

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

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

VERENSIIRTOPROSESSI BIOANALYYTIKON NÄKÖKULMASTA

Opas ja tentti opetuskäyttöön

TEKIJÄ/T Jatta Leinonen
Mira Nissinen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Tutkinto-ohjelma Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Jatta Leinonen & Mira Nissinen	
Työn nimi Verensiirtoprosessi bioanalyytikon näkökulmasta – Opas ja tentti opetuskäyttöön	
Päiväys 16.11.2023	Sivumäärä/Liitteet 30/1
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia ammattikorkeakoulu	
Tiivistelmä <p>Kehittämistyön tarkoituksena oli tehdä opas ja tentti terveysalan opiskelijoille laboratorion osasta verensiirtoprosessissa. Toimeksiantajana toimii Savonia ammattikorkeakoulu. Tarve kehittämistyölle oli herännyt ajatuksesta, että sairaanhoitajat eivät tiedä mitä bioanalyytikot tekevät verensiirron eteen, kun taas bioanalyytikot eivät tiedä sairaanhoitajien osasta. Kehitystyömme oli siis osa suurempaa tarvetta, joka täydentyi sairaanhoitajaopiskelijoiden opinnäytetyöllä, mutta työt ovat kuitenkin erillään toisistaan. Tavoitteena oli, että oppaan ja tentin avulla opiskelija pystyy ymmärtämään laboratorion osallisuuden ja merkityksen verensiirrosta, jolloin potilaan verensiirtokin olisi turvallisempi.</p> <p>Kehittämistyön tuotokseksi teimme oppaan ja tentin Moodle-alustalle, joka jaettiin aihealueittain ja sisältää laboratoriovaiheet, sekä lyhyen kertauksen merkityksellisimmistä veriryhmistä ja verensiirtosäännöistä. Tentissä on kymmenen oppaan sisältöön liittyvää kysymystä, jotka arvotaan 20 kysymyksen kysymyspankista. Opas ja tentti annettiin testattavaksi syksyllä 2023 sairaanhoitajaopiskelijoille, joista yksi opiskelija suoritti testauksen, sekä vastasi palautekyselyyn, joka oli tehty Webropol-sovelluksella.</p> <p>Kyselyn vastauksen perusteella opas ja tentti onnistui hyvin ja sitä voisi hyödyntää opetuksessa. Vähäisen vastausmäärän vuoksi tuotoksen onnistumista on hankala arvioida luotettavasti tai tehdä johtopäätöksiä. Oppimateriaalin onnistumista voisi tutkia myöhemmin uudelleen tai tehdä laajemman jatkotutkimuksen sen konkreettisesta merkityksestä potilasturvallisuudessa.</p>	
Avainsanat Verensiirto, veriryhmät, vasta-aineet, antigeenit, punasolut, preanalytiikka, analyysi, oppimateriaali	

Field of Study Social Services, Health and Sports	
Degree Programme Degree Programme in Biomedical Laboratory Science	
Author(s) Jatta Leinonen & Mira Nissinen	
Title of Thesis Blood Transfusion from a Biomedical Laboratory Scientist's Point of View – A Guide and an Exam for Teaching	
Date 16 Nov. 23	Pages/Appendices 30/1
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences	
<p>Abstract</p> <p>The purpose of our development work was to create a guide and an exam for nursing students about the role of laboratory in blood transfusion. Our client was Savonia University of Applied Sciences. The need for this work came from the observation, that nurses don't know what biomedical laboratory scientists do for blood transfusion and vice versa. Our development work was a part of a bigger need which was completed by the thesis of nursing students even though the theses are separate from each other. Our goal was to help nursing students to understand the role of laboratory in blood transfusion with a guide and an exam so that a patient's blood transfusion would become safer.</p> <p>The output of our development work was a guide and an exam on a platform called Moodle. The guide was divided by topics, and it consists of the whole laboratory process, short repetition of blood groups as well as blood transfusion rules. The exam holds ten questions about the topics which are chosen by random from twenty questions. The guide and the exam were given for testing in the Autumn of 2023 to nursing students. One nursing student completed testing and answered to a feedback query which was made on an app called Webropol.</p> <p>According to the feedback query the guide and the exam were successful and could be used in teaching. It is hard to make conclusions or evaluate the success of the output because of the very small feedback. The success of the study material can be researched later or larger research could be done on its concrete importance in patient safety.</p>	
<p>Keywords Blood transfusion, blood groups, antibodies, antigens, red blood cells, preanalytics, analysis, study material</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	VERIRYHMÄJÄRJESTELMÄT JA VERIVALMISTEET	7
2.1	ABO-veriryhmäjärjestelmä	7
2.2	Rh-järjestelmä	8
2.3	Kell-järjestelmä	9
2.4	Duffy-järjestelmä	9
2.5	Kidd-järjestelmä.....	9
2.6	Muita veriryhmäjärjestelmiä	9
2.7	Verensiirtosäännöt	10
2.8	Punasoluvalmisteet	11
2.9	Trombosyyttivalmisteet	12
2.10	Plasmaperäiset ja valkosoluvalmisteet	12
3	VERENSIIRRON LABORATORIOPROSESSI.....	13
3.1	Preanalytiikka	13
3.2	Analytiikka.....	13
3.2.1	Tutkimukset	14
3.2.2	Menetelmät.....	15
3.2.3	Tutkimusten käytännön ongelmia	18
3.3	Postanalytiikka.....	18
4	E-OPPIMATERIAALI	20
4.1	Teknologian hyödyntäminen	20
4.2	E-oppimateriaalin sisältö.....	20
5	KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE	22
6	KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS.....	23
6.1	Menetelmä	23
6.2	Suunnittelu.....	23
6.2.1	Opas.....	23
6.2.2	Tentti.....	24
6.3	Toteutus.....	24
6.4	Arviointi.....	25
7	POHDINTA.....	26

7.1	Toteutuksen ja tuotoksen arviointi	26
7.2	Eettisyys ja luotettavuus.....	26
7.3	Ammatillinen kasvu	27
7.4	Tuotoksen hyödynnettävyys ja kehittämisideat	28
LÄHTEET		29
LIITE 1: PALAUTEKYSELY.....		31

1 JOHDANTO

Verensiirto on tärkeä hoitotoimenpide, jossa verivalmiste siirretään potilaalle suonensisäisesti. Se voi kuitenkin väärin tehtynä aiheuttaa vakavia reaktioita, joita pyritään välttämään oikein tehdyillä laboratoriotutkimuksilla, oikeanlaisilla verivalmisteilla ja verensiirtotoimenpiteen oikeaoppisella suorituksella. Verensiirroilla voidaan pyrkiä korvaamaan menetettyä verimäärää tai esimerkiksi nostamaan veriaineksen kuten hemoglobiinia. Verensiirtoa varten tarvitaan verivalmisteita, joiden keräämisen vapaaehtoisilta luovuttajilta suorittaa Suomen veripalvelutoiminnasta vastaava Suomen Punainen Risti (SPR). Tämä tarkoittaa varastojen ylläpitoa, sekä valmisteiden valmistusta ja toiminnan valvomista. Harvinaisia veriryhmävalmisteita voidaan joutua hankkimaan myös ulkomailta.

Opinnäytetyömme tarve on herännyt havainnoinnista, että sairaanhoitajaopiskelijat eivät tiedä mitä verensiirrossa laboratorion osaan kuuluu, eivätkä bioanalyttikko-opiskelijat tiedä mitä sairaanhoitajien osaan kuuluu. Tarpeena on siis havainnollistaa sairaanhoitajaopiskelijoille laboratorion osallisuutta verensiirtoprosessissa. Bioanalyttikko-opiskelijoilla on immunologian kurssi, jolla käsitellään immunohematologiaa eli verensiirron teoriaa ja tutkimusten tekoa, muttei itse verensiirron suorittamista (Savonia ammattikorkeakoulu 2020). Sairaanhoitajaopiskelijoilla on sisätautien kurssi, jossa he käsittelevät verensiirron perusteita ja sen suorittamista (Savonia ammattikorkeakoulu 2023). On siis tärkeää, että terveydenhuollossa eri ammattiryhmät olisivat tietoisia siitä, mitä toiset tekevät yhteisen määränpään saavuttamiseksi. Ymmärrys koko verensiirtoprosessissa olevista työvaiheista mahdollistaa potilaan hoidon aloittamisen ajoissa. Potilaan hoito voi viivästyä esimerkiksi sen vuoksi, ettei verensiirtoserologisia tutkimuksia ole pyydetty ajoissa, jolloin niitä ei ehditä tutkia annetussa aikaikkunassa.

Toimeksiantajana opinnäytetyöllä on Savonia ammattikorkeakoulu, jolla on kampukset Kuopiossa, Iisalmessa ja Varkaudessa. Opiskelijoita Savoniassa on yli 8000 ja se on yksi Suomen suurimmista ammattikorkeakouluista. Savoniassa voi opiskella tutkinnon kuudella eri alalla, joissa kussakin on useampi tutkinto-ohjelma. (Savonia ammattikorkeakoulu julkaisuaika tuntematon.)

Kehittämistyön tarkoituksena on tehdä opas ja tentti terveysalan opiskelijoille laboratorion osasta verensiirtoprosessissa. Tavoitteena on, että oppaan ja tentin avulla opiskelija pystyy ymmärtämään laboratorion osallisuuden ja merkityksen verensiirrossa, jolloin potilaan verensiirtokin olisi turvallisempi.

2 VERIRYHMÄJÄRJESTELMÄT JA VERIVALMISTEET

2.1 ABO-veriryhmäjärjestelmä

ABO-veriryhmäjärjestelmän periaatteen kuvaili ensimmäisenä Karl Landsteiner vuonna 1901. Hän oli löytänyt kolme eri agglutinaatio eli sakkautumismallia, jotka hän nimesi A, B ja C. C tunnetaan nykyään O-ryhmänä. AB-ryhmän mallinsivat vuotta myöhemmin Decastello ja Sturli. Agglutinaatio on edelleen nykypäivänä tärkeä reaktio veriryhmiä tutkittaessa. (Johns, Gockel-Blessing, Zundel & Denesiuk 2015, 53.) Muutama vuosi myöhemmin veriryhmäjärjestelmän kehittämistä huomattiin verensiirtojen yhteydessä, että verensiirtojen onnistumista voitiin ennustaa testaamalla potilaan seerumia ja verenluovuttajan punasoluja. Jos huomattiin agglutinaatiota, voitiin ennustaa, että veri ei sovi. Mutta jos ne eivät sakkautuneet, pystyttiin ajattelemaan, että ne sopivat. (Savolainen ym. 2018, 9.)

Veriryhmät määräytyvät geneettisesti, mutta ABO-veriryhmä varmistuu noin puoli vuotta syntymän jälkeen, sillä aikaisemmin se on vielä muokkautuvainen. Tämän vuoksi äidin ja sikiön mahdollisesti epäsojivat ABO-veriryhmät aiheuttavat yleensä vain lievän hemolyyttisen anemian. Tuon ensimmäisen puolen vuoden jälkeen huomattiin, että toisen veriryhmän antigeenit aiheuttavat vakavan verensiirtoreaktion. Tämä tarkoittaa sitä, ettei alle puolen vuoden ikäiseltä vauvalta voida määrittää pysyvää veriryhmää. Veriryhmä voi muuttua vanhempanakin allogeenisten kantasolujen siirron yhteydessä, jos luovuttajalla on eri veriryhmä kuin saajalla. (Savolainen ym. 2018, 9.)

ABO-veriryhmien määräytymistä voidaan tarkastella molekyyllitasolla. Punasolujen solukalvo muodostuu karbohydraateista eli sokereista ja lipideistä eli rasvoista. Sen läpi kulkee proteiini-osa, jotka mahdollistavat punasolun aineenvaihdunnan. ABO-veriryhmän antigeenit sijaitsevat solukalvon ulkopuolisella pinnalla sokerimolekyyleissä. Antigeenit ovat molekyyliä, jotka aiheuttavat vasta-aineiden muodostumisen elimistössä. Vasta-aineet ovat immuunijärjestelmän tuottamia valkuaisaineita. ABO-veriryhmän määrittävä geeni eli perintötekijä sijaitsee kromosomissa 9 ja ABO-antigeenit syntyvät geenin tuottamasta entsyymistä. Entsyymeillä tarkoitetaan biologisia katalyyttejä, jotka nopeuttavat kehon kemiallisia reaktioita. A, B ja O ovat edellä mainitun geenin alleeleja eli geenin vaihtoehtoisia muotoja ja ne määrittävät muodostuvan entsyymin ja siten antigeenin. Eli esimerkiksi O-alleeli tuottaa entsyymiä, joka mahdollistaa O-antigeenin muodostumisen. ABO-antigeenien syntymisen mahdollistaa eri geenin tuottaman entsyymin avulla syntyvä H-antigeeni. H-geeni tuottaa fukosyyli transferaasi entsyymiä ja jos H-geeni puuttuu ihmiseltä, on hänen veriryhmänsä fenotyyppi eli ilmiasu Bombay tai para-Bombay. Tällöin hänellä ei ole mitään ABO-veriryhmän antigeeniä, vaikka hänen genotyyppissään eli perimässään olisi jokin ABO-alleeli. H-geeni sijaitsee kromosomissa 19. Bombay fenotyypin erottaa O-veriryhmästä testaamalla seerumista vasta-aineet, sillä Bombaylla on vain anti-H-vasta-aine, joka reagoi kaikkien muiden paitsi Bombay veriryhmän punasolujen kanssa. Para-Bombay fenotyypissä henkilöllä on minimaalinen määrä A- tai B-antigeeniä. (Johns ym. 2015, 53-55, 59.)

Veriryhmä periytyy siten, että kummaltakin vanhemmalta tulee joko A-, B- tai O-alleeli. A- ja B-alleelit ovat kodominantteja eli yhteisvallitsevia ja O-alleeli on resessiivinen eli väistävää. Peritty alleeli määrittää ihmisen veriryhmän. On mahdollista olla homotsygootti tai heterotsygootti alleelien

suhteen. Homotsygootti tarkoittaa sitä, että on perinyt saman alleelin kummaltakin vanhemmalta, kun taas heterotsygootti tarkoittaa sitä, että on perinyt eri alleelin vanhemmiltaan. Esimerkiksi homotsygootilla olisi perimässään vain A-alleeli. Heterotsygootilla taas olisi A-alleeli ja O-alleeli, mutta fenotyyppi olisi silti A-veriryhmä, koska O-alleeli on resessiivinen. O-veriryhmäläinen on aina homotsygootti. (Savolainen ym. 2018, 12.)

A-ryhmän omaavalla on punasolun pinnalla A-antigeeniä, kun taas B-ryhmän omaavalla on B-antigeeniä. O-ryhmän omaavalla ei ole kumpaakaan, mutta plasmassa hänellä on A- ja B-vasta-aineita. Plasmassa A-ryhmäläisellä on B-vasta-ainetta ja B-ryhmäläisellä A-vasta-ainetta. Plasmassa tai seerumissa vapaana olevat vasta-aineet voivat olla joko luontaisia tai immunisoitumisen eli esimerkiksi verensiirron seurauksena syntyneitä. (Johns ym. 2015, 60.)

A-veriryhmällä ja B-veriryhmällä on alaryhmiä, esimerkiksi A₁ ja A₂ tai B₃ ja B_x. Näitä alaryhmiä voi olla AB-veriryhmän omaavallakin. B-veriryhmän alaryhmät ovat todella harvinaisia, kun taas A- ja AB-veriryhmästä 80 % ovat A₁-alaryhmää. A₂-alaryhmässä olevat saattavat tuottaa anti-A-vasta-ainetta, joka on merkityksellinen vain silloin, kun se reagoi ruumiinlämpötilassa A₁-antigeenin kanssa. Yleensä alaryhmiä ei tarvitse selvittää, sillä niiden merkitys verensopivuudessa on hyvin pieni. (Johns ym. 2015, 57–58.) Hyvin vähäisellä määrällä suomalaisia on kuitenkin A_{finn}-veriryhmä, eli heillä on mutaation aiheuttama heikko A-antigeeni. Tällöin veriryhmänmäärityksessä saadaan tulokseksi O-veriryhmä, jolla plasmassa on A-vasta-aineita. (Savolainen ym. 2023.)

2.2 Rh-järjestelmä

Toiseksi merkittävin veriryhmäjärjestelmä on Rh-järjestelmä, jossa tärkein osa on reesustekijä D, joka on luultavimmin huomattu vuonna 1939 Levinen ja Stetsonin toimesta. Heidän tutkittavanaan oli ollut vastasyntynyt, joka kärsi hemolyyttisestä anemiasta. Vastasyntyneen äidille oli luovutettu synnytyksen jälkeen aviomiehen verta, ja hän oli saanut hemolyyttisen verensiirtoreaktion. Levine ja Stetson epäilivät, että aviomiehen veressä oli ollut ”tekijä”, joka oli siirtynyt vastasyntyneelle ja jolle äiti reagoi verensiirrosta. Tämä ”tekijä” oli siis reesustekijä. (Johns ym. 2015, 76.)

Järjestelmään kuuluu reesustekijä D:n lisäksi yli 50 muuta antigeeniä. Esimerkiksi RHD- ja RHCE-geenit määrittävät onko ihmisellä Rh-järjestelmän mukaisia veriryhmätekiäjiä. Nämä geenit sijaitsevat kromosomissa 1 ja vanhemmilta saadaan tietty Rh-yhdistelmä eli haplotyyppi. Haplotyyppi tarkoittaa yhdessä periytyvää yhden tai useamman alleelin ryhmää. RHD-geeni on vastuussa pääasiallisesti D-antigeenistä, kun taas RHCE-geeni C- ja E-antigeenistä. Tärkeimmät Rh-järjestelmän antigeenit ovat D, C ja E, sillä muita ryhmän antigeenejä vastaan olevia vasta-aineita havaitaan vain todella harvoin, joten niitä ei yleensä edes testata. (Johns ym. 2015, 76–81.)

Yleisimmät vasta-aineet Rh-järjestelmässä ovat IgG luokkaa. Rh-vasta-aineet hyökkäävät punasoluja vastaan aiheuttaen hemolyyttisen anemian, jos punasolujen pinnalla on niitä vastaava antigeeni. Ihmiset, joilla on Rh-vasta-aineita, kehittävät muita yleisemmin vasta-aineita muitakin antigeenejä kohtaan. Vaikka ihmisellä olisi vasta-aineita niin sanottuna heikkona versiona, käsitellään heitä sen suhteen positiivisina, jotta vältytään verensiirtoreaktioilta tai immunisaatioilta. Raskaana oleville voidaan antaa anti-D suojaus estämään hemolyyttistä anemiaa. (Savolainen ym. 2018, 21–22.)

2.3 Kell-järjestelmä

Kell-veriryhmäjärjestelmä on saanut nimensä rouva Kelleherin mukaan vuonna 1946. Hänen lapsellaan oli hemolyyttinen anemia, joka johtui anti-K:n olemassaolosta ja sen reaktiosta K-antigeenin kanssa. Järjestelmään kuuluu yli 30 antigeeniä, joista tunnetuimmat ovat K, k, Kpa ja Ula, joka on "suomalainen" antigeeni ja saanut nimensä Karhula-nimiseltä henkilöltä. K-antigeeni on ryhmän merkittävin antigeeni. Järjestelmän vasta-aineet ovat IgG-luokkaa. Tytöille ja fertiili-ikäisille naisille suositellaan luovutettavaksi K-negatiivisia punasoluja, jotta vältettäisiin immunisaatiota. (Savolainen ym. 2018, 28–29.)

2.4 Duffy-järjestelmä

Duffy-veriryhmäjärjestelmässä on kuusi antigeeniä, jotka ovat Fy^a, Fy^b, Fy3, Fy4, Fy5 ja Fy6. Nämä antigeenit ovat hyvin kehittyneitä jo ihmisen syntymässä. Ryhmän antigeenien on todettu hajoavan varastoiduissa punasoluissa. Fy4 antigeenin olemassaolosta on kiistelty, koska se on oletettavasti todennettu vain kerran ja eri testaavat laboratoriot saivat erilaisia tuloksia samasta näytteestä. Fy6 on tunnistettu vain monoklonaalisten vasta-aineiden kanssa, eikä ihmisen ole todettu kehittäneen anti-Fy6-vasta-ainetta. Afrikassa on yleinen Fy (a-b-) fenotyyppi, joka muokkaa punasolun solukalvoa nostaan resistanssia malarialoiselle. Fy (a-b-) tarkoittaa, että henkilöllä ei ole Fy antigeenejä. Vasta-aineet ovat IgG-luokkaa ja niiden on todettu aiheuttavan myöhäisiä suhteellisen viattomia verensiirtoreaktioita, mutta vakavampiakin reaktioita on raportoitu. (Johns ym. 2015, 96–97.) Duffy-järjestelmän vasta-aineiden on tutkittaessa todettu tuhoutuvan entsyymimenetelmällä, joten tutkimukset on tehtävä antiglobuliinimenetelmällä (Savolainen ym. 2018, 30).

2.5 Kidd-järjestelmä

Vuonna 1951 vastasyntyneen hemolyyttisen taudin yhteydessä löydettiin Kidd veriryhmäjärjestelmä. Veriryhmäjärjestelmä sai nimen henkilön John Kiddin mukaan. Järjestelmässä on kolme antigeeniä, Jka, Jkb ja Jk3. Kidd-veriryhmäjärjestelmä voi aiheuttaa akuutin intravaskulaarisen eli suonensisäisen hemolyyttisen verensiirtoreaktion koska järjestelmän punasoluvasta-aineet aktivoivat komplementteja ja ne ovat immuunivasta-aineita. (Savolainen ym. 2018, 31.)

Laboratoriossa Kidd-veriryhmäjärjestelmä voi aiheuttaa haasteita, koska punasoluvasta-aineiden reaktiot ovat usein heikkoja. Entsyymikäsitellyillä punasoluilla saadaan heikoista Kidd-järjestelmän vasta-aineista vahvempia reaktioita. Nämä vasta-aineet ovat tärkeitä löytää, koska ne ovat verensiirrossa merkittäviä. (Savolainen ym. 2018, 31.)

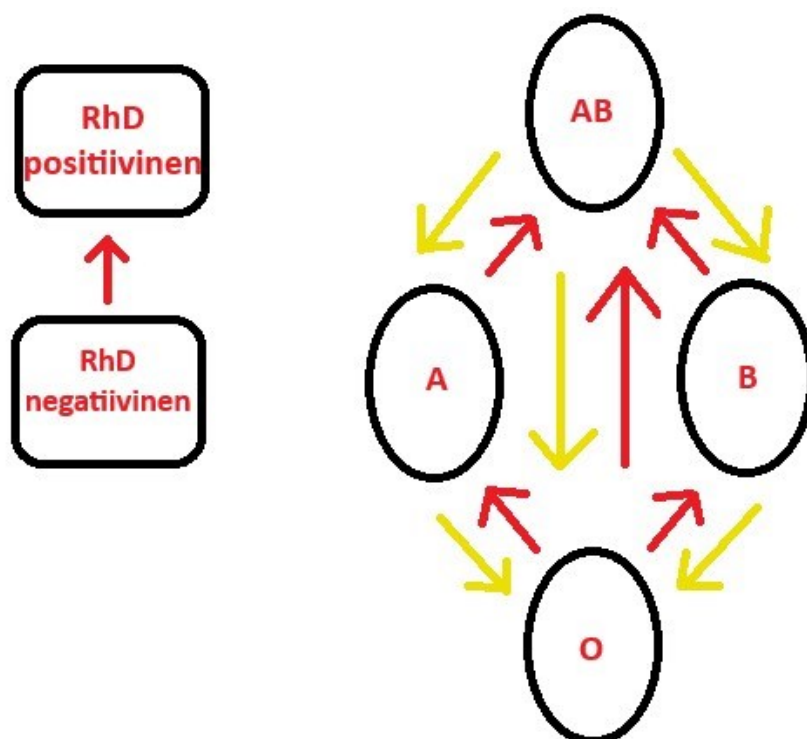
2.6 Muita veriryhmäjärjestelmiä

Osalla löydetyistä veriryhmistä ei ole merkitystä verensiirrossa tai se on niin vähäinen, ettei sitä huomioida. On kuitenkin harvinaisia veriryhmiä, jotka voivat aiheuttaa vakaviakin verensiirtoreaktioita. Esimerkiksi MNS-veriryhmäjärjestelmän anti-S ja anti-s voivat aiheuttaa verensiirtoreaktion, mutta vain todella harvoin vastasyntyneen hemolyyttisen anemian. Toisaalta osaa järjestelmistä ei ole tutkittu vielä tarpeeksi. Esimerkiksi Landsteiner—Wiener-veriryhmäjärjestelmän mukaisesti epäsoptivien punasolujen siirrosta ei ole tarpeeksi tietoa, jonka vuoksi ryhmän vasta-aineet tulisi huomioida verensiirrossa. Tämän vuoksi jokainen veriryhmä, joka poikkeaa tyyppillisistä ABO- ja

Rh-veriryhmäjärjestelmän veriryhmistä, tulisi selvittää ennen verensiirtoa, sekä varautua odottamaan sopivaa verta. (Savolainen ym. 2023.)

2.7 Verensiirtosäännöt

Veriyksikön valintaan vaikuttavat verensiirtosäännöt. Kuvassa 1 on kuvattuna punaisella nuolella punasolujen sallittu luovutussuunta, eli O-ryhmän punasoluja saa luovuttaa kaikille, mutta AB-ryhmän ei. RhD-negatiivista verta saa luovuttaa RhD-positiiviselle, mutta ei toisinpäin. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 14.) Keltaisella on kuvattu plasman sallittu luovutussuunta, joka on siispäinvastainen punasolujen kanssa. Trombosyyttivalmisteita luovutetaan veriryhmän mukaisesti, joista tärkein on RhD-tekijä, sillä valmiste voi sisältää jonkin verran punasoluja. (Johns ym. 2015, 113–114.) Hätäveri, jota annetaan, kun ei voida selvittää henkilön veriryhmää, on O-negatiivinen, koska O-negatiivisessa veressä ei ole RhD-tekijää, eikä punasolun pinnalla ole A- tai B-antigeeniä reagoimassa mahdollisten anti-A- ja anti-B-vasta-aineiden kanssa. Tämän vuoksi se pääasiassa sopii kaikille. Hoitavan lääkärin täytyy kuitenkin arvioida, ovatko hyödyt suurempia kuin mahdolliset haitat, esimerkiksi hemolyyttisen anemian riski. (Savolainen ym. 2023.)



KUVA 1. Verensiirtosäännöt (Nissinen 2023, CC BY-SA)

Veriyksikön valintaan vaikuttaa myös muiden veriryhmäjärjestelmien vasta-aineet ja antigeenit. Yleensä valmisteet luokitellaan ABO-järjestelmän ja RhD-tekijän mukaisesti, mutta niissä on lisämainintana esimerkiksi Rh-järjestelmän C- ja E-antigeenit, sekä Kell-järjestelmän K-antigeeni. Harvinaisempia verivalmisteita ei ole veripalvelulla suuria määriä varastossa, vaan luovuttajia kutsutaan tarpeen mukaan tai valmisteita tilataan ulkomailta. K-negatiivista verta luovutetaan tytöille ja

fertiileille naisille, jotta vältetään immunisaatiota ja lasten hemolyyttistä anemiaa. (Savolainen ym. 2018, 126.)

2.8 Punasoluvalmisteet

Punasoluvalmisteessa on vain yhden luovuttajan punasoluja. Kokoveri sentrifugoidaan, jotta saadaan punasolut erilleen buffy coatista ja plasmasta. Buffy coat tarkoittaa sentrifugoinnin jälkeen punasolujen ja plasman väliin jäävää massaa, jossa on esimerkiksi valkosoluja. Sentrifugoinnin jälkeen eroteltujen punasolujen sekaan lisätään säilytysliuosta, esimerkiksi SAGM-liuosta ja lopuksi keskeneräinen valmiste suodatetaan, jotta saadaan käyttövalmis punasoluvalmiste. Yksi punasoluvalmiste, joka on tilavuudeltaan 250 ml, nostaa aikuisen vastaanottajan hemoglobiinia 10 g/l, kun laskennallinen raudan määrä valmisteessa on noin 173 mg/valmiste. Punasoluvalmisteiden säilyvyys riippuu valmisteiden käsittelystä tai käyttötarkoituksesta. Yleensä valmisteet säilytetään +2 - +6°C. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 18.) Punasoluvalmisteet sisältävät luovuttajan punasolujen lisäksi säilytysliuosta ja lisäaineita, jotta valmiste säilyy pidempään. Punasoluvalmisteessa voi olla alle 20 ml luovuttajan plasmaa. Valkosolut poistetaan, jotta yleinen immunisaatoriski laskee. (Savolainen ym. 2018, 99.) Verivalmisteita varten verensoluja erottelevia laitteita on manuaalisia ja osittain manuaalisia. Osittain manuaalisissa laitteissa voi olla optinen sensori, joka tunnistaa punasolut ja estää niiden siirtymisen plasman mukana pussiin, kun manuaalisissa laitteissa sitä ei ole. (Johns ym. 2015, 178.)

Yleisimmälle punasoluvalmisteelle ei ole tehty erikoiskäsittelyjä mahdollisen valkosolujen sädetyksen lisäksi. Kuitenkin osa vastaanottajista tarvitsee erikoiskäsittelyjä valmisteita. Esimerkiksi sädetettyjä valmisteita käytetään ehkäisemään käänteishyljintäreaktiota, sillä sädetykseen estää valmisteessä olevien lymfosyyttien aktivoitumisen ja jakaantumisen. Valmisteet voidaan pestä SAGM-liuoksella kolme kertaa, jolloin mukana poistuu IgA-vasta-aineet, plasmaproteiinit, liukoiset yhdisteet ja ylimääräinen plasma. Pestyjä punasoluvalmisteita käytetään välttämään allergisia ja jopa anafylaktisia reaktioita vastaanottajille, jotka ovat aikaisemman tai useamman verensiirron yhteydessä saaneet allergisia reaktioita eikä esilääkitys ole auttanut. Myös IgA-puutoksen omaavat potilaat saavat pestyjä punasoluvalmisteita. Lapsilla käytetään samoja valmisteita, jotka on jaettu pienempiin tilavuuksiin, koska aikuisten punasoluvalmisteet ovat tilavuudeltaan kolme kertaa liian isoja lapsen tarpeelle. (Savolainen ym. 2018, 104.) Lapsille voidaan myös luovuttaa erityistapauksissa koosteverta, jota käytetään kokoveren sijasta. Tällöin yleisestä punasoluvalmisteesta poistetaan valtaosa punasoluista ja korvataan se jääplasmalla, esimerkiksi Suomessa octoplasLG®-valmisteella. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 37.)

Jos vastaanottajalla on todettu punasoluvasta-aineita, luovutetaan hänelle fenotyyppitettyjä punasoluja. Valmiste on muuten samanlainen yleisen punasoluvalmisteiden kanssa, mutta ne ovat negatiivisia halutun veriryhmäantigeenin suhteen, jota kohtaan vastaanottajalla on muodostunut vasta-aineita. Todella harvinaisen veriryhmän tai hankalan vasta-aineyhdistelmän omaavalle on pakastettuja punasoluvalmisteita, jotka sulatetaan tarpeen tullen. Valmiste vastaa muutoin yleistä punasoluvalmistetta, mutta valmistetta ei saa sädettää. Pakastuksessa glyseroli suojaa punasoluja. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 22.)

2.9 Trombosyyttivalmisteet

Trombosyyttivalmisteita käytetään esimerkiksi massiivisissa verensiirroissa korvaamassa niiden menetystä. Valmistetta luovutetaan myös trombosytopenian tai trombosyytien toimintahäiriön omaavalle potilaalle. Valmisteet säilyvät huonosti. Tärkeintä on oikea säilytyslämpötila, eli huoneenlämpö. Lämpötilan tippuessa alle +17°C, voivat trombosyytit menettää toimintakykynsä lopullisesti. Säilyvyyttä edesauttaa tasoravistelijan käyttö, jonka avulla trombosyyttivalmisteet säilyvät 24 tunnin sijasta jopa viisi vuorokautta. On myös tärkeää huomioida, ettei pusseja saa säilyttää päällekkäin, jotta kaasujen vaihto ei esty. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 25.)

Trombosyyttivalmisteitakin on erilaisia eri tarpeisiin. On pestyjä ja sädetettyjä, sekä eri tavalla kerättyjä. Trombosyyttivalmisteiden valitseminen perustuu samoihin syihin kuin punasoluvalmisteiden. Yleisimmät trombosyyttivalmisteet eivät ole saaneet erityiskäsittelyä mahdollisen sädetyksen lisäksi. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 27-32.) Pestyissä trombosyyttivalmisteissa pesu aiheuttaa 15–20 % trombosyytien menettämisen ja mahdollisen tehon heikkenemisen (Savolainen ym. 2018, 104). Pääasiassa trombosyyttivalmisteiden valmistuksessa käytetään buffy coat -menetelmää, eli kokoveri sentrifugoidaan ja erotellaan punasolut, plasma ja buffy coat toisistaan. Lopuksi buffy coatista suodatetaan pois valkosolut. (Johns ym. 2015, 182.)

Yhdessä valmisteessa on trombosyyttejä veriryhmältään vastaavilta neljältä luovuttajalta. Trombosyytteja voidaan kerätä myös vain yhdeltä luovuttajalta trombaforesilaitteella, jolloin valmisteessa on 30 % sitraattiantikoaguloitua plasmaa luovuttajalta ja 70 % PAS IIIM-säilytysliuosta. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 29–34.) Laite kerää luovuttajalta verta ja erottaa siitä trombosyytit ja palauttaa loput takaisin luovuttajaan (Johns ym. 2015, 184). Jos potilaalla on muodostuneita HLA- tai HPA-vasta-aineita, niin hänelle täytyy luovuttaa saman HLA/HPA-tyypin trombosyyttejä. Tällöin käytetään trombaforesilaitteella saatua valmistetta, koska immunisaatio on harvinainen, eikä luovuttajia ole paljoa. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 26, 31.)

2.10 Plasmaperäiset ja valkosoluvalmisteet

Sädetettyjä valkosoluja luovutetaan vakavan sepsiksen omaavalle potilaalle, jonka luuydin ei toimi ja tuota valkosoluja oikein. Valmiste tehdään neljän eri luovuttajan valkosoluista, jotka on kerätty buffy coat kerroksesta. Valmisteessa on trombosyyttejä yhden trombosyyttivalmisteeseen verran ja punasoluja puolet punasoluvalmisteesta. Vastaanottaminen voi aiheuttaa valkosoluiimmunisaation. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 36.)

Suomessa käytetään Octapharman valmistamaa octaplasLG®-valmistetta, joka on jääplasmaa (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 38). Jääplasma on pakastettu plasmaperäinen valmiste, jonka vaikuttava aine on plasmaproteiini. Yhdessä 200 ml pussissa octaplasLG®-valmistetta on 9-14 g plasmaproteiineja eli 45-70 mg/ml. Valmistetta käytetään erilaisten verenhyytymishäiriöiden hoitoon tai esimerkiksi terapeuttisissa plasmanvaihtoprosesseissa. (Lääkevalmisteiden pakkausselosteet: hakusana octaplasLG infuusioneste, liuos 45-70 mg/ml. 2021.) IgA-puutosjääplasmaa käytetään tavallisen jääplasman sijasta potilaalle, jolla on IgA-puutos tai anti-IgA-vasta-aineita. IgA-puutosplasma on otettu luovuttajalta, jolla on sama puutostila kuin vastaanottajalla. (Savolainen ym. 2018, 102.)

3 VERENSIIRRON LABORATORIOPROSESSI

3.1 Preanalytiikka

Laboratorion preanalyttinen vaihe alkaa siitä, kun hoitohenkilökunta toteaa laboratoriotutkimusten tarpeen. Preanalyttiseen vaiheeseen kuuluu kaikki tekijät, jotka vaikuttavat tutkimustuloksiin ennen analysointia. Preanalyttiseen vaiheeseen sisältyy esimerkiksi oikeat tutkimuspyynnöt, jotka viestivät laboratorioon tarvittavista näytteistä, potilaan oikea ohjaaminen ja varmistaminen, että ohjeita on noudatettu, sekä potilaan henkilöllisyyden tunnistaminen ja oikeaoppinen näytteenotto. Näytteenoton jälkeen on tavoitteena, että säilytyksen ja mahdollisen kuljetuksen aikana tutkittavan näytteen koostumus ja analyytin pitoisuus ei muuttuisi, koska hyvin otetun näytteen voivat väärät olosuhteet pilata. Kun näyte on saapunut laboratorioon, valmistetaan se analyysikelpoiseksi esimerkiksi sentrifugoimalla ja erottelemalla näytemateriaali toiseen putkeen. (Miettinen 2022, 10–12.)

Verensiirtotutkimuksissa ennen varsinaista verinäytteenottoa on tärkeä tunnistaa potilas oikeaoppisesti eli potilas kertoo itse nimen ja henkilötunnuksen. Tilanteissa, jossa potilas ei ole itse kykeneväinen kertomaan henkilötietoja, voi hoitohenkilökunta tai omainen tehdä tunnistamisen. ABO- ja RhD-veriryhmiä määrittäessä tulee verensiirtotutkimuksia varten otettavat verinäytteet ottaa kahtena eri kertana eri näytteenottajan toimesta, ennen verivalmisteiden siirtoa. Hätätapauksissa verinäytteet voi ottaa samalla kertaa, mutta kahden eri henkilön tulee varmistaa ja kuitata potilaan oikea henkilöllisyys. (Verivalmisteiden käytön opas 2021, 12.) Lopuksi näytteenottajan tulee kuitata henkilöllisyyden tarkistaminen allekirjoittamalla tutkimuspyynnön tarraan omat nimikirjaimet. Jos näytteestä ei löydy nimikirjaimia, ei näytteitä analysoida. (Miettinen 2022, 38.)

Verensiirtotutkimuksiin käytettävät verinäytteet otetaan EDTA-antikoagulanttia sisältävään näyteputkeen. EDTA on etyleenidiaminotetraetikkahappoa, jolla on hyytymistä estävä vaikutus. (Miettinen 2022, 78.) Näytteenoton jälkeen tutkittavat näytteet sentrifugoidaan ennen analyysia. Näytteet säilyvät analysointikelpoisina viisi vuorokautta, mutta ne on hyvä sentrifugoida uudestaan ennen analysointia pidemmän seisotuksen jälkeen. (Savolainen ym. 2023.)

Näytteet täytyy käsitellä, kuljettaa ja säilyttää oikein ennen analysointia. Jos näissä tapahtuu virheitä, pienenee tuloksen luotettavuus sillä verestä tutkittava asia voi hajota, muuttaa muotoa tai lisääntyä. Verensiirtotutkimuksiin vaikuttavat sellaiset virheet, jotka aiheuttavat hemolyyysiä tai agglutinoitumista. Esimerkiksi näytteen liian kova sekoittaminen voi aiheuttaa hemolyyysiä tai liian vähäinen sekoittaminen agglutinaatiota. (Tapola 2003, 29-31.)

3.2 Analytiikka

Laboratorion analyttinen vaihe tarkoittaa tutkimuksen suoritusta ja siihen liittyviä toimintoja. Se tulee preanalyttisen vaiheen jälkeen ja edeltää postanalyttista vaihetta. Verensiirtoon liittyvä analytiikka on pitkään säilynyt samanlaisena, mutta manuaalisesta eli käsin suoritettavasta analytiikasta on siirrytty isommissa laboratorioissa automaattiseen eli laitteen suorittamaan analytiikkaan. Tutkimuksia voidaan kuitenkin myös tehdä semi-automaattisesti, eli osa vaiheista tehdään käsin ja osan suorittaa laite. (Laposata & McCaffrey 2022, xvi-xvii.)

Verensiirron analytiikan keskipisteenä on agglutinaatio, eli punasolujen kiinnittyminen toisiinsa. Toinen hyödynnettävä tapahtuma on hemolyysi, joka tarkoittaa punasolujen hajoamista. Agglutinaatio näkyy silmin niin korttimenetelmää kuin putkimenetelmää käyttäen, kun punasolut ovat tiiviinä kasana. (Laposata & McCaffrey 2022, 42.) Putkimenetelmässä agglutinaation voi sekoittaa plasmasta johtuvaan fibriinisäikeeseen, mutta ne voi erottaa sillä, että fibriinisäie pysyy kasassa sitä siirrettäessä, kun taas agglutinoituneet punasolut eroavat pienemmiksi kasoiksi (Savolainen ym. 2023). Hemolyysi taas näkyy näytteen ollessa kauttaaltaan hennon punainen. Agglutinaation tai hemolyysin ilmentyessä esimerkiksi sopivuuskokeessa, kertoo se luovutettavan veren sopimattomuudesta. Verensiirron tutkimuksissa on suora ja käänteinen menetelmä, joista suora tarkoittaa punasolujen pinnalla olevien antigeenien tai niihin kiinnittyneiden vasta-aine tunnistamista, kun taas käänteinen seerumissa vapaana olevien vasta-aineiden tunnistamista. Riippuen tutkimuksesta käytetään joko punasoluja tai plasmaa. (Laposata & McCaffrey 2022, 42–47.)

3.2.1 Tutkimukset

Verensiirtoserologisiin tutkimuksiin kuuluu veriryhmämääritys, vasta-aineseulonta, veriryhmäntarkistus, sopivuuskoe, antiglobuliinikoe ja punasoluvasta-aineiden tunnistus. Tarkistus tehdään aina ennen punasolusiirtoa, mutta määritys vain kerran, ellei sille koeta uutta tarvetta. Verensiirtotutkimukset otetaan yleisesti EDTA-putkeen. Tutkimusten menetelmäperiaatteena on yleensä agglutinaatioreaktio. (Savolainen ym. 2018, 46.)

Veripalvelulla on myös erilaisia DNA:sta tehtäviä tutkimuksia, jotka eivät kuulu niin sanottuihin yleisiin veriryhmätutkimuksiin. Niiden tutkimusnimikkeet ovat Am-KEL-genotyyppitys ja Am-RH-genotyyppitys. Nämä ovat raskaudenaikaisia tutkimuksia ja ne suoritetaan lapsivedestä. Niillä testataan sikiön mahdollinen K-veriryhmä ja reesustekijä, kun epäillään mahdollista raskauden tai synnytyksen aikaista immunisaatiota, joka voi aiheuttaa hengenvaarallisen hemolyyttisen taudin sikiölle. DNA:sta voidaan myös genotyyppittää reesustekijä tutkimusnimikkeellä B-RH ja sikiön nimikkeellä B-RH-fD, sekä tehdä veriryhmän laaja genotyyppitys tutkimusnimikkeellä B-VR-geno. Näiden tutkimusten menetelmänä on PCR-SSP eli polymeraasiketjureaktio, joka hyödyntää sekvenssispesifistä aluketta. Sikiön äidin verinäytteestä voidaan reaaliaikaisella PCR-tutkimuksella genotyyppittää sikiön reesustekijä. Raskaana olevilta yleensä tutkitaan veriryhmävasta-aineet esimerkiksi tutkimusnimikkeellä B-VRAb-Gr, jonka perusteella ei kuitenkaan voida tehdä verensiirtopäätöksiä. Verestä voidaan myös tehdä suppea ja laaja antigeenityyppitys nimikkeillä B-VR-Ty ja B-VR-Ty2. Näillä tutkimuksilla selvitetään harvinaisempia veriryhmiä. (Veripalvelu, laboratoriotutkimukset 2022.)

Veriryhmämäärityksessä selvitetään henkilön veriryhmä ABO-järjestelmästä ja reesustekijä eli RhD. Tässä kokeessa käytetään asiakkaan punasoluja ja plasmaa, anti-A ja anti-B-reagensseja sekä plasma A1 ja B-reagenssipunasoluja. Testaamiseen tarvitaan tunnettuja vasta-aineita tai punasoluja, joita uusitaan ja kontrolloidaan tietyin väliajoin. (Savolainen ym. 2018 57–62.) Tutkimusnimikkeenä on E-ABORh. Se voidaan myös pyytää B-ABORhAb nimikkeellä, jolloin suoritetaan myös punasoluvasta-aineiden seulonta tai B-ABOAbGM nimikkeellä, jossa edeltävien lisäksi tutkitaan vielä IgG- ja IgM-vasta-aineet (Veripalvelu, laboratoriotutkimukset 2022.)

Vasta-aineiden seulonnassa tutkitaan, onko henkilöllä punasoluvasta-aineita, jotka aiheuttavat hemolyysiä vasta-aineita kohdatessaan. Tutkimusnimikkeenä on P-VRAB-O. Tutkimuksessa käytetään potilaan plasmaa ja kahta tai useampaa kaupallista seulontasolua. Seulontasolut kattavat tärkeimmät antigeenit, joita Suomessa esiintyy. (Savolainen ym. 2018, 57–62.)

Punasoluvasta-aineiden tunnistukseen kuuluu itse vasta-aineiden tunnistus, veriryhmän ja reesustekijän määrittäminen sekä suora antiglobuliinikoe. Tutkimusnimike B-VRABTu1 siis sisältää useamman tutkimuksen. Se pyydetään yleensä silloin, kun on todettu asiakkaalla olevan vasta-aineita tai siitä on epäily. (Veripalvelu, laboratoriotutkimukset 2022.)

Sopivuuskokeessa tutkitaan, onko henkilöllä vasta-aineita mahdollista luovuttajaa kohtaan. Tässä kokeessa käytetään potilaan plasmaa ja luovuttajan punasoluja. Kokeessa myös tarkistetaan veriryhmä ja reesustekijä. Sopivuuskokeen tutkimusnimike on B-XKoe. (Savolainen ym. 2018, 57–62.) Tutkimuksen tulos on voimassa viiden vuorokauden ajan ja se täytyy tehdä ennen jokaista mahdollista verensiirtoa, ellei potilas ole Type and screen kelpoinen (Hänninen 2003, 329).

Type and screen kelpoisuus tarkoittaa potilasta, jolle on tehty ABO ja RhD -tarkistus, sekä punasolujen vasta-aineiden tunnistus. Vasta-aineiden ollessa negatiivisia ja veriryhmän ollessa selkeä, voidaan verensiirron vastaanottajalle luovuttaa suoraan hänen veriryhmänsä mukaista verta, eikä jatkotutkimuksia tarvita. Tällöin ei myöskään tarvitse ottaa uutta verensiirtoserologista näytettä 5 vuorokauden sisällä edellisistä verinäytteistä. Jos vasta-aineita löytyy tai veriryhmässä on epäselvyyttä, vastaanottaja ei ole Type and screen kelpoinen, jolloin jokaisen luovutettavan yksikön sopivuus pitää testata. (Johns ym. 2015, 111.)

Antiglobuliinikokeessa eli tutummin kutsutussa Coombsin kokeessa selvitetään, onko henkilöllä veressään punasolujen vastaisia IgG tyyppin vasta-aineita tai komplementtitekijää C3. Tutkimus voidaan suorittaa suorana tai epäsuorana. Suora Coombs tarkoittaa, että testataan punasolun pinnalle tarttuneita vasta-aineita, kun taas epäsuorassa kokeessa seerumissa vapaana olevia vasta-aineita. (Hänninen 2003, 328.) Tutkimuksessa voidaan käyttää polyspesifisiä antiglobuliinireagensseja tai monospesifisiä reagensseja. Esimerkiksi monospesifisillä reagensseilla voidaan selvittää AIHAn eli autoimmunihemolyyttisen anemian kehittymistä. (Savolainen ym. 2018, 63.) Tutkimusnimikkeenä on E-Coomb-O (Veripalvelu, laboratoriotutkimukset 2022).

3.2.2 Menetelmät

Yleensä Suomessa käytetään kortti-/pylväs menetelmää tutkimusten tekoon. Kortissa on geeliä eri kaivoissa, jotka mahdollistavat agglutinaatioreaktion selkeän tarkastelun. Agglutinoituneet punasolut jäävät geelin pinnalle, kun taas ei-agglutinoituneet kulkeutuvat pohjalle. Putkimenetelmässä ei ole geeliä, mutta agglutinaatioreaktio näkyy punasolujen kiinnittymisenä toisiinsa. Putkimenetelmää voidaan myös soveltaa tehtäväksi koeputkien sijasta kuoppalevyllä. (Johns ym. 2015, 115.)

Korttien kaivoissa voi olla jo valmiina vasta-aineita tai antigeenejä, kuten ABO-veriryhmää ja Rh-tekijää tutkittaessa (kuva 2). Myös muille veriryhmäjärjestelmille on omia kortteja, tästä esimerkiksi Kidd-veriryhmäjärjestelmän kortti (kuva 3). Kuvissa on käytetty Bio-Rad Laboratories, Inc:in valmistamia kortteja.



KUVA 2. ABO-veriryhmän antigeenien ja vasta-aineiden, sekä RhD-tekijän määrittämiseen tarkoitettu kortti (Leinonen 2022, CC BY-SA)



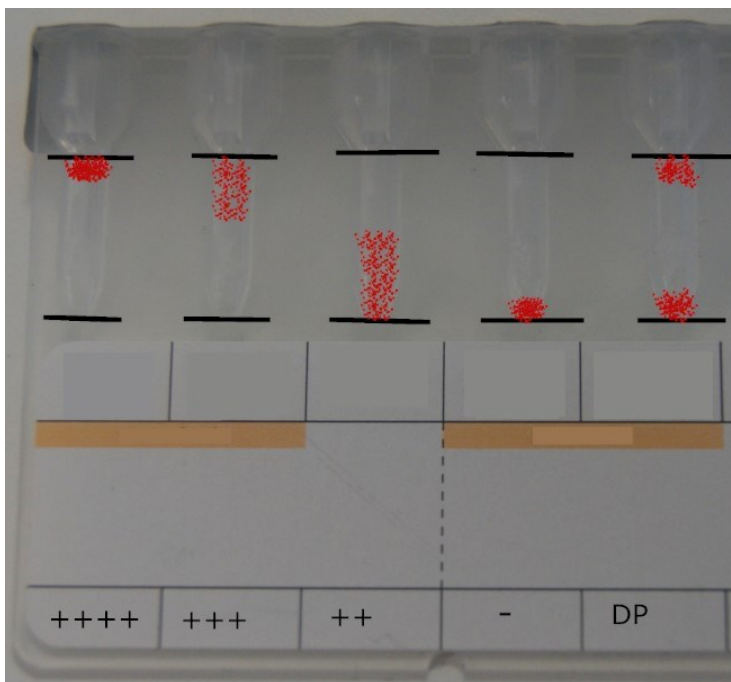
KUVA 3. Kortti Kidd-veriryhmäjärjestelmän antigeenien tunnistukseen (Nissinen 2023, CC BY-SA)

Osa korteista taas on sellaisia, joissa ei ole kaivoissa muuta kuin geeli. Tällöin kaivoihin lisätään tutkittavan veren lisäksi esimerkiksi kaupallisia seulontasoluja. Kaupallisia seulontasoluja käytetään useimmiten B-VRAB-O tutkimuksessa, mutta voidaan myös käyttää muissakin tutkimuksissa (kuva 4).



KUVA 4. Kaksi korttia, joilla tutkittu punasoluvasta-aineiden olemassaoloa (Leinonen 2022, CC BY-SA)

Tutkimusten periaate pysyy kuitenkin samana, oli kyse sitten putki- tai korttimenetelmästä. Agglutinaation vahvuutta kuvataan plus ja miinus merkeillä (kuva 5). Vahvin ja selkein agglutinaatio merkitään neljällä plussalla, mutta yhdellä miinuksella kun agglutinaatiota ei ole ollenkaan havaittavissa. Jos esimerkiksi vasta-aineiden tutkimuksissa tulee yhdenkin plussan arvoinen agglutinaatio, kertoo se epäsovivuudesta. On myös mahdollista, että tulokseksi tulee kaksoispopulaatio eli KP tai DP, joka tulee englannin kielen sanasta double population. Se tarkoittaa sitä, että näytteessä on kahta eriyhmäistä punasolua. Tämä voi esimerkiksi tapahtua silloin, kun potilaalle, jolla on A-ryhmä, on luovutettu lähiaikoina O-ryhmän verta. Se näkyisi ABO-veriryhmän kortissa A kaivossa siten, että A-ryhmän punasolut ovat geelin päällä, kun taas O-ryhmän pohjalla. On myös mahdollista, että kaivossa näkyy punasolujen hajoaminen eli hemolyysi, joka merkitään H-kirjaimella. (Savolainen ym. 2018, 68.)



Kuva 5. Merkinnot agglutinaation vahvuudesta (Nissinen 2023, CC BY-SA)

3.2.3 Tutkimusten käytännön ongelmia

Moni tutkimuksissa esille tuleva ongelma johtuu preanalyttisistä virheistä. Esimerkiksi näytteenototekniikasta johtuva hemolyysi tai hyytymät. Näyte on voinut tulla hitaasti tai esimerkiksi putkia ei ole sekoitettu tarpeeksi. Potilaasta lähtöisiä ongelmia voi olla esimerkiksi myelooma ja tulehduspotilaan paraproteiini voi näkyä raharullamuodostelmana, jonka voi virheellisesti tulkita agglutinaatioksi. Joskus näytteen punasolut ovat agglutinoituneet ennen määrittystä, jolloin ne tulee pestä +37°C NaCl-liuoksella, pesua toistetaan niin kauan, kunnes reaktioita ei enää tapahdu. Myös potilaan monoklonalisilla vasta-aine hoidoilla voi olla häiritsevä vaikutus vasta-aineiden seulontaan, tunnistukseen ja sopivuuskokeeseen. (Savolainen ym. 2023.)

3.3 Postanalytiikka

Postanalyttiseen vaiheeseen sisältyy tutkimustuloksien luotettavuuden arviointi ja joissakin tapauksissa jatkotoimenpiteistä päättäminen (Miettinen 2022, 12). Tutkimusten suorittamisen eli analyttisen vaiheen jälkeen tulokset vastataan pyynnön lähettäneelle yksikölle. Verensiirtotutkimuksien vastaukset siirretään verensiirtotietojärjestelmään, joita on erilaisia eri hoitoyksiköillä. Tietojärjestelmät mahdollistavat veripalvelulle potilaskohtaisten tietojen ylläpitämisen esimerkiksi aikaisempien verensiirtotutkimuksien tuloksien osalta. Tietojärjestelmään kirjataan myös luovutetut, saapuneet ja poistetut verivalmisteet. Tietojärjestelmässä on myös ajankohtainen tieto verikeskuksessa olevista verivalmisteista. Jos niitä tarvitsee tilata lisää, hoitaa verikeskuksen työntekijä verivalmistetilauksen Suomen Punaisen Ristin Veripalvelusta. Hoitoyksikkö voi tehdä veritilauksia potilaalle järjestelmän kautta. Kaikki merkinnot ja toiminnot suoritetaan kirjautuneena omilla tunnuksilla. Järjestelmät siis auttavat huolehtimaan lakisäateisestä jäljitettävyydestä verensiirrosta, sillä siellä on esimerkiksi valmisteiden yksilölliset tiedot, päivämäärät ja verensiirrosta mukana olleiden henkilöiden tunnistet. (Savolainen ym. 2023.) Veripalvelulaissa on säädetty laatuja järjestelmistä, dokumentaatiosta, jäljitettävyydestä ja veriturvatoiminnasta. Jäljitettävyyden vuoksi kaikki verierät

täytyy voida jäljittää luovuttajasta vastaanottajaan, sekä päinvastoin. (Veripalvelulaki 197/2005, 7-10§.)

Verikeskuksen tehtävänä on raportoida omalta osaltaan verensiirrossa aiheutuneet haittavaikutukset, väärät verensiirrot tai verensiirron vaaratilanteet. Tätä kutsutaan veriturvatoiminnaksi, johon myös hoitoyksikkö osallistuu omien toimintojensa puolesta, jotta poikkeamia voidaan käydä läpi yhdessä ja löytää toiminnan parantamiskeinoja. Veriturvatoimintaan kuuluu myös verikeskuksen toimintojen luotettavuuden arviointia, koska se on kriittinen osa oikean veren valinnassa. (Savolainen ym. 2023.)

4 E-OPPIMATERIAALI

4.1 Teknologian hyödyntäminen

Teknologian kehittyessä on tullut uusia tapoja tuottaa oppimateriaaleja, joista erityisesti e-oppimateriaalit ovat nousseet suosioon. E-oppimateriaaleja on helppo hyödyntää oppimisen tukena, jos oppimateriaalin tekijä on perehtynyt teknologian antamiin pedagogisiin mahdollisuuksiin. Opetushallituksella on erilaisia luokitteluja erityyppisille e-oppimateriaaleille. Yhdessä luokittelussa kuvataan oppimateriaalit käytännön kautta, jossa isompia kokonaisuuksia ovat muun muassa verkkokurssit, wikit ja simulaatiot, kun taas pienempiä ovat arvioinnit, oppaat ja demonstraatiot. Toisessa luokittelussa taas puhutaan materiaalityypeistä, kuten oppimisaihio, teemakokonaisuus ja oheisaineisto. Hyvässä e-oppimateriaalissa teknologia tukee oppimista ja aiheen esittämistä. Pelkkä hyvä teknologian käyttö ei takaa hyvää e-oppimateriaalia, vaan sisällön täytyy keskittyä opittavaan aiheeseen ja aktivoida oppijan ajattelua. Koska e-oppimateriaaleja on paljon erilaisia, tarvitsee tekijän perehtyä teknologian tuomiin affordansseihin eli tarjoumiin, jotta teknologiaa osaa hyödyntää halutulla tavalla opettamisen tukena. Valitessa materiaalin tyyppiä, pitää miettiä sen käyttäjäkuntaa ja tarkoitusta, jotta siitä saataisiin pedagogisesti hyödyllinen. Tärkeintä e-oppimateriaalissa on, että oppimateriaali on tehty helppokäyttöiseksi, ulkoasultaan pedagogiseksi ja opittavaa aihetta tukevaksi. Muutoin itse sisältö voi olla haastavammin opittavissa, sillä oppijan resurssit kuluvat e-oppimateriaalin käyttöön. (Ilomäki 2012, 7-11.)

Erinäisiä tutkimuksia on tehty PowerPointin käytöstä opetuksessa verrattuna tavalliseen niin kutsuttuun liitutaulu opetukseen. Niissä on huomattu, että pelkästään PowerPointin käyttäminen ei auta opetuksessa, mutta sen ominaisuuksien hyvä ja oikeanlainen käyttäminen tuo etuja. Oppimateriaalin teossa pitäisi ennemminkin pohtia miten opittavan aiheen voisi esittää teknologian avulla sen sijaan, että käyttäisikö vain jotain tiettyä pohjaa miettimättä sen sopivuutta. (Baker, Goodboy, Bowman & Wright 2018, 376–387.)

4.2 E-oppimateriaalin sisältö

E-oppimateriaalissa tiedon voi esittää monilla eri tavoilla, kun materiaalin tyypejäkin on paljon. Tiettyjen aiheiden oppimiseen voi käyttää toiminnallisempia tai yhteisöllisempiä tapoja, kun taas osaan on parempi esityksellinen muoto. Myös sisällön määrä vaikuttaa materiaalityypin valintaan. Oppimateriaali on vain osa tietokäsityksen luomisesta, joten isommissa kokonaisuuksissa on tärkeää tuoda tietoa useilla eri tavoilla parhaan lopputuloksen saamiseksi. (Paavola, Ilomäki & Lakala 2012, 44-52.)

On erilaisia pedagogisia periaatteita, joilla e-oppimateriaalin sisällöstä saa onnistuneen. Joskus kuitenkin pieni oppimateriaali on hankala toteuttaa jokaisen periaatteen mukaisesti. Pienen oppimateriaalin kanssa on hyvä pohtia sen tarkoituksen mukaiset periaatteet. On hyvä aktivoida jo aikaisemmin opittua johdatellen uuteen aiheeseen, jotta uusi asia olisi helpommin sisäistettävissä. Oppijan ja materiaalin välillä olisi hyvä olla vuorovaikutusta, jonka avulla oppija pystyy tuomaan ajatuksiaan esille ja saamaan niistä palautetta. (Nurmi 2012, 55-58.) Tärkeää oppimateriaalissa olisi tuoda oppijoiden välille yhteisöllisyyttä esimerkiksi keskustelutehtävien avulla, jolloin he pystyvät

haastamaan omia ajatuksiaan toisten ajatusten avulla (Veermans & Lakkala 2012, 60). Oppimateriaalissa on hyvä ohjata asiantuntijamaiseen oppimiseen esimerkiksi tuomalla käytännön esimerkkejä havainnollistamaan aihetta (Ilomäki 2012, 64).

Opiskelijan motivaatiota pystyy tukemaan eri tavoilla riippuen materiaalin koosta ja halutun motivaation tyypistä. Tilannekohtaista ja yksilöllistä kiinnostusta, sekä itseluottamusta voi tukea yhdistämällä uutta aihetta aiemmin opittuun ja luomalla oppijalle onnistumisen kokemuksia. Esimerkiksi onnistumista edesauttaa tehtävän palautteen oikea-aikaisuus. E-oppimateriaalia tehdessä on hyvä pohtia sen visuaalisuutta ja käytettävyyttä, sillä nekin auttavat ylläpitämään oppijan motivaatiota. On kuitenkin tärkeää huomioida, ettei oppijalle saa luotua motivaatiota aiheeseen tyhjästä vaan oppijalla täytyy olla aiheeseen edes alustava mielenkiinto. (Veermans & Tapola 2012, 74-80.)

5 KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Kehittämistyön tarkoituksena on tehdä opas ja tentti terveysalan opiskelijoille laboratorion osasta verensiirtoprosessissa.

Kehittämistyön tavoitteena on, että oppaan ja tentin avulla opiskelija pystyy ymmärtämään laboratorion osallisuuden ja merkityksen verensiirrossa, jolloin potilaan verensiirtokin olisi turvallisempi.

6 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS

6.1 Menetelmä

Kehittämistyöllä tarkoitetaan jonkin konkreettisen ratkaisun luomista vastaamaan kohdattuun ongelmaan. Ratkaisuja voi olla esimerkiksi tuote, palvelu tai oppimateriaali. Kehittämistyömme luokitellaan toiminnalliseksi, koska meillä on konkreettinen tuotos ilman tutkimuksellista osaa. Kuitenkaan pelkkä tuotos ei ole opinnäytetyö vaan se vaatii myös raportin teon, jossa on teoreettinen viitekehys, kehittämistyön teon kuvaus ja pohdinnallinen osio. Teoreettinen viitekehys tuotettiin kirjallisuuskatsauksen tyyliä. (Vilka & Airaksinen 2003, 9-10, 41-42, 82-83.)

Työmme tarve on tullut toimeksiantajan tekemästä havainnoinnista, jonka pohjalta lähdimme kehittämään tuotosta. Tuotos arvioitiin kyselymenetelmällä, joka on määrällisen tutkimusmenetelmän mukainen. Kehittämistyöhön kuuluu tuotoksen arviointi, jonka avulla tuotosta kehitetään paremmaksi. Sen vuoksi kysely ei ole erikseen tutkimuksellinen vaihe. (Vilka & Airaksinen 2003, 58-59.)

6.2 Suunnittelu

Verensiirron ja verensiirtotutkimusten teoriaa keräsimme viidestä fyysisestä kirjasta, jotka löysimme aiheen rajauksen avulla Savonian Kuopion kampuksen kirjastosta. Käytimme myös verkossa olevia tutkimuksia, jotka etsimme koulun tarjoaminen tietokantojen avulla kuten PubMed ja Science Direct. Muutama lähde oli peräisin virallisilta sivuilta kuten Veripalvelun sivut, jossa tieto on ollut julkisesti saatavilla. Pari fyysistä kirjaa löytyi uudempana versiona e-kirjana, joihin pääsi koulun tunnuksilla käsiksi. Esimerkiksi kun aloitimme teorian kirjoittamisen, niin Savolaisen (2018) Verensiirto oppaasta oli tulossa päivitetty versio, jota sitten käytimme sen valmistuessa vanhemman version rinnalla e-kirjana. Vertasimme opinnäytetyöhön aiemmin kirjoitetun teorian asianpitävyyttä uudemman painoksen kanssa, emmekä huomanneet eroja jo kirjoitetuissa asioissa. Verensiirrosta laboratorion näkökulmasta oli hankala löytää uusia tutkimuksia, jotka olisivat tuoneet uutta perusasiaa liittyen meidän aiheeseemme, jonka vuoksi tukeuduimme olemassa olevaan teoriaan, joka on pysynyt pitkään jo samanlaisena. Sen vuoksi osa kirjoista on vanhempia ja osa vanhojen versioiden uusia päivitettyjä painoksia. Pohdimme myös oppikirjojen ja oppaiden tekijöiden ammattitustaa sekä mahdollisia aikaisempia julkaisuja.

E-oppimateriaalimme johtaa arviointiin ja on tarkoitettu tukemaan yksilön työskentelyä. Opetushallituksen mukaan laadukkaana pidettävän e-oppimateriaalin piirteitä ovat muun muassa teknisesti helppokäyttöinen, sisällöltään ja visuaaliselta ilmeeltään pedagoginen ja tavoitteita tukeva, sekä sitä voi hyödyntää joustavasti eri oppijoiden mukaan. Pyrimme oppaassa huomioimaan nämä piirteet, jotta sitä olisi mahdollisimman helppo hyödyntää ja se voisi edesauttaa terveystieteiden opiskelijoiden ymmärrystä laboratorion toiminnasta verensiirto-prosessissa. (Ilomäki 2012, 10–11.)

6.2.1 Opas

Kehittämistyönämme tehty opas on Opetushallituksen luokittelun mukaan ennemminkin esitys. Puhuimme kuitenkin kehitystyön osasta oppaana, koska se on pääasiassa informaatiopaketti

konkreettisen asian suorittamisesta, eikä keskity vain yhteen osaan verensiirtoprosessista yksityiskohtaisesti. Opetusmateriaalityyppinä kehitystyö sisältyy teemakokonaisuuteen, sillä opas tuli olemaan tekstillinen ja kuvituksellinen kokonaisuus liittyen verensiirtoon laboratorion näkökulmasta sekä sitä testaava tentti. (Ilomäki 2012, 8–9.)

Valitsimme oppaan muiden opetushallituksen luokittelemien kokonaisuuksien ylitse siksi, että koimme sen olevan paras tiedon määrälle, jonka siihen aioimme sisällyttää. Monet muut kokonaisuudet olisivat olleet joko liian isoja siihen nähden, mikä opiskelijoiden työmäärä on kurssilla, johon opas sisällytettiin tai liian pieniä teorian kertomiseen asianmukaisesti. Ajattelimme sen myös olevan helpompi käyttää itsenäisessä opiskelussa, kun se ei vaadi aikaa oppitunneilta tai erillistä luentoa. Halusimme oppaasta mahdollisimman vähätöisen kurssin opettajalle, joten opas ei vaadi kurssin opettajalta teorian avaamista opiskelijoille tai sen opettamista muutoin kuin se heidän opetussuunnitelmaansa kuuluu. Oppaaseen on koottu ydinasiat siitä, mitä laboratoriossa tapahtuu, kun otetaan verinäytteet verensiirtoa varten siihen asti, kunnes verivalmiste on luovutettu pyytäneelle yksikölle.

Esimerkiksi PowerPointilla tehdyt oppimateriaalit ovat esityksiä kuten tekemämme opas. Erinäisiä tutkimuksia on tehty PowerPointin käytöstä opetuksessa verrattuna tavalliseen niin kutsuttuun liitetaulu opetukseen. Niissä on huomattu, että pelkästään PowerPointin käyttäminen ei auta opetuksessa, mutta sen ominaisuuksien hyvä ja oikeanlainen käyttäminen tuo etuja. Tämän vuoksi ajattelimme, että pohjalla ei ole niinkään merkitystä vaan esitystavalla, joten aioimme panostaa käytettävyyteen ja esityksen eli oppaan ominaisuuksiin. (Baker, Goodboy, Bowman & Wright 2018, 376–387.)

6.2.2 Tentti

Kehittämistyöhömmme kuuluu myös tentti, jota voisi kutsua arviointiaihiksi. Arviointiaihiot ovat erilaisia materiaaleja, jolla oppija voi arvioida omaa toimintaansa tai minkä mukaan hänen oppimistaan arvioidaan. Se sisältää monivalintoja ja oikein tai väärin väittämiä, jolloin se ei sovellu kokonaisvaltaiseen arviointiin, mutta on erinomainen testaamaan pienen kokonaisuuden ymmärtämistä. (Jaakkola, Nirhamo, Nurmi & Lehtinen 2012, 14.)

Päädyimme monivalintatenttiin, koska koimme sen testaavan saatua tietoa riittävän hyvin, eikä se vaadi opettajalta lisätyötä tarkistuksen suhteen. Monivalintatentin on tutkimuksessa todettu auttavan tiedon oppimista. Tutkimuksessa oli kuitenkin laitettu testiryhmä tekemään monivalintatenttejä pitkin kurssia aina yhden osa-alueen jälkeen, mutta totesimme, että opas ei tule olemaan niin suuri, jotta osioilla kannattaisi olla omat tentit. (Bjork, Little & Storm 2014, 165-170.) On myös huomattu, että opiskelijoiden tunteet pysyvät positiivisempina, kun tentin tulos tulee heti ilmi, joka on myös monivalintatenttien etu (Daniels & Gierl 2017).

6.3 Toteutus

Kehittämistyön teko aloitettiin etsimällä teoriaa veriryhmäjärjestelmistä ja verensiirtotutkimuksista keväällä 2023. Samalla pohdimme eri alustojen mahdollisuuksia ja käytettävyyttä oppaan ja tentin

tekemiseen, mutta päädyimme Moodle-pohjaan kesällä 2023, jolle opas ja tentti valmistuivat syyskuussa. Etsimme myös teoriaa oppimateriaaleista, jotta tiesimme minkälainen e-oppimateriaali olisi paras meidän kehittämistyöllemme. Kehittämistyön tuotos oli pilotoitavana syyskuusta marraskuuhun, josta palautetta keräsimme palautekyselyllä.

Opas on tuotettu Moodle-pohjalla olevalle verkkokurssille kirja-aktiviteetilla. Opas on jaettu osiin laboratorioprosessin vaiheiden mukaan, sekä yksi osio käsittelee veriryhmäjärjestelmiä. Tutustuimme moniin eri sovelluksiin ja tapoihin, joilla oppaan olisi voinut tehdä, mutta valitsimme lopullisesti kirja-aktiviteetin, sillä sen avulla saimme tehtyä oppaan jäsennellysti suoraan Moodle-pohjalle, emmekä tarvinneet ulkoista työkalua sen tuottamiseen. Kirja-aktiviteetilla sai helposti lisättyä tekstiä ja kuvia, sekä järjesteltyä osiot ja niiden alaluvut selkeästi. Moodle-pohja taas valittiin sen vuoksi, että se on Savonian pääasiallinen oppimisympäristö ja sen avulla opas ja tentti on helppo jakaa opetettavan kurssin omalle Moodle-pohjalle. Aktiviteetin ja Moodle-pohjan käyttö on hyvin yksinkertaista, eikä siihen vaadita oppimateriaalin käyttäjältä normaalia tietoteknistä osaamista enempää.

Tentti tuotettiin Moodle-pohjalle tenttiaktiviteetilla, jotta se on samassa paikassa kuin opas ja helposti käytettävissä oppaan lukemisen jälkeen. Tenttiaktiviteetin valitsimme, koska sillä oli kätevin luoda haluamamme tentti ja sen voi tehdä koska vain ilman valvontaa. Päätimme kuitenkin lisätä tentille läpäisyyn vaadittavan prosenttimäärän sekä miinustettavan pistemäärän vääristä vastauksista, jotta ei kannattaisi arvailla tai vastata jokaista monivalinnan vaihtoehtoa. Tenttiin on tehtynä kaksikymmentä kysymystä kysymyspankkiin, josta kymmenen kysymystä arvotaan yhdelle suorituskerralle. Näin tehden kysymyksiä tulee olemaan kymmenen yhdellä suorituskerralla, mutta ne vaihtelisivat eri kerroilla. Toivoimme, että kysymysten vaihtelevuus vähentää vastausten jakamista opiskelijoiden kesken, sekä motivoisi tarkastelemaan oppaan teoriaa kokonaisuudessaan, eikä etukäteen katsottaisi tentin kysymyksiä ja sitten etsittäisi vastauksia suoraan.

6.4 Arviointi

Suoritimme tuotoksen arvioinnin pilotoimalla sen sairaanhoitajaopiskelijoilla. Liitteessä 1 on palautekyselyn kysymykset, joita on neljä kappaletta. Niin Moodle-pohjalla kuin kyselyn alussa korostimme kyselyn anonymiteettiä sekä sen vapaaehtoisuutta. Kerroimme myös mitä varten kysely on, ja että siihen vastaaminen olisi erittäin toivottavaa opinnäytetyömme kannalta. Pidimme kyselyn lyhyenä, jotta siihen olisi vaivattomampi vastata. Kysymykset kattavat oppaan ja tentin käytettävyyttä, sekä sen, että testaako tentti opiskelijoiden mielestä oppaan sisältöä. Loppuun laitoimme myös vapaan palautelaatikon siltä varalta, että jollekin tulee mieleen palaute tai huomio, jota emme itse ole tulleet kysyneeksi.

Pilotointimme ei onnistunut toivotulla tavalla, sillä vain yksi sairaanhoitajaopiskelija kävi vastaamassa palautekyselyyn. Tämän vuoksi tuotoksen luotettava arviointi jää puutteelliseksi. Olimme kuitenkin kysyneet sairaanhoitajaopiskelijoiden opettajan, sekä opinnäytetyön ohjaajan mielipidettä ennen kuin tuotos annettiin pilotoitavaksi, joiden perusteella teimme pieniä muutoksia. Lisäsimme kuvia ja muokkasimme tentin kysymyksiä ja hieman oppaan sisältöä. Opiskelijan antaman palautteen mukaan tuotos oli onnistunut ja sitä voisi käyttää opetuksessa.

7 POHDINTA

7.1 Toteutuksen ja tuotoksen arviointi

Oppimateriaali tehtiin Opetushallituksen e-oppimateriaalin laadun periaatteet mielessä pitäen siten, että Savonia pystyisi hyödyntämään oppimateriaalia sairaanhoitajien opetuksessa. Meidän oli hankala sisällyttää erilaisia keinoja toteuttaaksemme jokaisen periaatteen, sillä oppimateriaalimme on lyhyt kokonaisuus. Jotta saimme heräteltyä aikaisemmin opittua, teimme alkuun kertauksen yleisimmistä veriryhmistä, joita he olivat jo opiskelleet kurssillaan. Kun toimme esille uutta tietoa laboratorion osalta, liitimme käytännön esimerkkejä auttamaan asian oppimista. Monivalintatentin palaute tulee heti, jotta opiskelijan ei tarvitse odottaa ja jännittää tulosta täten menettäen itseluottamusta ja sitä kautta motivaatiota aiheeseen. Koska oppimateriaalimme on ilmiänsä ja käytettävyydeltään yksinkertainen, ei se vie opiskelijan resursseja itse asian oppimiselta. (Nurmi 2012, 55-58; Ilomäki 2012, 64; Veermans & Tapola 2012, 74-80.)

Meidän on hankala arvioida tuotoksen onnistumista pilotoinnin avulla, koska saimme kyselyyn vain yhden vastauksen. Tämän vuoksi tarkastelimme oppimateriaalia jälkepäin uudelleen laadun periaatteiden mukaisesti. Totesimme, että Moodle-pohja oli paras vaihtoehto oppimateriaalin sijainnille, sillä saimme siitä yksinkertaisen ja helposti käytettävän. Sitä on myös helppo päivittää tulevaisuudessa tarpeen tullen. Olisimme halunneet tehdä oppimateriaalista visuaalisemman, mutta silloin käytettävyys ja sisältö olisi kärsinyt, koska siitä olisi tullut monimutkaisempi ja työläämpi käyttää. Koimme, että kuvien lisääminen vain visuaalisuuden vuoksi ei tuo painoarvoa oppimateriaalin sisältöön. Halusimme, että oppaasta on helppo etsiä haluttu kohta, jonka vuoksi sisältö koottiin kirja-aktiiviteetilla jaotellen tarkkojen otsikoiden alle.

Mielestämme oppimateriaalimme onnistuu tuomaan esille laboratorion osallisuuden verensiirtoprosessissa miellyttävällä ja yksinkertaisella tavalla. Oppimateriaalista opittuja laboratorion prosessin vaiheita voi myös hyödyntää ymmärtämään muidenkin tutkimusten vaiheita, sillä jokaisella tutkimuksella on preanalyttinen, analyttinen ja postanalyttinen vaihe. On hankala arvioida oppimateriaalin onnistumista parantamaan potilasturvallisuutta, sillä oppimateriaalia käyttäneet eivät ole päässeet hyödyntämään opittua tietoa käytännössä.

7.2 Eettisyys ja luotettavuus

Kehittämistyössämme ei kenenkään henkilötietoja kerätä, levitellä tai säilytetä, jolla takaamme tietosuojan toteutumisen. Palautekysely on anonymi ja vapaaehtoinen, eikä vastauksista pysty päättelemään vastaajaa. Palautekyselyä varten ei tarvitse luoda käyttäjätunnusta tai kirjautua esimerkiksi koulun antamilla tunnuksilla. Moodle-pohjaa pääsee käyttämään Savonian antamilla henkilökohtaisilla tunnuksilla, jolloin pohjalle jää jälki siellä käynnistä, mutta nämä tiedot näkyvät vain ylläpitäjille. Kurssin ylläpitäjinä ovat me opinnäytetyön tekijät, sekä opinnäytetyön ohjaaja ja sairaanhoitajaopiskelijoiden opettaja. Tentin tulokset eivät myöskään näy muille kuin tentin tekijälle ja ylläpitäjille. Meidät poistettiin moodlepohjalta opinnäytetyön valmistumisen jälkeen, joten emme ole ylläpitäjiä oppimateriaalin ollessa opetuskäytössä.

Tuotos on osaltaan ainutlaatuinen, koska vastaavanlaista oppimateriaalia ei ole tehty bioanalyytikojen osallisuudesta verensiirtoprosessissa sairaanhoitajaopiskelijoille. Kuitenkaan aiheeseen tai käytännöntyöskentelyyn ei tuotoksemme tuo uutta, vaan se on uudenlainen tapa huomioida toisen ammattiryhmän osuutta eli tuoda moniammatillisuutta esiin verensiirtoprosessissa. Työllä voidaan edesauttaa verensiirtoprosessin kokonaistietämystä, jotta potilaan hoito onnistuisi mahdollisimman hyvin. Työn avulla sairaanhoitajaopiskelijat voivat jo opiskeluvaiheessa ymmärtää miksi laboratoriossa toimitaan verensiirron suhteen tietyllä tavalla, miksi tutkimuksissa voi kestää ja miksi tietyt tutkimukset tulee pyytää ennen verensiirtoa. Näiden ymmärtämisellä voidaan edesauttaa potilasturvallisuutta, ettei esimerkiksi potilaan hoito viivästyisi tai tulisi verensiirtoreaktioita.

Kehitystyössämme ei tuotu esille uusia tutkimuksia tai näkökulmia verensiirtoon liittyen, vaan käytimme valmista aiemmin tutkittua ja näyttöön perustuvaa teoriatietoa, joka kuitenkin on luotettavaa, koska samaa teoriaa löytyy monista eri lähteistä niin oppikirjoista kuin verkosta. Oppikirjat ja muut oppaat, joita käytimme työssä, oli asiantuntijoiden tuottamaa. Teoria on myös pysynyt samanlaisena vuosia, periaatteet ja teorian peruspilarit olivat raporttimme ja oppaan puolesta tärkeimmät ja sisältyivät aiheeseen. Pohjateoriaa on myös tutkittu ja todennettu vuosien saatossa erinäisin tutkimuksin, jonka vuoksi pidämme sitä todella luotettavana.

Oppimateriaalin teoriassa käytimme kolmea eri tutkimusta perustelemaan miksi valitsimme oppimateriaalin sijainniksi Moodle-pohjan. Tutkimuksia oli monia samanlaisilla tuloksilla, vaikkakin eri näkökulmista ja erilaisilla lähestymistavoilla. Monissa tutkimuksissa korostettiin sitä, että kaikki opetusmateriaalit eivät sovi jokaiselle, mutta pyrimme löytämään niiden perusteella tähän tarkoitukseen sopivan opetusmateriaalin ja sitä valintaa parhaiten perustelevat tutkimukset, joihin meillä oli käyttöoikeudet päästä lukemaan koko tutkimus.

Olemme pyrkineet referoimaan ja merkitsemään lähteet oikein, jotta emme loukkaa kenenkään tekijänoikeuksia. Oppaassa lähdeluettelo on etusivulla ja lähdeviitteet ovat merkitty asiayhteyteen. Raportissa olevat kuvat ovat meidän itse ottamia tai tekemiä. Oppaassa on kuvia Adobe Stock -palvelusta, joita pystyimme käyttämään opetusmateriaalissa oppilaitosisenssillä. Raportti on myös käytetty plagioinnin tarkkailuun tarkoitettussa Turnit-ohjelmassa, joka vertailee tekstin alkuperäisyyttä ja samankaltaisuutta.

7.3 Ammatillinen kasvu

Bioanalyytikon tutkinto-ohjelmassa osaamistavoitteissa on lueteltuna erilaisia pätevyydestä eli kompetenssista kertovia kohtia. Osa kohdista on täydentynyt tämän opinnäytetyön seurauksena, mutta suurin osa on tullut opittua opintojen aikana. Varsinkin laboratorioprosessia ja moniammatillisuutta tuli käytyä läpi syvällisemmin verensiirtoprosessin ja verensiirtoserologisten tutkimusten kautta. Meillä on jo paljon kokemusta alan töiden takia etenkin näyttötoista ja asiakaspalvelusta, jonka vuoksi esimerkiksi laadukas näyttötoisto ja potilasturvallisuus on jo tuttua. Haastavin vaihe opinnäytetyössä oli itse raportin teko, jonka vuoksi kehityimme varsinkin tiedonhaussa, eettisessä ajattelussa ja näyttöön perustuvan tiedon hyödyntämisessä. (Savonia ammattikorkeakoulu 2020.)

Opinnäytetyötä tehdessä syvennyimme veriryhmien syntymekanismeihin ja teoriaan, vaikka olemme käyneet immunohepatologiaan keskittyneen immunologian kurssin, joka on antanut hyvän syvällisen teoriapohjan aiheesta. Immunohepatologian harjoittelu verikeskuksessa havainnollisti laboratorion osallisuutta verensiirrossa käytännössä, joten tässä työssä oli helpompi kuvailla esimerkiksi analytiikkaa käytännönläheisemmin.

Koimme, että asiantuntijuutemme aiheesta parani työtä tehdessä ja opimme pohtimaan työmme merkitystä ja osuutta verensiirrossa toisen ammattiryhmän näkökulmasta. Työn aikana tuli pohdittua moniammatillisuutta ja jokaisen ammattiryhmän roolia verensiirrossa. Tämän vuoksi ymmärrämme paremmin osallisuutemme laboratorion työntekijöinä potilaan hoidossa.

7.4 Tuotoksen hyödynnettävyys ja kehittämisideat

Kehittämistyömme tuo onnistuneesti esille laboratorion osallisuuden verensiirtoprosessissa, jotta sairaanhoitajaopiskelijat pystyvät paremmin ymmärtämään prosessin kokonaisuudessaan. Toivomme sen myös heijastuvan heidän työelämässään vaikuttaen positiivisesti potilasturvallisuuteen, vaikka sitä on hankala lyhyessä ajassa arvioida. Oppimateriaalin tuoman ymmärryksen käyttämistä käytännössä pystyisi tutkimaan lisää pidemmän ajan kuluessa, jolloin voitaisiin huomata konkreettista parannusta verensiirron onnistumisessa. Aiheesta voisi myös tehdä videon jo töissä oleville verensiirtoja tekeville, jossa kerrottaisiin lyhyesti laboratorion osallisuus.

LÄHTEET

Baker, James P., Goodboy, Alan K., Bowman, Nicholas D. & Wright, Alyssa A. 2018. Does teaching with Powerpoint increase students' learning? A meta-analysis. *Computer & Education* 126, 376-387. Julkaistu 11.8.2018. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.003>. Viitattu 28.4.2023.

Bjork, Elizabeth, Little, Jeri & Storm, Benjamin 2014. Multiple-choice testing as desirable difficulty in the classroom. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition* 3 (3), 165-170. Julkaistu 26.3.2014. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2014.03.002>. Viitattu 22.1.2023.

Daniels, Lia & Gierl, Mark 2017. The impact of immediate test score reporting on university students' achievement emotions in the context of computer-based multiple-choice exams. *Learning and Instruction* 52, 27-35. Päivitetty 25.9.2017. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.04.001>. Viitattu 28.4.2023.

Hänninen, Auli 2003. Verensiirtotutkimukset. Teoksessa Ilkka Penttilä (toim.) *Kliiniset Laboratoriotutkimukset*. Porvoo: WS Bookwell Oy. Viitattu 11.10.2023.

Ilomäki, Liisa 2012. Laatusuhteita E-oppimateriaaleihin, E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessä. Teoksessa Opetushallitus & Ilomäki, Liisa (toim.) *Verkkokirja*. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatusuhteita_e-oppimateriaaleihin_2.pdf. Viitattu 28.10.2023.

Jaakkola, Tomi, Nirhamo, Lassi, Nurmi, Sami & Lehtinen, Erno 2012. Laatusuhteita E-oppimateriaaleihin, E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessä. Teoksessa Opetushallitus & Ilomäki, Liisa (toim.) *Verkkokirja*. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatusuhteita_e-oppimateriaaleihin_2.pdf. Viitattu 28.10.2023.

Johns, Gretchen Schaefer, Gockel-Blessing, Elizabeth A., Zundel, William & Denesiuk Lisa 2015. *Clinical laboratory blood banking and transfusion medicine: principles and practice*. 1. painos. Yhdysvallat: Pearson Education Inc. Viitattu 20.4.2023.

Kananen, Jorma 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä: Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy. Viitattu 7.11.2023.

Koivusalo, Leena, Sainio, Susanna & Sareneva, Hannele 2021. Verivalmisteiden käytön opas 2021. Suomen Punainen Risti, Veripalvelu. <https://www.veripalvelu.fi/ammattilaiset/verensiirto/verivalmisteiden-kayton-opas/>. Viitattu 20.4.2023.

Laposata, Michael & McCaffrey, Peter 2022. *Clinical laboratory methods, atlas of commonly performed tests*. New York: McGraw Hill. Viitattu 8.9.2023.

Lääkevalmisteiden pakkauselosteet: hakusana octaplasLG infuusioneste, liuos 45-70 mg/ml. 2020. Verkkopainos. Päivitetty 11.01.2021. https://laakeinfo.fi/Medicine.aspx?m=&d=2101332&i=OCTAPHARMA_OCTAPLASLG_OCTAPLASLG+infuusioneste%2c+liuos+45-70+mg%2fml. Viitattu 13.10.2023.

Miettinen, Marja 2022. *Näytteenottajan käsikirja*. 3. Painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. Viitattu 8.9.2023.

Nurmi, Sami 2012. Laatusuhteita E-oppimateriaaleihin, E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessä. Teoksessa Opetushallitus & Ilomäki, Liisa (toim.) *Verkkokirja*. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatusuhteita_e-oppimateriaaleihin_2.pdf. Viitattu 7.11.2023.

Savolainen, Eeva-Riitta, Koski, Tomi, Mahlamäki, Eija, Sainio, Susanna, Salmela, Katja & Tienhaara, Anri 2018. Verensiirto-opas. 1. Painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 20.4.2023.

Savolainen, Eeva-Riitta, Ekblom-Kullberg, Susanne, Korhonen, Anu, Koski, Tomi, Okkonen, Marjatta, Sainio, Susanna, Salmela, Katja, Sareneva, Inna, Sivula, Mirka, Tienhaara, Anri & Vuolle, Meri 2023. Verensiirto-opas. E-Kirja. Duodecim Terveysportti. Viitattu 28.4.2023.

Savonia ammattikorkeakoulu 2020. Bioanalyytikon tutkinto-ohjelman opinto-opas. Immunology (advanced) / Immunologia. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/opiskele-tutkinto/tutkinnot-ja-hakeminen/opetussuunnitelmat/?yks=KS&krtid=1343&tab=6&krtid2=96476>. Viitattu 8.11.2023.

Savonia ammattikorkeakoulu 2020. Bioanalyytikon tutkinto-ohjelman opinto-opas. Osaamistavoitteet. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/opiskele-tutkinto/tutkinnot-ja-hakeminen/opetussuunnitelmat/?yks=KS&krtid=1343&tab=2>. Viitattu 12.11.2023.

Savonia ammattikorkeakoulu 2023. Sairaanhoidajan tutkinto-ohjelman opinto-opas. Sisätautia sairastavan hoitotyö. Verkkojulkaisu. <https://opinto-opas.peppi.savonia.fi/15594/fi/10887/16775/867/0/59943>. Viitattu 8.11.2023.

Savonia ammattikorkeakoulu julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/tutustu-savoniaan/tietoa-savoniasta/>. Viitattu 12.10.2023.

Tapola, Hilikka 2003. Näytteiden käsittely ja lähettäminen sekä kuljetus. Teoksessa Ilkka Penttilä (toim.) Kliiniset Laboratoriotutkimukset. Porvoo: WS Bookwell Oy. Viitattu 11.10.2023.

Veermans, Marjaana & Lakkala, Minna 2012. Laatua E-oppimateriaaleihin, E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Teoksessa Opetushallitus & Ilomäki, Liisa (toim.) Verkkokirja. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatua_e-oppimateriaaleihin_2.pdf. Viitattu 7.11.2023.

Veermans, Marjaana & Tapola, Anna 2012. Laatua E-oppimateriaaleihin, E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Teoksessa Opetushallitus & Ilomäki, Liisa (toim.) Verkkokirja. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatua_e-oppimateriaaleihin_2.pdf. Viitattu 8.11.2023


Veripalvelulaki 197/2005. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050197>. Viitattu 28.10.2023.

Vilkka, Hanna & Airaksinen, Tiina 2003. Toiminnallinen oppinäytetyö. Helsinki: Tammi Oy. Viitattu 8.11.2023.

LIITE 1: PALAUTEKYSELY



Palautekysely VRONT

 Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (*)

Tämä on palautekysely koskien "Verensiirto Bioanalyytikon Näkökulmasta" -opinnäytetyön tuotosta varten (Moodle-pohja). Kyselyyn vastaaminen on täysin vapaaehtoista, joskin toivottavaa opinnäytetyön takia. Vastaaminen on anonyymia, emmekä yksilöi vastauksia työssämme, vaan vastauksista tehdään yhteenveto.

Kysymykset liittyvät oppaan ja tentin käytettävyyteen, sekä lopuksi on vapaan palautteen laatikko, johon voi kirjoittaa omin sanoin esimerkiksi kehitysideoita tai jos jokin kohta oli erityisen onnistunut.

Kiitämme etukäteen vastauksista! -Mira ja Jatta, TB20SP

Opas.

(1=Epäonnistunut, 2=Osittain epäonnistunut, 3=En osaa sanoa, 4=Osittain onnistunut ja 5=Onnistunut.) *

	1	2	3	4	5
Oppaan luettavuus *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppaan visuaalinen ilme *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aihealueiden jäsentely *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oppaan helppokäyttöisyys *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tentti.

(1=Epäonnistunut, 2=Osittain epäonnistunut, 3=En osaa sanoa, 4=Osittain onnistunut ja 5=Onnistunut.) *

	1	2	3	4	5
Testasi oppaan sisältöä *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tentin helppokäyttöisyys *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kysymysten määrä *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tukivatko tentti ja opas toisiaan? *

- Kyllä
 Ei
 En osaa sanoa

Vapaa palaute. (Risut ja ruusut)

Lähetä