



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Sari Vauhkonen

## Hematologian oppimistehtäviä

Materiaalin tuottaminen digitaaliseen opintoportaaliin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Bioanalytiikka (AMK)

Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

Toiminnallisen opinnäytetyön raportti

16.4.2019

Tekijä Otsikko	Sari Vauhkonen Hematologian oppimistehtäviä
Sivumäärä Aika	34 sivua + 1 liite 16.4.2019
Tutkinto	Bioanalyttikko (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Bioanalytiikka
Ohjaajat	Lehtori Merja Ojala Lehtori Heidi Malava
<p>Opiskelun digitalisoituminen asettaa sekä opiskelijat että opettajat uusien haasteiden eteen. Oppiminen tapahtuu erilaisissa verkko-ympäristöissä ja edellyttää sujuvaa liikkumista ympäristöstä toiseen sekä informaatiolukutaitoa. Bioanalyttikkokoulutuksen digitalisoimista suunnitellaan BioDigi hankkeessa, jossa Suomen ammattikorkeakoulut yhdistävät ja yhdenmukaistavat bioanalytiikan opintomateriaalinsa yhteiseen opintoportaaliin. Tässä opinnäytetyössä on laadittu kirjallisia oppimistehtäviä portaalin hematologian moduuliin. Tehtävät on laadittu englanniksi, koska opintoportaali tulee olemaan englanninkielinen. Tehtävistä on laadittu myös laajempi, vastausmallit sisältävä versio opettajien käyttöön.</p> <p>Tehtävät kattavat kaksi osiota: hematopoeesin teorian ja solumorfologian sekä veren kuvan tutkimisen. Ensimmäisessä osiossa perehdytään hematopoeesin perusteisiin ja käydään läpi multipotentit hematopoeettiset kantasolut, opetellaan eri solulinjat ja niiden kehitysvaiheet, verisolujen tehtävät verenkierrossa sekä pohditaan solumorfologian haastekohtia. Osion toisella puoliskolla tunnistetaan kirjallisen kuvauksen perusteella erytrosyytteihin liittyviä abnormaliteetteja. Epäkypsän ja epätyypillisen solun merkityksen ymmärtämistä testataan soveltavilla tehtävillä. Toisessa osiossa opiskellaan veren kuvan viitearvoja, esitetään veren kuvan parametrien matemaattiset kaavat sekä selitetään kaavojen merkitys ja yhteys solumorfologiaan. Leukosyyttien tehtävät kerrataan, kun ne yhdistetään viitearvoihin ja potilaan terveydentilaan. Automatisoiduista verenkuvan analysaattoreista selitetään menetelmien periaatteet ja laaduntarkkailu. Pohdintatehtävässä opiskelija miettii bioanalyttikon vastuuta ja analysaattorien ilmoittamien tulosten luotettavuutta. Laaduntarkkailua käsitellään soveltavassa tehtävässä. Lopuksi tarkastellaan Sysmex XS1000i:n verenkuvatulosteita ja vastataan niitä koskeviin kysymyksiin.</p> <p>Oppimistehtävien laajuus ja vaikeusaste vaihtelevat. Osa edellyttää laajempaa perehtymistä hematologian lähteisiin ja esseevastausta, osa opitun soveltamista ja päättelyä, osa lyhyitä vastauksia. Tavoite oli tuottaa rajatun aihealueen teorian tuntemusta ja soveltamista vahvistavia tehtäviä ja se toteutui hyvin. Tehtävät läpikäyvät hematologian keskeisen teorian, edellyttävät opitun asian miettimistä uudesta näkökulmasta eli ne kertaavat, kun samalla opettavat uutta. Opittuja asioita voidaan näin yhdistää ja kytkeä laajempiin asiakokonaisuuksiin mikä vahvistaa syväoppimista.</p>	
Avainsanat	Digitaalinen oppimisympäristö, verisolu, verenkuva

Author Title	Sari Vauhkonen Learning Studies of Hematology
Number of Pages Date	34 pages + 1 appendice 16 April 2019
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Biomedical Laboratory Science
Specialisation option	Biomedical Laboratory Science
Instructors	Merja Ojala, Lecturer Heidi Malava, Lecturer
<p>Students and teachers meet new challenges when learning becomes digital. Learning takes place in different network environments which require capability to move effortlessly from one environment to another and information literacy. Finnish universities of applied sciences are combining and standardizing the degree programme of biomedical laboratory science by creating a shared digital study portal. In this thesis I have made literal learning studies for the hematology module in the study portal. For teachers I have made a larger version which includes answers and explanations what type of an answer is expected.</p> <p>Studies cover two areas of hematology: 1) theory of hematopoiesis and blood cell morphology and 2) blood count and methods. In the first part, student learns the multipotent hematopoietic stem cells, the cell lineages of blood cells and functions that blood cells have in blood circulation. Student reflects the challenges of cell morphology. Student recognizes abnormalities of the erythrocytes in a textual description. The significance of understanding difference between immature and abnormal cell is tested by an applied study. In the second part, student learns reference values of the blood count, defines the mathematical formulas of parameters in blood count, explains their meaning and connection to cell morphology. Functions of the leukocytes are rehearsed when they are connected to reference values and health condition of a person. Student explains principals of methods used by automated blood cell analyzers. In a reflection study, student evaluates responsibility of the biomedical laboratory scientist and reliability of the results given by an automated analyzer. Quality control issue is processed in an applied study. Finally student studies some blood count results analyzed by Sysmex XS1000i and answers questions concerning them.</p> <p>There is a variation in extent and complexity of the studies. Some of them necessitate deeper search of the hematologic resources and essay answer when shorter answer is perfect for some other. Some studies require applying the resource material and making conclusions. The aim of this thesis was to produce literal learning studies that strengthen both knowledge of the theory and appliance of the defined subject. This was accomplished. The studies involve the essential theory of hematology and require evaluation of the studied subjects from new perspectives. Student rehearses same time as he/she studies a new. This way studied subjects can be connected and integrate into larger contexts which strengthen the deep learning.</p>	
Keywords	Digital learning environment, blood cell, blood count

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja kehitystehtävät	2
3	Digitaaliset verkko-oppimisympäristöt	3
3.1	Verkko-opetus, oppiminen verkossa ja verkko-oppimisympäristöt	3
3.2	Lähiopetuksen ja verkko-opetuksen vertailua opiskelijoiden näkökulmasta	3
3.3	Konstruktivistinen oppimisteoria opintosuunnitelmien pohjana	4
3.4	Digitaalisen oppimisympäristön moninaisuus	5
3.5	Konnektivismi ja informaatiolukutaito	6
3.6	Syväoppimisen merkitys korkeakoulutuksessa	7
3.7	BioDigi hanke	8
4	Verisolujen kehittyminen ja tehtävät sekä veren kuvan tutkiminen	9
4.1	Hematopoieesi ja hematopoieettiset kantasolut	9
4.2	Valkosolujen ja verihiutaleiden kehityslinjat	10
4.2.1	Lymfaattinen solulinja: lymfosyytit	10
4.2.2	Myeloinen solulinja: granulositytit, monosyytit ja trombosyytit	11
4.3	Erytropoieesi ja punasolut	12
4.4	Verisolun morfologia	12
4.4.1	Punasolun morfologia	13
4.4.2	Valkosolun morfologia	14
4.5	Verisolujen tehtävät verenkierrossa	15
4.6	Veren kuvan tutkiminen	17
4.7	Veren kuvan parametrit	17
4.7.1	Perusverenkuva	17
4.7.2	Täydellinen verenkuva	18
4.8	Veren kuvan tutkimisen menetelmät	18
4.9	Verenkuva-analysaattorit bioanalytiikan työssä	19
4.10	Verenkuvatutkimusten laaduntarkkailu	21
5	Opinnäytetyön toteuttaminen	21
5.1	Lähtötilanteen kartoitus	21
5.2	Kohderyhmä ja hyödynsaajat	22
5.3	Menetelmälliset lähtökohdat, toiminnan kuvaus ja työskentelyn eteneminen	22
6	Opinnäytetyön tuotos	26

7	Pohdinta	29
7.1	Tuotoksen tarkastelu	29
7.2	Eettisyys ja luotettavuus	30
7.3	Tuotoksen hyödyntäminen ja kehitysehdotukset	31
7.4	Ammatillinen kasvu	32
	Lähteet	33
	Liite	
	Oppimistehtävät	

## 1 Johdanto

Kliinisen hematologian opinnot ovat keskeinen osa bioanalyytikon ammattikorkeakoulututkintoa. Niihin kuuluu sekä teoriaopintoja että käytännön laboraatioharjoituksia. Oppimisen varmistamiseksi opiskelija tekee myös oppimistehtäviä, joissa hän joutuu soveltamaan oppimaansa, etsimään tietoa asianmukaisista lähteistä sekä pohtimaan opiskeluaan ilmiöitä eri näkökulmista. Nykyisen opintosuunnitelman puitteissa opiskellaan hyvin paljon itsenäisesti, joko yksinään tai pienessä ryhmässä, jolloin opiskelijan motivaatio ja itseohjautuvuus ovat keskeisessä asemassa oppimistulosten saavuttamisessa. Erityisesti oppimistehtävät kuuluvat tämän itseopiskelun piiriin, jolloin niiden tulee olla selkeitä, pohtimaan ohjaavia sekä kurssin oppisisällön hyvin kattavia. Ideaalitalanteessa opiskelijan innostus aiheeseen jatkuu tehtävien ratkaisun jälkeenkin aihealueeseen paneutumisella.

Verkko-opiskelusta on muodostunut olennainen osa nykypäivän ammattikorkeakouluopiskelua. Osa opinnoista suoritetaan itsenäisesti omalla ajalla verkkoalustan kautta, vaikka tutkinto-ohjelmaan kuuluisi myös lähiopetusta ja kyse olisi päiväopiskeluna toteutettavasta tutkinto-ohjelmasta. Bioanalyytikon tutkinto-ohjelman teoriaopintoihin kuuluvia luentoja järjestetään verkossa ja osa tenteistä suoritetaan verkossa. Toistaiseksi verkkoalustat ovat olleet suljettuja ja koulukohtaisia, mutta eri korkeakoulujen yhteiset alustat, avoimuus ja helppo pääsy opintojen tietosisältöihin ovat tulevaisuutta. Kansainvälistyminen asettaa sisällöille myös omat tavoitteensa: sisältöjen tulee olla saatavilla englannin kielisinä. (Opetus- ja kulttuuriministeriö: Digitaaliset oppimisympäristöt.)

Hematologia tarkoittaa verta ja verisairauksia tutkivaa lääketieteen alaa. Kliininen laboratoriotyö on bioanalyytikon keskeisin vastuu- ja osaamisalue hematologiassa, josta hän tarvitsee riittävän laaja-alaista teoretietoa sekä laboratoriotyössä käytettävien teknologisten sovellusten toimintaperiaatteiden sekä luonnontieteisiin perustuvien menetelmien tuntemusta. Eri ammattikorkeakouluissa hematologian sisällöt jakautuvat eri kursseihin. Esimerkiksi hematologian ydinasioihin kuuluvan verisolumorfologian opiskelu aloitetaan Metropolia Ammattikorkeakoulussa ennen kliinisen hematologian kurssia, solubiologian, solumorfologian ja sytologian kurssin yhteydessä (Opetussuunnitelmat/Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma). Verisolujen tunnistaminen ja kehitysvaiheiden tuntemus luovat hyvän pohjan laajemmalle kliinisen hematologian opiskelulle. Niiden tunnistamista harjoitellaan runsaasti sekä luennoilla, verkkotehtävien muodossa sekä laboraatioissa, joissa soluja

tunnistetaan valomikroskoopilla kokoverinäytteestä tehdyistä sivelyvalmisteista. Laboratorioissa käytössä olevat automaattiset analysaattorit eivät ole poistaneet täysin solun tunnistukseen harjaantuneen laboratorioammattilaisen tarvetta, sillä poikkeavien solulöydösten kohdalla analysaattorit toimivat lähinnä seulojina, jolloin näyte on tarkastettava mikroskooppisesti (Savolainen - Tienhaara 2015: 89).

Tässä opinnäytetyössä rakennan kattavan, englanninkielisen oppimistehtäväkokonaisuuden klinisen hematologian ammattikorkeakoulututkintoon kuuluvista, keskeisistä opintosisällöistä verkkoympäristöä varten. Opinnäytetyölle on tarvetta korkeakoulujen tiivistäessä yhteistyötään ja pyrkiessä yhtenäistämään tutkintojen sisältöjä. Kansainvälistyvässä koulutusmaailmassa tarvitaan englanninkielistä materiaalia, joten sisältö tuotetaan valmiiksi englanniksi. Opinnäytetyö on tarkoitettu ammattikorkeakoulujen bioanalytiikan opiskelijoille, opettajille, kansainvälisille vaihtopöpiläille sekä koulutusviennin käyttöön.

## **2 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja kehitystehtävät**

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tuottaa hematologian kirjallisia oppimistehtäviä Bio-Digi hankkeessa mukana olevien ammattikorkeakoulujen yhteiseen verkkoportaaliin. Tehtävien aiheet rajautuivat hematologian moduulin kahteen osioon: hematopoeesin teoriaan ja verisolumorfologiaan sekä verenkuvaan ja sitä tutkiviin menetelmiin, jotka muodostavat yhteensä 4 opintopistettä.

Tavoitteena on luoda rajattujen aiheiden teorian tuntemusta ja soveltamista vahvistavia harjoituksia, joissa opiskelija joutuu pohtimaan oppimaansa eri näkökulmista. Tehtävien kysymyksenasettelu ohjaa opiskelijaa tilanteeseen, jossa hän joutuu miettimään edellisessä kohdassa oppimaansa jälleen uudesta näkökulmasta. Täten opiskelija vähitellen muodostaa yksittäisiä vastauksia laajemman kokonaiskuvan aiheesta. Tavoite on myös ohjata opiskelijaa omaehtoiseen tiedonhakuun ja eri lähteiden vertailuun.

### 3 Digitaaliset verkko-oppimisympäristöt

#### 3.1 Verkko-opetus, oppiminen verkossa ja verkko-oppimisympäristöt

Verkko-opetuksella viitataan opetukseen, opiskeluun ja oppimiseen, josta vähintään osa tapahtuu tietoverkkojen, erityisesti Internetin välityksellä tavoitettavien sisältöjen puitteisissa. Kyse on yleensä monimuoto-opetuksesta, sillä useimmiten opiskelu sisältää jonkin verran myös perinteistä kasvokkain tapahtuvaa opiskelua. Joskus verkko-opetuksen sijasta käytetään korostetusti ilmaisua oppiminen verkossa, kun halutaan välttää se käsitys, että verkko-oppiminen olisi jokin uusi oppimisen laji. Termi oppimisympäristö on syntynyt alun perin korvaamaan termiä opetussuunnitelma ja sillä on haluttu painottaa siirtymistä tavanomaisesta luentotyypisistä opetuksesta poikkeaviin opetustapoihin, joissa oppija vastaa enemmän omasta oppimisestaan eikä ole pelkästään tiedon vastaanottaja. Termi ei kuitenkaan ole yksiselitteinen, sillä oppimisympäristö voidaan ymmärtää myös pelkästään teknisenä sovelluksena tai verkkoon rakennettuna oppimislustana. Laajempaan oppimisympäristön käsitteeseen voi kuulua koko opiskeluun liittyvä ympäristö työvälineineen, käytäntöineen, oppisisältöineen ja sosiaalisine ulottuvuuksineen. Oppimisympäristön yhteydessä käytetään joskus termiä avoin. Senkin merkitys vaihtelee. Se voi tarkoittaa verkon oppisisältöjen tavoitettavuutta ajasta ja paikasta riippumatta, mutta se voi tarkoittaa myös sitä, että oppija voi edetä oman aikataulunsa mukaisesti. (Leinonen 2008: 60-61.)

#### 3.2 Lähiopetuksen ja verkko-opetuksen vertailua opiskelijoiden näkökulmasta

Verkko-oppimisen etuna nähdään luonnollisesti sen joustavuus, opiskelu omassa tai itse valitussa tilassa sekä koululle ja sieltä pois siirtymisen vaivan ja siihen kulutetun ajan poistuminen. Tämä näkemys tuli esiin Arizonan yliopiston opiskelijoiden keskuudessa tehdystä tutkimuksesta, jossa opiskelijat arvioivat lähi- ja etäopiskelun hyviä ja huonoja puolia. Opiskelijat pitivät erityisesti verkko-oppimisen etuna parempaa oman ajan hallintaa sekä mahdollisuutta hoitaa useampaa asiaa samaan aikaan eli multitaskata. Negatiiviset puolet jakautuivat kahteen kategoriaan: vähäiseen kommunikointiin ja teknisiin ongelmiin verkkokurssien toteutuksissa. Yhteisöllisyyden tunne jäi opiskelusta puuttumaan silloin, kun kanssakäyminen muiden opiskelijoiden kanssa oli vähäisempää. Monet kokivat lähiopetuksen kautta olevansa paremmin osa yhteisöä ja yliopistoa. Teknisesti kurssien toteutuksissa opiskelijat kokivat ongelmina ohjaajien puutteelliset tekniset taidot sekä yhteyksissä olleet tekniset ongelmat. Muutamat opiskelijat näkivät puutteita

myös omissa teknisissä taidoissaan. Lähiopetuksen hyvänä puolena koettiin selkeämmät tehtävänannot ja parempi ymmärrys siitä mitä ohjaajat opiskelijoilta odottivat. Tämä saavutettiin, kun voitiin sekä ohjaajien että kurssitovereiden kanssa saman tien keskustella tehtävänannoista. Jotkut kokivat myös spontaanisti syntyvien keskustelujen kautta tulevaisuutta ylipäättään paremmin tietoisiksi käsiteltävistä aiheista. Verkko-opinon negatiiviset puolet ja lähiopiskelun hyvät puolet löytyivät selkeästi välittömän interaktion puutteesta tai mahdollisuudesta. Kasvokkain tapahtuvan opiskelu edesauttoi interaktion syntymistä. Aivan näin yksiselitteistä tämä ei kuitenkaan ollut. Jotkut vastaajista kokivat lähiopetuksessa toisten opiskelijoiden käyttämät puheenvuorot ja mielipiteenilmaukset turhan paljon aikaa vieviksi. Niinikään verkko-opetuksen etuna koettiin se, että verkko-opetuksessa myös ujut yksilöt tuovat helpommin ajatuksiaan julki. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että verkkokurssien toteutusten laatua tulisi parantaa, sillä niitä pidettiin yleisesti ottaen heikompaan laatuun kuin lähiopetusta. Tutkimus osoitti myös, että kurssiryhmän opiskelijoiden persoonallisuudet ja asenteet vaikuttavat eniten siihen miten he kokevat lähiopetuksen ja verkko-opetuksen edut ja haitat. Kaikille parhaiten sopivaa ratkaisua ei ole. (Houzouri Humpreys - Konomos 2010: 45-54.)

### 3.3 Konstruktivistinen oppimisteoria opintosuunnitelmien pohjana

Konstruktivistinen oppimisteoria on viime vuosikymmeninä vakiintunut teoriaksi, jonka pohjalta opintosuunnitelmat rakennetaan myös korkeakoulutuksessa. Eri asiantuntijat määrittelevät konstruktivistista oppimisteoriaa hieman eri tavoin johtuen teorian monisyisyydestä mikä mahdollistaa erilaiset painotukset, mutta tiivistetysti sen voi sanoa lähtevän ajatuksesta, että oppija on itsenäinen toimija, joka tietoisesti rakentaa oppimaansa aiempien käsitystensä varassa ja uutta tietoa niihin sovitellen ja luo lopulta itselleen kokonaan uuden käsityksen asiasta. (Jarva 2006: 9.) Sen voi tiivistää myös oppijan aktiiviseksi henkiseksi työskentelyksi, jossa muut voivat toimia vain malleina tai tukijoina. Usein konstruktivismi esitetään vastateorian perinteiselle käsitykselle oppimisesta passiivisena tiedon vastaanottamisena, mutta käsitys on karrikoitu. Varhaisemmatkaan oppimisteoriat eivät perustuneet pelkästään mekanistiseen tiedonsiirtoon. (Puolimatka 2002: 82, 238.)

Konstruktivistinen opetus korostaa oppijan aktiivista roolia oman oppimisensa rakentamisessa, jolloin opettajan rooli on tukea oppijan itsenäistä prosessia omien käsitysten ja ajatusmallien muokkaamisessa. Tällöin oppilaantuntemus muodostuu tärkeäksi, sillä oppilaan ennakkokäsitys opiskeltavasta aiheesta voi olla vahva ja poiketa tieteellisestä

käsityksestä tai oppikirjan määritelmästä. Jotta opettaja kykenisi tukemaan oppilasta uuden tiedon muodostuksessa, pitäisi hänen tietää miten ja mistä lähtökohdista oppilas on ennakkokäsityksensä muodostanut. Onhan konstruktivistisen oppimisen ilmeinen riski se, että oppija konstruoi uutta tietoa valikoidusti ennakkokäsitystään tukemaan tai päätyy itsenäisesti virheelliseen päätelmään aiheesta. Syynä tähän voivat olla puutteet ennakkokäsitystä haastavissa lähteissä, oppilaan motivaatiossa tai käsitteellisissä välineissä. Opetuksellinen lähestymistapa tulisi valita puutteen luonteen mukaan. Lisäksi riski syntyy opettajan tehtävästä antaa oppilailleen arvosanoja. Opiskelija voi ilmaista käsityksensä opettajaa miellyttämään mukautetussa muodossa, vaikka ei aidosti asiaa ymmärtäisikään esittämällään tavalla. (Puolimatka 2002: 242.)

Erilaiset konstruktivistiset tulkinnat näkevät oppimisen yksilöllisen ja yhteisöllisen luonteen eri tavoin. Tulkinnat voidaan jakaa kolmeen ryhmään: yksilön aktiivisuutta ja yksilön oppimisprosessin ainutkertaisuutta painottavaan suuntaukseen, ryhmän roolia ja yhteistyötä korostavaan suuntaukseen sekä tieteenalakohtaiseen muunnelmaan, jossa opiskelijaa rohkaistaan sekä perehtymään tieteellisiin menetelmiin että käyttämään niihin pohjautuvia välineitä. (Puolimatka 2002: 239.)

### 3.4 Digitaalisen oppimisympäristön moninaisuus

Opiskelu digitaalisessa verkko-oppimisympäristössä voi olla sekä yksilötyötä että ryhmätyötä, sillä erilaiset teknologiset ratkaisut mahdollistavat myös opiskelijoiden välisen yhteydenpidon ja neuvottelun virtuaalisessa ryhmätyössä. Puhutaan virtuaalisista tiimeistä. Dokumentit voidaan jakaa ja työstää niitä yhdessä yhtä aikaa. Myös sosiaalisen median käyttö voi olla konkreettinen osa opiskelua, ei pelkästään opiskelijoiden muun sosiaalisen kanssakäymisen kanava. YouTubea on käytetty laajasti erilaisten opetusvideoiden jakamiseen ja sen on todettu toimivan erityisen hyvin terveystiedon ymmärryksen parantamisessa. Sitä on käytetty myös klinisten harjoittelumateriaalien julkaisukanavana. (Hu 2015: 17-19.)

Digitaalisten oppimisympäristöjen moninaistuminen laajentaa opiskelijan roolia itsenäisestä oman tiedon konstruoijasta monimutkaisempien tieto- ja henkilöverkostojen keskellä toimivaksi, aktiiviseksi tiedon moderoijaksi. Verkostoituneen opiskelijan on esitetty toimivan neljän erilaisen verkostotyypin solmukohdassa:

- 1) Tiedon hallinnoinnin verkosto - kirjastot, tietokannat, kurssimateriaalit, alan tutkimukset, lähteet ja asiantuntijat.
- 2) Kontaktien verkosto - opettajat, asiantuntijat, ystävät, kurssitoverit, perhe ja kollegat.
- 3) Synkronoitujen kommunikointivälineiden verkosto - videokonferenssit, pikaviestintävälineet, mobiilit tekstiviestivälineet.
- 4) RSS -syötteiden verkosto - blogit, wikit, podcastit ja sosiaaliset verkostot.

Opiskelija luo oman henkilökohtaisen verkostonsa, johon kuuluu kaikki nämä neljä ulottuvuutta. Opiskelija tutkii ja vertailee useiden eri lähteiden tietoja arvioiden niiden luotettavuutta, auktoriteettia, olennaisuutta, ajanmukaisuutta ja tarpeellisuutta. Näiden neljän eri verkoston käyttäminen muodostaa nykyaikaisen oppimisen ytimen, joka – siirrettävänä taitona - johtaa luokkahuoneen ja opiskeluajan ulkopuolelle ulottuvaan elinikäiseen oppimiseen. (Transue 2013: 186-188.)

### 3.5 Konnektivismi ja informaatiolukutaito

Konnektivistisen oppimisteorian mukaan osaamiseen sisältyy myös erilaiset verkostot ja olennainen osa oppimista on kyky liikkua menestyksekkäästi näissä verkostoissa. Verkostot ovat yhteyksiä erilaisten toimijoiden kuten asiantuntijoiden, tietokantojen, blogien, kollegoiden ja web-sivustojen välillä. Oppimista on kyky kulkea konstruoiden näissä verkostoissa. Täten konnektivistinen oppimisteoria nähdään konstruktivisen oppimisteorian seuraajana, joka ei korvaa edeltäjänsä vaan täydentää ja laajentaa sitä. (Transue 2013: 185-187.)

Verkostoituneessa ympäristössä opiskelu edellyttää informaatiolukutaitoa eli kykyä etsiä, löytää, tunnistaa, arvioida ja käyttää tietoa tehokkaasti. Konnektivismissa on tunnistettu kahdeksan informaatiolukutaitoon liittyvää periaatetta, joista useimpiin liittyy tavalla tai toisella eri tietolähteiden, tiedon tai osaamisen yhdistäminen. Kyky nähdä yhteyksiä eri alojen, ideoiden ja konseptien välillä on yksi ydintaidoista. Keskeistä on myös osaamisen ajankohtaisuus. (Transue 2013: 186.)

### 3.6 Syväoppimisen merkitys korkeakoulutuksessa

Kriittinen ajattelu ja ongelmanratkaisukyky ovat korkeakoulutuksen keskeisiä tavoitteita eikä niitä voida saavuttaa ilman syväoppimista. Syväoppimisen ja pintaoppimisen käsitteet määriteltiin jo 1970-luvulla tutkimuksessa, jossa havaittiin opiskelijoilta löytyvän kaksi selkeästi erityyppistä lähestymistapaa uuden asian opiskeluun. Toiset pyrkivät löytämään lukemastaan merkityksen ja toisten tavoite oli kyetä esittämään uudelleen luettu teksti. Opiskelijat, jotka pyrkivät ymmärtämään tekstiä, olivat taipuvaisempia yhdistämään tietoa aiempaan osaamiseensa, rakentamaan esitetystä ymmärrettäviä kokonaisuuksia sekä arvioimaan tekstin sisältöä ja siitä esitettyjä johtopäätöksiä kriittisesti. Opiskelijat, jotka pyrkivät muistamaan tekstin, olivat taipuvaisempia ulkoa opetteluun kaltaisiin opiskelutekniikoihin. Samankaltaisiin tuloksiin on päädytty uudelleen useissa tuo-reemissakin tutkimuksissa. Syväoppimista tavoittelevat opiskelijat pyrkivät ymmärtämään opiskelemaansa aihetta yhdistämällä ja rakentamalla asiakokonaisuuksia, etsimällä piileviä periaatteita sekä arvioimalla todisteita ja tietoa kriittisesti. Pintaoppimisen kaltaisessa lähestymistavassa pyritään yleensä sisällön muistamiseen ja tentin läpäisemiseen. Opiskelijan suhde opiskeluun voi koostua myös pintaoppimisen ja syväoppimisen yhdistelmästä. On todettu, että opiskelijan lähestymistapa on muuntuva, ja että siihen vaikuttavat oppimisympäristöstä tehdyt havainnot sekä opiskelijan etukäteistiedot ja aiempi osaaminen opiskeltavasta aiheesta. Tässä syväoppimisen ja pintaoppimisen käsitteet eroavat oppimistyylin käsitteestä, joka perustuu käsitykseen opiskelijan persoonallisista ja pysyvistä piirteistä, jotka määrittelevät hänen oppimistyyliinsä. Tässä yhteydessä on todettava, että oppimistyylien teoria on vahvasti kritisoitu, sillä kestävä näyttö tällaisten pysyvien oppimistyylien olemassaolosta ei ole. (Dolmans ym. 2015: 1089.)

Problem-based learning eli PBL on opiskelijakeskeinen ohjaustapa, jota sovelletaan useissa yliopistoissa. Menetelmässä opiskelijat tapaavat pienryhmässä ja keskustelevat opiskeltavasta aiheesta ennen itseopiskeluvaihetta ja ilman ennakkovalmistelua. Keskustelussa määritellään aiheesta opiskeltavat asiat tai asetetaan kysymykset, joihin on haettava vastaukset. Tämän jälkeen opiskelijat hajaantuvat ja viettävät muutaman päivän itseopiskeluperiodin, jonka aikana he opiskelevat aihetta kirjallisuuden ja relevanttien lähteiden kautta. Itseopiskelun jälkeen sama pienryhmä kokoontuu jälleen keskustelemaan siitä, mitä he ovat oppineet ja vastaamaan muotoilemiinsa kysymyksiin. Tällä kertaa tapaamista fasilitoi opettaja tai tutor. Tapaamisen tarkoituksena on lisätä aihealueen osaamista, tuottaa parempi ymmärrys esitettyihin kysymyksiin tai ongelmiin

sekä auttaa niiden ratkaisussa. Täten PBL pyrkii alusta alkaen opiskeltavien asioiden kokonaisvaltaiseen osaamiseen sen sijaan, että asioita opiskeltaisiin pala palalta edeten kohti kokonaisvaltaista osaamista. Kun ryhmässä keskustellaan erilaisista havainnoista, joita opiskelijat ovat eri lähteistä tehneet, tulee opiskeltavaa asiaa samalla tarkasteltua useammasta eri näkökulmasta. Opiskelijat yhdistelevät eri lähteistä oppimaansa, vertailevat käsitteitä ja periaatteita ja peilaavat niitä esittämiinsä kysymyksiin. Tällainen opiskelumenetelmä vahvistaa syväoppimista. (Dolmans ym. 2015: 1089-1090.)

PBL-menetelmä vahvistaa syväoppimista, mutta sillä on vain vähän vaikutusta pintaoppimiseen. PBL-menetelmään liittyvät piirteet kuten aktiivisuus ja itseohjautuvuus vahvistavat syväoppimista. Opiskelija ottaa alusta saakka vastuun omasta oppimisestaan. Hän joutuu analysoimaan, vertaamaan, asettamaan vastakkain ja selittämään tietoa. Hän on aktiivinen omassa oppimisprosessissaan, sillä hänen täytyy kehittää ja selittää teorioita käyttäen lähteitä monipuolisesti. Opiskelija ottaa vastuun omasta oppimisestaan mikä tuottaa hänelle eräänlaisen omistajuuden oppimaansa. Myös sillä on vaikutusta, voiko opiskelija valita täysin vapaasti lähteensä vai määrätäänkö hänelle niitä. Ensinmainitun tavan on todettu olevan yhteydessä opiskelun itseohjautuvuuteen ja opiskelijalähtöiseen, luontaiseen motivaatioon. (Domans ym. 2015: 1096-1097.)

Tietyt tilanteet lisäävät pintaoppimisen todennäköisyyttä. Suuri työmäärä ohjaavat helposti pintaoppimiseen, sillä väsynyt opiskelija ei jaksa olla kiinnostunut opinnoistaan. Samoin opiskelu, jonka arviointimenetelmä ei ole syväoppimisen näkökulmasta palkitseva, johtaa pintaoppimiseen. Toisaalta on todettava, että opiskelun kokonaistehokkuuden kannalta todennäköisesti syväoppimisen ja pintaoppimisen yhdistely on hyödyllistä. Lääketieteen opiskelijoiden on todettu omaksuvan lähestymistapansa opintokokonaisuuden arviointivaatimusten perusteella. (Dolman ym. 2015: 1097.)

### 3.7 BioDigi hanke

Opetus- ja kulttuuriministeriö käynnisti 2016 hankkeen korkeakoulujen yhteisten, digitaalisten verkko-oppimisympäristöjen kehittämiseksi. Tavoitteena on luoda digitaalista koulutustarjontaa eri korkeakoulujen yhteiseen käyttöön, lisätä korkeakoulujen välistä yhteistyötä sekä mahdollistaa opiskelijalle eri koulujen opintosisältöjen joustava sisällyttäminen opintohinsa. (Opetus- ja kulttuuriministeriö: Digitaaliset oppimisympäristöt.)

BioDigi hanke on Metropolia Ammattikorkeakoulun, Oulun Ammattikorkeakoulun, Savonia-ammattikorkeakoulun, Tampereen Ammattikorkeakoulun, Turun Ammattikorkeakoulun ja Yrkeshögskolan Novian yhteinen hanke bioanalytiikan ammattikorkeakouluopintojen yhteisen verkkoportaalin ja keskeisten opintomodulien luomiseksi. Eri ammattikorkeakoulujen yhteinen opetustarjonta yhtenäistää hankkeessa mukana olevien koulujen bioanalytiikan tutkinto-ohjelmia ja edistää tasa-arvon toteutumista. Modulien sisältö tuotetaan englanniksi opiskelijavaihtoa ja kansainvälistymistä silmällä pitäen. Hankkeen koordinoivastuu on Metropolia Ammattikorkeakoululla, joka myös tuottaa verkkoportaalin. (Tutkimus, kehittäminen ja innovaatiot/Hankkeet.) Korkeakoulut ovat jakaneet modulien sisältövastuut keskenään ja tässä jaossa hematologian moduulin tuottaminen on ohjautunut Metropolialle.

Korkeakoulut ovat tehneet aiemminkin digitaalista yhteistyötä bioanalytiikan opintojen puitteissa. Esimerkiksi Metropolia Ammattikorkeakoulu toteutti 2015 Pohjois-Suomen ammattikorkeakoulujen kanssa tutkinto-ohjelman, jossa Pohjois-Suomen alueen opiskelijat suorittivat bioanalytiikan tutkinnon Metropolia Ammattikorkeakoulun opetussuunnitelman ja tutkintovaatimusten mukaisesti. Laboraatioharjoitukset ja muut lähiopetusta edellyttävät osiot toteutettiin Pohjois-Suomen alueellisissa ammattikorkeakouluissa sekä muissa alueen laboratorioissa. Teoriaopetus toteutettiin verkko-opetuksena siten, että opiskelijalla oli mahdollisuus käyttää alueellisen ammattikorkeakoulunsa atk-opetustiloja tai opiskella kotoa käsin omalla tietokoneellaan. Koulutuksessa hyödynnettiin digitaalisia oppimisympäristöjä. (Lumme 2015: 158-159.)

## **4 Verisolujen kehittyminen ja tehtävät sekä veren kuvan tutkiminen**

### **4.1 Hematopoiesi ja hematopoieettiset kantasolut**

Sana hematopoiesi tulee kreikan kielen sanoista hema, joka tarkoittaa verta sekä poiesi, joka tarkoittaa jonkin valmistamista. Sanatarkka käänös olisi siis veren valmistus. (Bi-Etymology.) Käytännössä termi tarkoittaa sitä elinikäistä prosessia, jossa luuytimen monikykyisistä, hematopoieettisista kantasoluista kehittyä linjalavalintojen ja erilaisten kypsymisvaiheiden kautta ihmisen verenkiertoon kuuluvat verisolut. Arvioidaan, että vain 5 prosenttia hematopoieettisista kantasoluista lisääntyisi ja suurin osa olisi solusyklin lepovaiheessa, mutta luuydin voi silti tuottaa päivittäin jopa  $10^{12}$  uutta verisoluja. Monikykyisten, hematopoieettisten kantasolujen pooliin kuuluu lisääntymispotentiaaliaan kolmen tyyppisiä soluja: pitkäaikaista hematopoiesia ylläpitäviä kantasoluja, ly-

hytaikaista hematopoieesia ylläpitäviä kantasoluja sekä monikykyisiä progenitorisoluja. Pitkäaikaista hematopoieesia ylläpitävät solut tuottavat sekä itsensä kaltaisia että lyhytaikaista hematopoieesia ylläpitäviä soluja, lyhytaikaista hematopoieesia ylläpitävät solut tuottavat sekä itsensä kaltaisia että progenitorisoluja. Progenitorisoluista erilaistuu myeloinen ja lymfaattinen kantasolulinja, joista edelleen eri kehitysvaiheiden kautta muodostuvat verenkiertoon siirtyvät, kypsät puna- ja valkosolut sekä verihiutaleet. (Siitonen - Koistinen 2015: 16-18.)

Luuytimestä tulee verisolujen pääasiallinen tuotantopaikka heti syntymisen jälkeen, mutta alkio- ja sikiövaiheessa verisolutuotantoa tapahtuu myös muissa elimissä. Hematopoieesi käynnistyy yksilöllä kolmannella viikolla hedelmöityksestä alkiota ympäröivässä ruskuaispussissa. Melko pian sen jälkeen hematopoieesi laajenee istukkaan ja aorttan seinämiin ja viidennellä viikolla hematopoieesia tapahtuu myös maksassa. Kymmenennen viikon jälkeen käynnistyy hematopoieesi myös luuytimessä. (Siitonen - Koistinen 2015: 16.)

Lapsella verisoluja tuottavaa kudosta on kaikkien luiden luuydinonteloissa, mutta aikuisilla vain litteissä luissa, nikamissa, reisiluiden ja olkavarren luiden proksimaalipäissä sekä kylkiluissa. Iän myötä verisoluja tuottava kudos korvautuu rasvakudoksella. Lapsella on luuydinonteloissa rasvakudosta vain 25 %, mutta ikäihmisellä jo 60-70 %. (Siitonen - Koistinen 2015: 16.)

## 4.2 Valkosolujen ja verihiutaleiden kehityslinjat

### 4.2.1 Lymfaattinen solulinja: lymfosyytit

Lymfaattisesta kantasolusta, CFU-L (Common lymphoid precursor), kehittyy lymfoblasti ja siitä edelleen prolymfosyytti, josta kehittyy verenkiertoon siirtyvä kypsä lymfosyytti. Kypsät lymfosyytit jaetaan kolmeen ryhmään: T- ja B-lymfosyytteihin sekä NK-soluihin (Natural killer cells). T-lymfosyytti ei siirry suoraan luuytimestä verenkiertoon vaan sillä on kypsymisvaiheensa vielä kateenkorvassa ennen siirtymistään verenkiertoon. Tästä nimitys T-solu, T=thymus. B-solun oletetaan joko kehittyvän kypsäksi saakka luuytimessä tai sillä olevan vielä kehitysvaiheita maksan, pernan ja imusolmukkeiden muodostamalla reitillä ennen siirtymistään verenkiertoon. Myöskään NK-solujen kehitysreitistä ei ole täyttä varmuutta. Kaikki kolme lymfosyyttityyppiä toimivat elimistön puolustusjärjestelmässä vieraita patogeenejä vastaan. (Blann – Ahmed 2014: 112-113.)

#### 4.2.2 Myeloinen solulinja: granulositytit, monosyytit ja trombosyytit

Myeloinen kantasolu CFU-GEMM (Common myeloid progenitor) tuottaa vielä kaksi erityyppistä progenitorisolua, joista toisesta lähtee kehittymään sekä punasolujen erikoistumislinja erytropoieesi että megakaryositytit (CFU-EMk) ja toisesta monopoieesi ja granulopoieesi (CFU-GMo). (Blann – Ahmed 2014: 113.)

Myeloblasti on granulopoieesin varhaisin solutyyppi. Siitä kehittyy promyelosyytti-, myelosyytti- ja metamyelosyyttivaiheiden jälkeen granulositytit eli neutrofiilit, eosinofiilit ja basofiilit. Granulopoieesin aikana solu pääsääntöisesti pienenee ja tuman muoto selkeytyy samoin kuin tuman koko pienenee suhteessa solukokoon. Poikkeuksena kuitenkin kypsyminen blastista promyelosyytiksi, jolloin solun koko vielä kasvaa. Nimensä granulositytit ovat saaneet niissä olevasta granulasta, joka värjäytyy eri granulosityteillä eri tavoin. Granulat luokitellaan solun kehitysvaiheen mukaan, jolloin primäärigranula ilmenee pääosin promyelosyytissä, sekundäärigranula myelosyytissä ja metamyelosyytissä. Metamyelosyyteissä kehittyy myös kypsissä granulosityteissä ilmenevä tertiäärigranula. Granulat sisältävät entsyymejä, jotka tuhoavat keholle vieraita mikrobeja. Eri granulositytit sisältävät eri entsyymejä, jotka tuhoavat erilaisia mikrobeja. (Blann – Ahmed 2014: 113-114.)

Monopoieesi alkaa monoblastista, josta kehittyy promonosyyttivaiheen jälkeen kypsä monosyytti. Solun kypsymisen piirteisiin kuuluu muiden leukosyyttien tapaan solukoon pieneneminen, mutta tuman muodon kehitys ei ole yhtä selkeää kuin granulosityteillä ja kypsänkin monosyytin tuman muoto vaihtelee. Myös blastin primäärigranula häviää monopoieesin aikana. (Blann – Ahmed 2014: 113.) Monosyytti on verenkiertoon kuuluva kypsä verisolu, mutta sen kehitys jatkuu vielä verenkierron ulkopuolella. Siitä kehittyy kudoksissa ja kehon eri elimissä tavattava makrofaagi, jonka tehtäviin kuuluu elimistöön päässeiden vieraiden mikrobien antigeenien tunnistaminen sekä kompleksien muodostus T-lymfosyyttejä varten. (Siitonen - Koistinen 2015: 26.)

Trombosyytit eli verihiutaleet vastaavat veren hyytymisominaisuudesta. Ne kehittyvät muiden verisolujen tapaan luuytimessä, mutta verenkiertoon siirtyessään ne eivät ole enää soluja vaan fragmentteja pelkästään luuytimessä tavattavasta megakaryoottisolusta. Trombopoieesi alkaa CFU-EMk –kantasolusta erilaistuvasta

megakaryoplastista, josta kehittyy ensin promegakaryosyytti ja lopuksi megakaryosyytti, joka fragmentoituu trombosyyteiksi verenkiertoon. (Blann – Ahmed 2014: 163-164.)

#### 4.3 Erytropoieesi ja punasolut

CFU-EMK -progenitorisolusta erilaistuu trombopoieesin lisäksi myös erytrooinen solulinja (Blann - Ahmed 2014: 113 ). Soluviljelymenetelmillä on kuitenkin osoitettu ensimmäiseksi erytrooisen sarjan kantasoluksi BFU-E, josta kehittyy CFU-E (Siitonen – Koistinen 2015: 23). Kehityslinjassa seuraavana on vuorossa ensimmäinen jakaantuva erytrooisen sarjan solu, proerytroblasti. Se käy läpi basofiilisen, polykromaattisen ja ortokromaattisen vaiheen, jolloin solukoko pienenee, tuma tiivistyy ja lopulta poistuu solusta. Solun värisävy muuttuu hemoglobiinin tuotannon kiihtyessä. Blastivaiheiden jälkeen seuraa vielä retikulosyyttivaihe ennen punasolun lopullista kypsymistä. Retikulosyytti on kypsää punasolua hieman isompi sekä sinertävämpi johtuen siinä olevista tuman jättämistä RNA-jäänteistä. Kypsä punasolu on muodoltaan kaksoiskovera kiekko, jossa on vaalea keskialue. (Blann – Ahmed 2014: 56-57, Siitonen - Koistinen 2015: 23-24.)

#### 4.4 Verisolun morfologia

Morfologia biologiassa tarkoittaa oppia eliöiden sekä niiden rakenneosien muodosta, rakenteesta ja koosta ottamatta kantaa niiden toimintaan (Vilje: Encyclopedia Britannica). Verisoluja tunnistetaan kokoverinäytteestä valmistetusta sivelyvalmisteesta valomikroskoopilla. Tuoreesta kokoverinäytteestä otetaan pisara, joka sivellään ohuelle näytelasille ja annetaan sen kuivua. Kuivunut lasi värjätään. Mikroskopoidessa erottuvat helposti 1) tumattomat, punertavat, keskikalpeat punasolut, 2) punasoluja isommat, erityyppiset, violettitumaiset valkosolut sekä 3) haalean violetit, tumattomat, muodoltaan epämääräisemmät, punasoluja pienemmät verihutaleet. Verihutaleet eivät ole soluja vaan fragmentteja pelkästään luuytimessä tavattavasta isommasta solutyypistä, megakaryosyyttistä. Eri valkosolutyypit ovat eri kokoisia, niiden tuma on eri mallinen ja eri kokoinen suhteessa solukokoon. Sytoplasman osalta ne värjäytyvät eri tavoin, mutta kukin solutyypin värjäytyy sille ominaisilla värisävyillä, jolloin sen visuaalinen tunnistettavuus helpottuu huomattavasti. Värjäytymisen erilaisuus johtuu solutyypien

erilaisesta kemiallisesta rakenteesta sekä erityisesti pH-tason erilaisuudesta väriin reagoiessa. (Blann - Ahmed 2014: 14-15, 114.)

#### 4.4.1 Punasolun morfologia

Punasoluja näkyy normaalissa veren sivelyvalmisteessa eniten. Kypsä erytrosyytti on halkaisijaltaan noin 7 µm punainen kaksoiskovera kiekko, joka on keskeltä vaaleampi eli sillä on keskikalpeusalue. Kaksiulotteisena se näyttää pyöreältä. Normaalissa verinäytteessä on myös pieni määrä erilaisia, poikkeavia punasoluja. Punasolu voi olla normaalia isompi eli makrosyytti tai normaalia pienempi eli mikrosyytti. Koon vaihtelua nimitetään anisosytoosiksi. Punasolu voi olla normaalia kalpeampi tai normaalia verikkäämpi mikä kertoo hemoglobiinin määrästä. Tällöin puhutaan hypo- tai hyperkromaattisista punasoluista. Punasolun muodon vaihtelua kutsutaan poikilosytoosiksi. Punasolu voi olla lievästi soikea tai se voi olla pisaramainen tai päärynän mallinen. Soikeuskehityksen loppupäässä on kynäsoluksi kutsuttu pitkä kapea punasolu. Punasolun reuna voi olla aaltoileva = Burr-solu, punasolusta pinnasta voi lähteä piikin näköisiä ulokkeita = akantosyytti, keskikalpeusalue voi olla pyöreän sijasta viivamainen = stomatosyytti, keskikalpeusalueen keskellä voi olla punainen piste = Target-solu, keskikalpeusalue voi puuttua ja solu olla kiekon sijasta tiukasti pakatun näköinen täyteläisen punainen pallo = sferosyytti tai punasolu voi olla pelkkä punasolun fragmentti eli skistosyytti. Sirppisoluanemiassa punasolu on sirpin mallinen, jolloin malarialoinen ei kykene infektoimaan sitä yhtä helposti kuin normaalia punasolua. (Blann - Ahmed 2014: 72-74, The Art of Medicine: Morphological Abnormalities of Red Blood Cells.)

Punasolun varhaisvaiheiden piirteet ovat tuma ja isompi koko. Proerytroblastin tumassa erottuu vielä nukleoleja. Erytroblastit käyvät läpi solun pienemisen, tuman pienenemisen ja lopulta hajoamisen sekä sytoplasman värisävyn muutokset mikä kertoo hemoglobiinin tuotannon kiihtymisestä. Basofiilinen erytroblasti on sinisävyinen ja violetti tuma on iso suhteessa solukokoon. Polykromaattinen erytroblasti on harmaasävyinen ja sinertävä tuma on edellistä vaihetta selvästi pienempi. Ortokromaattinen erytroblasti on jo punertava ja sen sininen tuma on jo melko pieni. Tuma hajoaa ja poistuu solusta ennen retikulosyyttivaihetta, joka edeltää kypsän solun vaihetta. Retikulosyytissä näkyy RNA-jäämiä eli basofiilista pilkutusta ja se on hieman kypsää punasolua isompi. (Blann – Ahmed 2014: 56-57, Siitonen – Koistinen 2014: 23-24.) Punasolun varhaisvaiheiden ja poikkeavien punasolujen erottamista on syytä korostaa erityisesti hematologian

opetuksen alkuvaiheessa, sillä näillä löydöksillä on merkittävä ero. Poikkeavia punasoluja on aina jonkin verran terveinkin henkilön verinäytteessä, sen sijaan varhaisvaiheen tumallisia erytroblasateja ei normaalisti terveen aikuisen verinäytteessä ole (Savolainen – Tienhaara 2015: 92).

#### 4.4.2 Valkosolun morfologia

Morfologisesti normaalit lymfosyytit jakautuvat pieneksi ja isoksi lymfosyytiksi. Pieni lymfosyytti on kooltaan pienin valkosolu, sen tuma on iso suhteessa solukokoon ja se on värjäytynyt tumman violetiksi. Niukka sytoplasma on vaalean sinistä. Isossa lymfosyytissä sytoplasmaa näkyy enemmän ja se näyttää yleensä kauniin tasaiselta vaaleansinisen lasin tapaan. Vakuoli ja granulat kuuluvat vähäisinä määrinä poikkeaviin lymfosyytteihin, kuten esimerkiksi suuriin granulaarisiin lymfosyytteihin. Reaktiivisena lymfosyytin sytoplasma voi laajeta ja muuttua reunoiltaan basofiiliseksi. (Blann – Ahmed 2014: 116-117, Simon 2003: The Atypical Lymphocyte.)

Monosyytti on verenkierron isoin valkosolu. Lymfosyyttien tapaan sekin on tumaltaan violetiksi ja sytoplasmaltaan siniseksi värjäytynyt, mutta lymfosyyttiä harmaamman sävyinen. Vakuolit ovat tyypillisiä monosyyteille. Monosyytin tuman muoto vaihtelee paljon, mutta hevosenkengän muoto on melko yleinen. (Blann – Ahmed 2014: 117-118.)

Eosinofiilin granulat värjäytyvät voimakkaan oranssiksi tai oranssin punaiseksi ja basofiilin granulat tumman musteensinisiksi tai tumman violeteiksi. Basofiilin violetiksi värjäytynyt tuma erottuu huonosti granuloiden alta. Eniten normaalinäytteessä on neutrofiilejä, joiden granula on vaaleansinistä tai vaalean lilaa. Tuma erottuu niistä helposti, jolloin ne voidaan erittelylaskennassa erotella sauva- ja liuskatumaisiin. Sauvatuma muistuttaa muodoltaan hevosenkengää. Liuskatuma on ohentunut 2-4 kohdasta niin, että se näyttää koostuvan 3-5 lohokosta. Poikkeavat lohkomäärät viittaavat patologisiin tiloihin. Liuskatuman hypersegmentaatiota esiintyy B12-vitamiinin ja raudan puutostiloissa sekä seerumin urean ollessa koholla. Pelger-Huetin anomaliassa esiintyy kaksilohkoisia liuskatumia. (Blann – Ahmed 2014: 115-116, 118-119.)

Blastit ja muut varhaisempien vaiheiden solut ovat normaalisti luuytimessä, eivät verenkierrossa, mutta vakavissa verisairauksissa niitä löytyy myös verinäytteestä. Myeloblastit ovat isokokoisia soluja, joiden tuma kattaa lähes koko solun. Tuma on vielä muotoutumaton, sen kromatiinirakenne näyttää pitsimäiseltä ja siinä erottuu nukleoleja.

Vähäinen sytoplasma on vaaleansinistä. Ainoa blastia isompi solu on promyelosyytti, joka on halkaisijaltaan 15-25 um. Sytoplasman sininen väri on syvempi kuin blastilla ja granulaisuus paljastaa selvästi kyseessä olevan myeloisen linjan varhainen solu. Tuma on tiivistynyt, mutta edelleen iso ja siinä voi erottua vielä nukleoli. Myelosyytti on pienempi, halkaisijaltaan 10-20 um, sen tumassa esiintyy kokkareisuutta eikä nukleoleja enää näy. Metamyelosyytti on myelosyyttiä selvästi pienempi, pyöreä, myös tuma on pienentynyt suhteessa sytoplasmaan. Se on tyypillisesti toisella puolella solua, soikean mallisena ja kehittyneimmillä yksilöillä siinä on sytoplasman puolella kevyt painauma, josta alkaa sen kehitys sauvatumaksi. Metamyelosyyteissä voi erottaa myös tertiärigranulaa, joka kertoo mikä granulositytti siitä on kehittymässä. On kuitenkin huomioitava, että verisolujen kehitys on dynaaminen prosessi, jossa solu kehittyy koko ajan. Kuvatut ja nimetyt vaiheet eivät ole saavutettuja tasoja vaan soluissa usein esiintyy piirteitä kahdesta perättäisestä vaiheesta. Monosyytin ja lymfosyytin varhaisvaiheita on vähemmän, käytännössä niillä on vain blasti- ja pro-vaiheet ennen kypsyttää. Kypsyessään niiden koko pienenee sen ollessa blasti-vaiheessa suurimmillaan. (Blann – Ahmed 2014: 110, 112-113.)

#### 4.5 Verisolujen tehtävät verenkierrossa

Valkosolut suojelevat kehoa patogeenisilta eliöiltä kuten bakteereilta, viruksilta ja parasiiteilta inflammaation ja immunitetin keinoin. Laajalle levinneet tulehdukset aiheuttavat lähes aina valkosoluarvojen nousun eli leukosytoosin, mutta jotkut heikommat, yleensä paikalliset tulehdukset eivät välttämättä näy veriarvoissa. (Blann – Ahmed 2014: 120.)

Lymfosyytit ovat immuunijärjestelmän soluja. Ne aktivoituvat tunnistettuaan vieraan organismin antigeeneja. Lymfosyytteja esiintyy verisuonten lisäksi myös imusolmukkeissa, maksassa, pernassa ja luuytimessä. NK-solut eli luontaiset tappajasolut ovat osa ihmisen luontaista immunitettia, mutta B- ja T-solujen toiminta muodostaa adaptiivisen immunitetin ytimen. NK-solut reagoivat nopeasti mikäli eivät tunnista solusta tuttuja rakenteita ja tuhoavat sen. B-solut käynnistävät aktivoiduttuaan vasta-ainetuotannon ja T-solut soluvälitteisen immunitetin. Normaalisti 20-40 % verenkierron valkosoluista on lymfosyyttejä ja näistä 75 % T-soluja. T-lymfosyytti tappaa mikrobeja ja tehostaa B-solun käynnistämää vasta-ainetuotantoa. Sillä on useita alalajeja, joilla on omat erikoistuneet tehtävänsä. Sytotoksinen T-lymfosyytti etsii ja tuhoaa vieraaksi luokittelemiaan soluja, kuten viruksen infektoimia omia soluja, mutta

myös toisen yksilön soluja, joita voi elimistössä olla transplantaation seurauksena. Erityyppiset T-auttaja-solut aktivoivat muita elimistön soluja, välittävät soluvälitteistä immuunivastetta, vahvistavat infektioreaktioita ja vasta-ainetuotantoa. Tarvittaessa säätelijä-T-solu voi myös vaimentaa kehon puolustusreaktiota. (Mustjoki ym. 2015: 27, 44, Blann – Ahmed 2014: 117.)

Verenkierron yleisin valkosolu on neutrofiili, vaikka se viipyykin vain muutamia tunteja verenkierrossa. Lisäksi neutrofiilejä on myös kiinnittyneenä verisuonten seinämärakenteisiin sekä todennäköisesti luuytimessä ja pernassa. Niiden tehtävä on välittää ja säädellä tulehdusreaktiota sekä tuhota patogeenisiä mikrobeja. Ne osallistuvat myös kudosten korjaukseen onnettomuuksien jälkeen. (Blann – Ahmed 2014: 115-116.)

Eosinofiilit ovat erikoistuneet puolustamaan elimistöä parasiitti-infektioissa sekä välittämään allergisia reaktioita. Myös basofiilit välittävät allergisia reaktioita, mutta erityisesti hypersensitiivisiä reaktioita, kuten anafylaktisia reaktioita. Eosinofiileja ja basofiileja esiintyy verenkierrossa vähiten; eosinofiileja 1-6 % ja basofiileja 0-2 % valkosoluista. Eosinofiileja esiintyy kuitenkin myös kudoksissa ja luuytimessä, josta niitä voidaan tarvittaessa vapautuu nopeasti lisää verenkiertoon. Sekä basofiili että eosinofiili viipyvät vain joitakin tunteja verenkierrossa. Basofiili ei kuitenkaan ole solulinjansa viimeinen kehitysvaihe vaan basofiili siirtyy verenkierrosta kudoksiin muuttuen siellä syöttösoluksi. (Blann – Ahmed 2014: 118-119, Siitonen - Koistinen 2015: 25.)

Monosyytti viipyy verenkierrossa 2-3 päivää, mutta basofiilin tapaan sekään ei solulinjansa viimeinen edustaja. Se siirtyy verenkierrosta kudoksiin muuttuen siellä makrofaagiksi. Makrofaageilla on useita erilaisia erikoistumistehtäviä ja joidenkin käsitysten mukaan verenkierrossa oleva monosyytti on pelkästään erilaisten makrofaagien epäkypsä muoto. Monosyytit puolustavat elimistöä erityisesti bakteeri-infektioissa, jolloin niiden määrä ja osuus verenkierron valkosoluista voi kasvaa. (Blann – Ahmed 2014: 117-118, 121.)

Punasolu on yksi kehon erikoistuneimmista soluista, sillä sekä sen koko että rakenne palvelevat erittäin tarkoituksenmukaisesti sen tehtävää eli hapen kuljetusta hemoglobiinimolekyyleissä. Tämän lisäksi siltä puuttuu myös muita soluorganelleja kuten mitokondrio ja ribosomit, joita se ei enää tarvitse. Täten pienessä solussa on hyvin tilaa hemoglobiinille ja hapelle. Punasolun pieni koko ja organellien puuttuminen sytoplasmasta mahdollistavat sen, että se pääsee liikkumaan kehon kapeimpiinkin

kapillaarisuoniin ja kuljettamaan happea sinne missä sitä tarvitaan. Se pystyy kulkemaan halkaisijaansa puolet kapeammassa kapillaarisuonessa. Sen solumembraani kykenee helposti siirtämään happea sekä ulos että ottamaan sitä tarvittaessa sisään. Hapen kuljetuksen lisäksi punasolut poistavat kehosta hiidioksidia kuljettamalla sen keuhkoihin, joista se poistuu uloshengityksen mukana. Punasolu viipyy verenkierrossa noin 100-120 vuorokautta minkä jälkeen se on elinkaarensa päässä. Sillä ei ole DNA:ta eikä ribosomeja, joten se ei kykene enää syntetisoimaan uusia entsyymimolekyylejä minkä seurauksena se menettää rakenteensa ja muotonsa ja muuttuu fagosytoivien solujen kohteeksi. (Blann - Ahmed 2014: 51, 67-68.)

#### 4.6 Verenkuvan tutkiminen

Verenkuva tarkoittaa tutkimusta tai tutkimuksen tulosta, jossa verinäytteestä analysoidaan henkilön eri verisolutyypien määrä ja jakauma, solukoko, veren hemoglobiinin määrä ja sekä erilaisin laskennallisin kaavoin lasketaan parametreja, jotka kertovat muun muassa punasolujen keskitilavuuden ja hemoglobiinin keskimassan. Perusverenkuvassa verisolutyypit jaetaan punasoluihin, valkosoluihin ja verihiutaleisiin; täydelliseen verenkuvaan kuuluu lisäksi valkosolujen erittelylaskenta. Verenkuvan analysointi tapahtuu virtaussytometriaan perustuvilla automaattisilla verenkuvananalysointilaitteilla, joissa nesteen mukana liikkuvia soluja rekisteröidään ja määritellään sekä kemiallisilla että fysikaalisilla menetelmillä. (Savolainen - Tienhaara 2015: 86-87.)

#### 4.7 Verenkuvan parametrit

##### 4.7.1 Perusverenkuva

Hemoglobiini eli Hb ilmaisee näytteen hemoglobiinipitoisuuden ja Eryt punasolujen kokonaismäärän. Hematokriitti eli Hkr kuvaa punasolujen tilavuusosuutta näytteestä. Kun hematokriitti jaetaan punasolujen määrällä saadaan näytteen MCV (mean cell volume) eli näytteen punasolujen keskitilavuus. Verenkuva-analysointilaitteet kuitenkin mittaavat punasolujen keskitilavuuden suoraan, jolloin hematokriitti on muuttunut laskennalliseksi arvoksi, joka saadaan kertomalla MCV ja Eryt keskenään. Käytännössä analysointilaitteet mittaavat punasoluarvot ovat Hb (g/l), Eryt ( $\times 10^{12}/l$ ) ja MCV (fl). Muut parametrit se laskee näiden tulosten avulla. Punasolujen keskimääräinen hemoglobiinipitoisuus eli MCH (mean cell hemoglobin) lasketaan jakamalla hemoglobiini punasolujen määrällä. MCHC (mean cell hematocrit) lasketaan jakamalla hemoglobiini

hematokriittillä. (Savolainen – Tienhaara 2015: 90-91.) Punasoluarvojen lisäksi perusverenkuvaan kuuluu leukosyyttien ja trombosyyttien laskenta.

#### 4.7.2 Täydellinen verenkuva

Täydellinen verenkuva sisältää perusveren kuvan arvojen lisäksi valkosolujen erittelylaskennan eli diffin. Leukosyytit on tällöin eritelty lymfosyytteihin, monosyytteihin, neutrofiileihin, eosinofiileihin ja basofiileihin. Leukosyyttien määrä ilmoitetaan yksikössä  $10^9$  /l. Normaalisissa, terveen henkilön verenkuvassa neutrofiilejä on eniten, noin puolet koko leukosyyttimäärästä, vähiten on basofiilejä ja eosinofiilejä (Blann – Ahmed 2013: 110.) Usein diffin tuloksia tarkastellaan prosenttilukujen kautta, jolloin leukosyyttien kokonaismäärä muodostaa 100 prosenttia ja leukosyyttien alalajit prosentuaalisia osuuksia siitä. Tällöin tulee huomioida, että pelkästään tämä informaatio ei pidä sisällään sitä, onko leukosyyttiarvo normaali. Eri valkosolutyypin prosentiosuudet voivat näyttää normaalilta, vaikka valkosolujen kokonaismäärä olisi hälyttävän matala tai korkea. Niinikään yhden valkosolulajin puutos tai kohonnut pitoisuus aiheuttaa poikkeavat prosenttiarvot myös muille. Tällöin tulee tarkastella näiden valkosolutyypin lukuarvoja.

#### 4.8 Veren kuvan tutkimisen menetelmät

Verenkuva-analysaattoreiden toiminta perustuu virtausytometriaan, mutta mittaustekniikat ja analysoinneissa käytettävät liuokset vaihtelevat eri laitteissa. Kehittyneimmissä laitteissa käytetään useampia tekniikoita yhtä aikaa. Analysaattori voi myös suorittaa saman laskennan useammalla eri menetelmällä ja verrata tuloksia keskenään. Hemoglobiinipitoisuus mitataan fotometrisesti. Näyteputkeen kiinnitetyn tarran viivakoodista analysaattori lukee potilaan henkilötietojen lisäksi myös pyydetyt laskenta- ja analysointitehtävät. Analysaattorit voidaan yhdistää potilastietojärjestelmiin niin, että tulokset ovat laboratoriossa tapahtuneen hyväksynnän jälkeen välittömästi hoitoyksikön saatavilla. (Savolainen – Tienhaara 2015: 87-88.)

Virtausytometriassa laserlaitteella heijastetaan valoa verisoluvirtaan ja laitteeseen kuuluva detektor rekisteröi valon säteen matkalla syntyvät katkot. Katkojen frekvenssi kertoo solumäärän ja säteeneston taso solun koon. Solu voi myös olla heijastamatta valoa sekä aiheuttaa valon sironnan eri suuntiin. Tämä voidaan muuntaa tiedoksi solun tuman tyypistä sekä solun granulaarisuudesta. (Blann – Ahmed 2014: 39.)

Sähköiseen impedanssiin perustuvassa menetelmässä kokoverinäyte laimennetaan elektrolyyttiliuokseen, jossa on voimakas sähkönjohde. Verisolut puolestaan johtavat sähköä huonosti. Kun laimennettua liuosta kuljetetaan kahden elektrodin välisen sähkövirran läpi, verisolut aiheuttavat sähkövirran läpi kulkiessaan vastuksen muutoksia. Muutokset synnyttävät pulsseja, jotka voidaan laskea ja joiden korkeus voidaan mitata. Pulssien määrä kertoo läpikulkeneiden partikkelien eli tässä tapauksessa verisolujen määrän ja pulssin korkeus koon. Erilaisten laimennusliuosten avulla voidaan analysointia jatkaa edelleen. Niiden avulla voidaan hajottaa soluja, poistaa sytoplasma ja solukalvo, jolloin tarkasteluun jää vain tuma tai niillä voidaan värjätä soluja. (Savolainen – Tienhaara 2015: 87.)

Valonsirontaan perustuvassa menetelmässä saadaan tietoa, josta voidaan päätellä verisolun erityispiirteitä sekä tuman ja sytoplasman rakenne. Verisolut ohjataan virtauskammioon, johon kohdistetaan esimerkiksi yhtä aallonpituutta lähettävä lasersäde. Säteen osuessa soluun tapahtuu valonsirontaa eri suuntiin ja valoilmaisimien avulla tämä tieto voidaan kerätä ja muuntaa muotoon, josta soluun liittyviä päätelmiä on mahdollista tehdä. (Savolainen – Tienhaara 2015: 87.)

Immunosytokemiaan perustuvalla menetelmällä tutkitaan solujen CD-molekyylejä. Menetelmässä fluoresoiviin merkkiaineisiin on kiinnitetty vasta-aineita, joiden avulla etsitään soluista CD-antigeenejä. Kaikilla verisoluilla on omanlaisensa valikoima CD-molekyylejä, jotka voidaan fluoresenssiaktivoitulla soluskannerilla tunnistaa. Joissain tilanteissa on tarpeen käyttää myös muita erottavia tekijöitä; esimerkiksi CD4 on hyvä markkeri tietyille lymfosyyttityypille, mutta sitä löytyy myös hieman monosyyteistä. Monosyytit ovat kuitenkin selkeästi isompia kuin kyseinen lymfosyyttityyppi, jolloin voidaan esimerkiksi impedanssimenetelmän perusteella päätellä kummasta on kyse. Lisäksi jotkut CD-molekyylit ilmentyvät reaktiivisessa lymfosyytissä, mutta ei lepotilassa olevassa, mikä vaikuttaa menetelmän luotettavuuteen soluntunnistuksessa. (Blann – Ahmed 2013: 110-111.)

#### 4.9 Verenkuva-analysaattorit bioanalyytikon työssä

Automatisoidut analysaattorit ovat nopeampia ja tehokkaampia menetelmiä kuin perinteinen sivelyvalmisteen mikroskopiointi ja solulaskenta. Niissä on runsaasti erilaisia laaduntarkkailuun ja virheiden eliminoimiseen liittyviä toimintoja, mutta bioanalyytikon tulee silti arvioida tuloksia kriittisesti. Laitteet antavat erilaisia hälytyksiä, joilla ne

ilmaisevat, että jotain solutyyppejä ei ole pystytty varmuudella luokittelemaan. Ne myös hälyttävät mikäli näytteessä itsessään on sellaisia tekijöitä, joiden vuoksi luotettavaa tulosta ei voida laskea. Monet preanalyttiset tekijät kuten näytteen lipeemisyys vaikuttavat analysointiin. Analysoinnin luotettavuuteen liittyvien ongelmien lisäksi analyysointori hälyttää myös normaalista verenkuvasta poikkeavista löydöistä kuten tumallisista punasoluista, epäkypsistä granulocyteista, atyyppisistä lymfocyteista, blastisoluista ja poikkeavista trombocyteista. Tällöin näytteestä tehty sivelyvalmiste yleensä värjätään ja valomikroskoopilla varmistetaan tilanne. (Savolainen – Tienhaara 2015: 88-89, 91-92.)

Kriittinen arviointi ei kuitenkaan voi rajoittua pelkästään analyysointorin ilmoittamiin hälytyksiin. Analyysointori pääsääntöisesti ei hälytä mikäli kyseessä on normaali, viitearvojen puitteissa oleva verenkuvasta. Viitearvot määritellään siten, että 95 % terveestä populaatiosta sijoittuu tuloksiltaan alueelle, joka määritellään viitealueeksi. Mitattavasta parametrasta riippuen miehille ja naisille saattaa olla omat viitearvot, samoin eri ikäryhmille. (Eskelinen 2016: Viitearvojen tulkinta.) Etninen tausta vaikuttaa viitearvoihin, esimerkiksi afrikkalaistaustaisilla ja Intian niemimaalta peräisin olevilla väestöryhmillä on matalammat neutrofiilien viitearvot kuin eurooppalaistaustaisella väestöllä (Blann – Ahmed 2013: 120). Suomalaisen aikuisten viitearvot määriteltiin kansallisessa projektissa vuonna 2003.

Taulukko 1. Perusverenkuvan viitearvot suomalaisilla aikuisilla (Huslab ohjekirja).

Perusverenkuvasta: aikuisten viitearvot			
Leuk		3.4 - 8.2	E9/l
Hb	naiset	117 - 155	g/l
	miehet	134 - 167	g/l
Hkr	naiset	35 - 46	%
	miehet	39 - 50	%
Eryt	naiset	3.90 - 5.20	E12/l
	miehet	4.25 - 5.70	E12/l
MCV		82 - 98	fl
MCH		27 - 33	pg/solu
MCHC		320 - 355	g/l
RDW	naiset	-15	%
	miehet	-14	%
TROM		150 - 360	E9/l

Tutkittavan tupakointi, ruokavalio, liikkuvuus ja muut elämäntavat vaikuttavat tuloksiin. Verenkuvat ovat yksilöllisiä, joten mikäli saman potilaan tuloksissa tapahtuu lyhyellä ajalla huomattavia muutoksia, tulee tuloksiin reagoida ja muutosten syy selvittää. Osa analysointilaboratorista ilmoittaa mikäli sen tiedostossa on saman henkilön aikaisempia tuloksia, jolloin niitä voi verrata keskenään. Myös muut kuin tutkittavaan henkilöön liittyvät tekijät tulee huomioida. Tällaisia ovat preanalyttiset tekniikat ja välineistö sekä näytteen käsittelyyn liittyvät tekijät analyysivaiheessa. (Savolainen – Tienhaara 2015: 86, 94-95.)

#### 4.10 Verenkuvatutkimusten laaduntarkkailu

Laaduntarkkailu jakaantuu sisäiseen ja ulkoiseen laaduntarkkailuun. Ulkoisella laaduntarkkailulla tarkistetaan oikea tulostaso. Toimintaperiaate on se, että referenssilaboratorio lähettää saman näytteen analysoitavaksi useaan laboratorioon. Tulokset lähetetään referenssilaboratorioon vertailtavaksi ja analysoitavaksi. Näytteen analysoineet laboratoriot saavat tiedon tuloksista ja voivat tämän perusteella arvioida omaa tulostasoon. (Savolainen – Tienhaara 2015: 90.) Sosiaali- ja terveydenhuoltoalan laboratorioilla on käytännössä tutkimuskohtaiset toimiluvat, jotka edellyttävät osallistumista ulkoiseen laadunarviointiin (Labquality: Ulkoinen laadunarviointi). Sisäisellä laaduntarkkailulla varmistetaan tulosten oikeellisuus ja luotettavuus. Tämä edellyttää analysointilaboratorion vakioimista valmistajan tarjoamaa vertailunäytettä hyödyntäen. Lisäksi analysointilaboratorion ajetaan päivittäin kontrollinäytteet, joiden antamien tulosten tulee sijoittua tietyille vaihteluvälille. (Savolainen – Tienhaara: 2015: 90.)

## 5 Opinnäytetyön toteuttaminen

### 5.1 Lähtötilanteen kartoitus

Opinnäytetyön suunnittelu alkoi hematologian aihepiirin rajauksella. BioDigi hankkeessa hematologian moduuliin kuuluu kolme osa-aluetta, joista kaksi päätettiin sisällyttää työhön. Opinnäytetyön alueeksi jäivät hematopoieesin teoria ja solumorfologia (2 opintopistettä) sekä verenkuvat ja menetelmät (2 opintopistettä). Kolmas osio, hemostaasi ja tutkimukset (1 opintopiste) jätettiin työn ulkopuolelle. Työ pysyi näin soveliaan kokoisena yhden opiskelijan työstettäväksi. Hematopoieesin teoriaan ja solumorfologiaan kuuluu verisolujen muodostuminen, kantasolut, verisolujen tehtävät ja verisolujen morfologiset piirteet. Verenkuvaa ja menetelmiin kuuluu verenkuvatulosteet,

veren kuvan parametrit ja parametrien mittaussuomenetelmät. Tavoite oli tuottaa kirjallisia tehtäviä, joten tähän kokonaisuuteen ei kuulu esimerkiksi oppimispelit, joita tehdään muissa opinnäytetöissä. Monivalintatehtävät rajautuivat pois, koska tavoite on edistää opiskelijan omaehtoista tiedonhakua ja käsitteiden muodostumista, jolloin on tarkoituksenmukaista, että opiskelija kirjoittaa vastauksia tehtäviin eikä pelkästään valitse tarjotuista vastauksista oikeaa.

## 5.2 Kohderyhmä ja hyödynsaajat

Oppimistehtävät tuotettiin bioanalytiikan englanninkielistä opintoportaalia varten eli uudenlaiseen oppimistilanteeseen. Opinnäytetyön kohderyhmä ovat klinisen hematologian opiskelijat ja opettajat, sekä suomalaiset korkeakouluopiskelijat että vaihto-opiskelijat. Koska kysymykset on laadittu englanniksi, soveltuvat ne myös mahdollista koulutusvientiä varten. Hyödynsaajia ovat täten koko Metropolia Ammattikorkeakoulu sekä Suomen koulutusviennistä ja kansainvälisestä opiskelijavaihdosta vastaavat tahot. Tehtäviin on laadittu myös pelkästään opettajille tarkoitettuja vastausmallit englanniksi. Vastausmallit eivät ole pelkästään esimerkkivastauksia vaan niissä kuvataan mitä asioita vastauksesta tulisi löytyä ja mikä on tehtävän tarkoitus.

## 5.3 Menetelmälliset lähtökohdat, toiminnan kuvaus ja työskentelyn eteneminen

Tehtävät vastausmalleineen on laadittu tutkimalla hematologian keskeisiä oppikirjoja ja verkkoartikkeleita sekä oppimiseen liittyvää tietoa tieteellisistä artikkeleista. Aloitin työn palaamalla solumorfologian ja klinisen hematologian opintojaksoilta tuttujen tiedonlähteiden pariin. Niiden pohjalta ja niihin perehtymisen ohessa laadin alustavan kysymyssarjan syyskuussa 2018. Alustavasta versiosta puuttui vielä epätyypillisiin punasoluihin liittyneet tehtävät sekä analysointoreiden laadunvalvontaan ja käyttämiseen liittyvät tehtävät. Aivan alustavasti kirjoitin ajatukseni suomeksi ruutupaperille, mutta sähköiseen versioon kirjoitin tehtävät suoraan englanniksi. Sen jälkeen työskentely jatkui pelkästään englannin kielellä ja sähköistä versiota päivittämällä. Ohjaajilta saadun palautteen perusteella muokkasinkin tehtäviä, lähinnä yksinkertaistaen sekä pyrkien esittämään suurempia kysymyksiä tai kehotuksia. Tehtävät täsmentyivät ja selkiytyivät myös oman kriittisen pohdintani seurauksena.

Aloitin tehtävien laadinnan hematopoieesin prosessista edeten siitä loogisesti niin, että hematopoieesin teoriaan ja verisolun morfologiaan kuuluvat aihealueet tulivat katettua. Sen jälkeen etenin verenkuvan ja menetelmien osioon, jossa etenin samalla tavoin. Jo ensimmäisissä raakaversioissa oli siis koko konaisuus huomioituna. Ensimmäinen valmis tehtävä oli hematopoieettisiin kantasoluihin liittyvä tehtävä, joka muotoitui lopulliseen muotoonsa melko nopeasti pienen tiivistämisen jälkeen. Pidemmän kehittytyön takana olivat tehtävät, joissa tarkastellaan verisolujen tehtäviä ja niiden elinkaarta. Tässä oli alunperin turhan haastava tehtävä, jossa olisi pitänyt pohtia verisolujen tehtäviä peilaten niitä verisolujen elinkaareen. Melko pian päädyin kuitenkin jakamaan sen kahdeksi eri tehtäväksi, mutta vielä melko loppuvaiheessa prosessia päädyin supistamaan verisolujen elinkaarta koskevan tehtävän pelkästään punasoluja koskevaksi. Eri valkosolujen elinkaareen liittyi runsaasti huomioitavaa, johtuen siitä, että joitakin niistä on muualla elimistössä kuin verenkierron ja jotkut niistä siirtyvät muualle kudoksiin verenkierron. Opettajille tarkoitettujen mallivastausten laadinta auttoi tehokkaasti huomaamaan, missä kohdin jokin tehtävä oli liian laaja tai meni jopa opintosuunnitelman ulkopuolelle. Tavoite motivoida opiskelijaa pohdiskelemaan oli saanut alunperin tuottamaan jonkin verran liian laajoja kysymyksiä. Myös oma mielenkiintoni aiheita kohtaan oli houkuttanut esittämään kysymyksiä, jotka eivät rajattuun sisältöön kuulu. Verenkuvan ja menetelmien osion puolella verenkuvan parametreihin liittyvä tehtävä oli alusta saakka mukana. Parametrit tuli tunnistaa, nimetä ja antaa kaavat, mutta myöskin selittää mitä ne kertovat verenkuvasta. Alunperin olin liittänyt tähän myös termien ja synonyymien nimeämisen, mutta päädyin poistamaan sen. Sen sijaan laadin yhdeksi tehtäväksi täydennettävän taulukon, jossa käydään läpi verenkuvan osatutkimusten nimet, synonyymit ja niiden lyhenteet. Myös valkosoluarvojen nousuun ja laskuun liittyvä tehtävä oli mukana jo varhaisessa vaiheessa. Sen sijaan analysointireittien näytekontrollien ajon liittyvän tehtävän laadin myöhemmässä vaiheessa jo vastausmalleja kirjoittaessani. Kokonaisuudessa oli jo analysointireittien luotettavuuteen tehtävä, mutta halusin vielä yhden puhtaasti laaduntarkkailuun liittyvän tehtävän asian merkityksellisyyden vuoksi. Halusin tehtävästä myös käytännönläheisen, sillä kontrollien ajot ovat keskeinen osa hematologian laboratorion käytännön työskentelyä.

Tehtäväsarja muokkautui valmiiksi tammikuun puoliväliin mennessä. Työstin niitä syyskuun ja lokakuun alkupuolen. Tämän jälkeen suunnitellusti keskityin suorittamaan kahta muuta opintojaksoa. Joululoman aikana palasin työn pariin, viimeistelin kysymykset ja aloin hahmotella ”vakiintuneimmille” tehtäville vastausmalleja.

Vastausmallit olen tehnyt suoraan englanniksi sähköiseen tehtävädokumenttiin siten, että tehtävän jälkeen tulee vastaus ja useissa tehtävissä myös selvennys minkä tyyppistä ja minkä laajuista vastausta opiskelijalta odotetaan. Tämä tuotoksen laajempi versio sisältää noin kymmenen sivua sekä tarvittavat liitteet ja se on tarkoitettu pelkästään opettajien käyttöön. Tammikuun alussa esittelin tehtävät opinnäytetyön ohjaajilleni, joilta sain hyväksynnän niille. Vastausmallien hahmottelu sekä raportin tietoperustan kirjoittaminen edellyttivät sitä, että tehtäväkysymykset oli sovittu eikä niitä juurikaan enää muuteltaisi. Tehtävämäärä oli riittävä, mutta ohjaajat olisivat toivoneet vielä yhtä tehtävää, joka olisi potilas case -tyyppinen tehtävä. Sovimme niin, että mietin vielä tällaisen mikäli ajankäyttöni antaa siihen mahdollisuuden. Aloitin tammikuussa maaliskuun loppun saakka kestävän työharjoittelun, jonka aikana pystyisin työstämään opinnäytetyötä vain viikonloppuisin. Prioriteettina oli saada vastausmallit ja tuotos kokonaisuutena valmiiksi sekä kirjoittaa raportti valmiiksi. Tähän ajanjaksoon ajoittui kuitenkin yksityiselämän kiireitä, kun tammikuun lopussa tarjoutui yllättäen asunnonvaihtomahdollisuus, jota ei kannattanut jättää väliin. Helmikuu ja maaliskuun alku menivät siten työharjoittelussa ja vapaa-ajan osalta muuton suunnittelussa ja toteutuksessa. Palatessani maaliskuun loppupuolella opinnäytetyön pariin, en enää alkanut miettiä uutta tehtävää. Viimeistelin vastausmallit ja raportin tietoperustan. Lähdetiedoista löytyvät tähän käytetyt lähteet, joista merkittävimmät ovat Duodecumin Veritaudit-kirja sekä Andrew Blannin ja Nessar Ahmedin Blood Science -kirja. Molemmista löytyy kiitettävän kattavasti aihealueeseen liittyvä teoria. Joidenkin yksityiskohtien osalta, esimerkiksi epäkypsien punasolujen ja atyyppisten lymfosyyttien osalta olen käyttänyt myös verkkolähteitä, jotka löytyvät niinkään lähdeluettelosta.

Verenkuvan tutkimuksiin liittyvät verenkuvatulosteet hankittiin marraskuussa 2018 kliinisen hematologian opintojaksoa suorittavalta opiskelijaryhmältä, jonka laboratoriossa sovitusti vierailin. Olin tiedustellut asiaa etukäteen sähköpostitse opintojakson opettajalta ja selittänyt, että tarvitsisin verenkuvan-analysaattorin tulosteita, joista ei tutkittavan henkilötiedot tulisi mitenkään ilmi. Ainoastaan sukupuoli ja ikä pitäisi tulosteissa näkyä. Laboraatiotilanteeseen saapuessani opiskelijat olivat hyvin informoituja asiasta. Luonnollisesti tulosten antamisesta sai kieltäytyä. Lisänäytteitä analysoitavaksi saatiin näytteenottoa harjoitelleelta opiskelijaryhmältä. Heille kerrottiin näytteiden käyttötarkoitus ja heillä oli mahdollisuus kieltäytyä.

Tietoperustan kirjoittaminen suomeksi raporttiin ja englanniksi varsinaiseen opinnäytetyöhön eivät aluksi tapahtuneet samaa tahtia. Raporttiin tulevan tietoperustan

kirjoittaminen oli aloitettu jo suunnitteluvaiheessa syys-lokakuussa, mutta vastausmallien kirjoittamisen aloitin joulukuussa kysymysten tultua valmiiksi. Vastausmallien laadinta sai vielä jonkin verran muokkaamaan kysymyksiä sekä täydentämään tietoperustaa. Loppuvaiheessa eli tammikuussa ja maaliskuun taitteessa työstin kuitenkin raportin tietoperustaa ja vastausmalleja jo samaa tahtia, jolloin pystyin tarvittaessa täydentämään tietoperustaa mikäli vastausmalli lopulta edellyttikin jonkin uuden asian esille ottamista. Saman sisällön tuottaminen kahteen erilaiseen tarkoitukseen kahdella eri kielellä samaan aikaan oli mielenkiintoista ja hyödyllistä.

Taulukko 2. Opinnäytetyön eteneminen.

Aika	Toiminta
2018 Syyskuu	Aihe varmistui, aiheen rajaus, lähteiden haku, alustava raakaversio kysymyssarjasta, suunnitelman kirjoittaminen
2018 Lokakuu	Lähteiden haku, kysymyssarjan kehittäminen, suunnitelman kirjoittaminen, suunnitelmaseminaari 10.10.
2018 Marraskuu	Sysmex-tulosteiden hankinta, (ei-aktiivinen vaihe muista opintojaksoista johtuen)
2018 Joulukuu	Kysymyssarjan lopullinen muotoilu, vastausmallien ja raportin tietoperustan kirjoittaminen
2019 Tammikuu	Kysymyssarjan lukkoonlyönti, vastausmallien ja raportin tietoperustan kirjoittaminen
2019 Helmikuu	Vastausmallien ja raportin kirjoittaminen, (ei-aktiivinen vaihe muutosta johtuen)
2019 Maaliskuu	Raportin kirjoittaminen, tuotoksen editointi
2019 Huhtikuu	Tuotoksen esittely seminaarissa 10.4. ja julkistaminen 11.4., raportin viimeistely, lopullinen turnitin ja palautus 16.4., kypsyyskoe 17.4.

Esittelin tuotoksen raportointiseminaarissa 10.4.2019 opinnäytetyön ohjaajalle, oponojalle ja muille opinnäytetyötä suorittaville opiskelijoille. Esityksessäni kävin läpi tehtävät perustellen ne sekä kuvaillen minkä tyyppisiä vastauksia tehtäviin haettiin. 11.4.2019 julkistin työn, kun esittelin sen klinisen hematologian opintojaksoa suorittaville opiskelijoille.

Seminaarin ja julkistuksen jälkeen viimeistelin raporttia, jonka palautin paperiversiona 16.4.2019. Ennen palautusta tein lainaus- ja plagiointitarkastuksen Turnitin-järjestelmässä.

## 6 Opinnäytetyön tuotos

Opinnäytetyön tuotteena syntyi digitaaliseen opintoportaaliin siirrettäviä oppimistehtäviä kahdelta hematologian osa-alueelta: hematopoieesin teoriasta ja solumorfologiasta sekä verenkuvasta ja sen määrittelyyn käytettävistä menetelmistä. Tehtävät ovat englanninkielisiä ja kirjallisia. Niiden laajuus ja vaikeusaste vaihtelevat, jolloin opiskelija ei väsy saman tyyppisiin kysymyksiin ja opiskelijoiden erilaisuus tulee huomioitua. Osa on perusasioita ja terminologian tuntemusta vahvistavia tehtäviä, osa vaatii syvempää osaamista ja osa lisäksi omaa pohdiskelua sekä kliinisen hematologian haastekohtien tunnistamista. Monimutkaisempien tehtävien idea on, että opiskelija tutkii ja selvittää asiat itsenäisesti ja kirjoittaa sen jälkeen pienen esseen, johon sisältyy kysytyt asiat. Tuotokseen kuuluu myös opettajille tarkoitettu versio, jossa kerrotaan mitä asioita vastauksiin tulisi sisältyä ja minkä tyyppisiä vastauksia opiskelijalta odotetaan.

Ensimmäiseen alueeseen sisältyy kantasolut, verisolujen muodostuminen, niiden tehtävät ja morfologiset piirteet. Aihe sisältää visuaalista opiskeltavaa, mutta harjoitukset ovat lähtökohtaisesti kirjallisia. Tehtäväsarja alkaa terminologian tuntemusta vahvistavalla tehtävällä, jossa läpikäydään aiheeseen liittyvät -poieesi -päätteiset termit, kuten granulopoieesi. Opiskelija voi kertoa termin merkityksen eli granulosityttien kypsymisen, mutta hän voi myös luetella jo kyseiseen solulinjaan kuuluvien soluvaiheiden nimet eli myeloblasti – promyelosyytti – myelosyytti – metamyelosyytti – sauvatumalliset granulositytit – kypsät neutrofiilit, eosinofiilit ja basofiilit. Visuaalinen toteutus kirjallisessa tehtäväkokonaisuudessa on piirtämistehtävä. Opiskelijan tulee piirtää kaikkien eri solulinjojen vaiheet blastista kypsään soluun saakka. Opiskelija joutuu tällöin miettimään konkretian kautta esimerkiksi solujen ja tumien välisiä kokoeroja ja sekä solun tuma-sytoplasma -suhdetta. Tarkoitus ei ole arvioida opiskelijan piirtämistaitoa vaan tavoitteena on tekemällä oppiminen. Opiskelija saa itse valita välineet: joko paperia ja värikyniä tai jokin digitaalinen piirtämishjelma. Solumorfologian ja solujen kehitysvaiheiden jälkeen läpikäydään kaikkien solutyyprien tehtävät verenkierrassa eli tehtävä on laaja. Ne kaikki käydään yhdessä tehtävässä läpi siksi, että opiskelija voi kiinnittää huomiota eri solujen samankaltaisiin ja erilaisiin piirteisiin. Täten

vältetään sitä, että opiskelija myöhemmässä vaiheessa sekoittaa kaksi solutyyppiä keskenään. Loppuosassa tehtävien luonne kevenee. Epätyypilliset punasolut tarvitsee vain nimetä kirjallisen kuvauksen perusteella; ainoastaan sirppisolun merkitystä mietitään hieman tarkemmin johtuen sen yhteydestä malariaan, joka tulee tarkemmin esille myöhemmissä bioanalytiikan opinnoissa. Lopuksi on lyhyemmin vastattavia tehtäviä, joiden tarkoitus on soveltaa opittua, esimerkiksi korostaa epätyypillisten ja epäkypsien soluen välistä eroa ja merkitystä verenkuvassa. Puolivälissä on pohdintatehtävä, johon ei ole oikeaa tai väärää vastausta. Siinä opiskelija miettii, mikä sivelyvalmisteen tarkastelussa ja solujen tunnistuksessa on haastavin kohta eli mitä soluja on vaikea tunnistaa tai minkä solun tunnistuksessa tekee helposti virheen. Tämä on toki opiskelijakohtaista, mutta usein haastavia ovat lymfosyytit, jotka eivät näytä koulukirjojen esimerkkilymfosyyteiltä lainkaan. Pieni lymfosyytti lähestyy kooltaan punasolua ja mikäli näytteessä on epäkypsiä, tumallisia erythroblasteja, on nekin mahdollista sekoittaa pieniin lymfosyytteihin. Tehtävän ratkaisussa opiskelijan tulisi myös miettiä keinoja erehdysten välttämiseen.

Ensimmäisessä osiossa tehtäviä on kaksitoista, joista loppuosan tehtävät ovat lyhyemmin vastattavia ja helpompia. Alkuosassa käydään kattavasti aihealueen perusteoria. Ensimmäisessä kysymyksessä opetellaan termejä, toisessa perehdytään hematopoieettisiin kantasoluihin ja eri verisolutyyppeihin kehityslinjoihin. Tämän jälkeen on luontevaa, että käydään läpi eri verisolutyyppeiden tehtävät. Alkuosa on jonkin verran työläämpi, loppuosa kevyempi ja löydösten merkitysten tuntemusta testaileva. Välissä on pohdintakysymys, jossa opiskelija tunnistaa omat henkilökohtaiset haastekohtansa ja miettii niihin ratkaisua.

Toinen alue keskittyy verenkuvaan, sen parametreihin ja analysointimenetelmiin. Verenkuvassa keskitytään verenkuvan ymmärtämiseen tavanomaisten tulosten kautta, sillä hematologiset sairaudet tai huomattavan poikkeavat löydökset eivät sisälly tähän opintokokonaisuuteen. Verenkuvan maailmaan siirrytään viitearvoihin liittyvällä kysymyksellä. Viitearvot ovat suomalaisille määritellyjä viitearvoja mikäli ei muuta erikseen mainita. Tämä tulee huomioida, kun tehtäviä ratkaisevat kansainväliset vaihto-opiskelijat tai tehtäviä hyödynnetään koulutusviennissä. Osion myöhemmässä tehtävässä otetaan esiin referenssialueen käsite, jolloin viitearvojen erilaisuus eri etnisissä ryhmissä tulee esiin. Alkutehtävässä kysytään hemoglobiinin, trombosyyttien ja leukosyyttien viitearvoja eli pelkästään yleisestikin tunnettujen verenkuvan osien viitearvoja. Numeraalisten arvojen lisäksi tulisi ilmoittaa myös yksiköt. Lisäksi opiskelijan

tulisi huomata, että miehille ja naisille on erilaiset viitearvot. Vastauksessa voi myös eritellä eri leukosyyttityyppien viitearvot. Toisessa tehtävässä kysytään eri valkosolutyypin tehtävät sekä pyydetään kertomaan mitä niiden määrän aleneminen tai kohoaminen voisi merkitä potilaan terveydentilalle. Tehtävä kertoo aiemmassa osiossa opittuja verisolujen tehtäviä ja linkittää ne nyt potilaan terveydentilaan. Vastauksessa olennaista on verisolujen tehtävän ja potilaan terveydentilan välinen yhteys. Ei siis haeta mahdollisimman kattavaa vastausta siihen, missä erilaisissa tilanteissa jokin arvo voi olla poikkeava tai yhtä kattavaa vastausta valkosolujen eri tehtävistä kuin oli ensimmäisen osion harjoituksessa. Esimerkiksi eosinofiilit välittävät allergisia reaktioita ja puolustavat elimistöä parasiitti-infektioissa, joten eosinofiilitason kohoaminen viittaa jomman kumman mahdollisuuteen. Terminologian ja lyhenteiden tuntemusta vahvistetaan taulukontäydennystehtävällä, jossa tulee lisätä puuttuvat solujen ja parametrien nimet sekä niiden lyhenteet. Neljännessä tehtävässä pureudutaan perusveren kuvan laskennallisiin parametreihin. Opiskelijan tulee määrittellä parametrien laskentakaavat sekä yhdistää parametrien kuvaamat asiat solumorfologiaan. Kolme seuraavaa tehtävää keskittyvät analyyttoreiden toimintaan. Yhdessä tehtävistä tulee kuvata analyyttorin käyttämän menetelmän periaate sekä yhdistää se solulaskentaan ja solun rakenteeseen eli ymmärtää miten analyyttori määrittää solutyypin tai solumäärän. Kaksi tehtävistä on käytännönläheisiä ja laboratoriotulosten laadun kannalta keskeisiä. Toisessa opiskelija selittää, milloin ja missä tilanteissa kontrollinäytteet ajetaan ja miten toimitaan tilanteessa, jossa kontrollinäytteen tulos ei olekaan hyväksyttävissä. Kolmannessa tehtävässä tulee esiin analyyttorin riskit ja virhemahdollisuudet. Opiskelijan tulee laajemmin pohtia sitä, miten bioanalyytikon tulisi suhtautua analyyttorin antamiin tuloksiin. Viitearvojen ulkopuolelle sijoittunut yksittäinen arvo ei aina ole merkityksellinen ja toisaalta viitearvojen puitteissa tapahtunut iso muutos saman potilaan kohdalla voi joskus olla merkityksellinen. Loppuosassa opiskelijalta kysytään vielä aiemmin mainittua viitearvon määrittelmää eli vaihteluväliä, johon sijoittuu 95 prosenttia terveestä väestöstä. Määrittelmän lisäksi vastauksessa tulisi ottaa esiin se, että osa terveestä väestöstä ei sijoitu kyseiselle vaihteluvälille sekä sukupuoleen, ikäryhmiin ja erilaisiin etnisiin taustoihin liittyvät erilaiset viitearvot. Viimeisessä tehtävässä tarkastellaan Sysmex XS1000i-analyyttorin tulosteita ja vastataan niihin liittyviin kysymyksiin.

Taulukko 3. Yhteenveto tehtävätyypeistä. A-osio=Hematopoeesin teoria ja verisolumorfologia. B-osio=Verenkuva ja menetelmät. Yksi tehtävä voi kuulua useampaan kategoriaan.

Tehtävätyyppi	A-osio	B-osio
Tehtävien kokonaismäärä	12	10
Tehtävät, joissa useampi kysymys/kehotus	6	7
Tehtävät, joihin vastataan esseetyyppisesti	3	5
Tehtävät, joihin vastataan muutamalla virkkeellä	3	2
Tehtävät, joihin vastataan muutamalla sanalla	5	4
Tehtävät, joihin vastataan piirtämällä	1	0
Tehtävät, joihin vastataan numeraalisesti tai kaavoilla	0	2
Pohdiskelutehtävät	1	1
Taulukon täydennystehtävät	0	1
Termien määrittelytehtävät	1	0

On huomioitava, että vastausten laajuus riippuu myös opiskelijan motivaatiosta perehtyä esitettyyn asiaan sekä opiskelijalle ominaisesta tavasta vastata. Myös muutaman virkkeen vastauksiksi luokitelluista kysymyksistä on mahdollista rakentaa essee.

## 7 Pohdinta

### 7.1 Tuotoksen tarkastelu

Tehtävissä käydään kattavasti läpi määritellyt opintosisällöt kuten eri verisolutyypit tehtävineen ja veren kuvan rakenne. Tehtävien laajuudessa ja vaikeusasteessa on eroja mikä elävöittää kokonaisuutta ja huomioi eri tyyppiset opiskelijat. Alan terminologian osaaminen huomioidaan molemmissa osioissa. Kysymykset vahvistavat osaamista ja yksityiskohtien muistamista mitä eri verisolujen ja niiden eri kehitysasteiden kohdalla tarvitaan paljon. Solujen piirtäminen ja erityisesti niiden koon ja niiden tumien koon hahmottaminen suhteessa toisiinsa on tekemällä oppimista, mutta samalla opiskelija joutuu kertaamaan morfologian tärkeitä yksityiskohtia.

Verisolujen tehtävät kertautuvat valkosolujen osalta toisessa osiossa. Anisosytoosin ja poikilosytoosin käsitteet liittyvät toisessa osiossa käsiteltyihin veren kuvan parametreihin. Uuden asian opiskelu jo aiemmin opitun asian kautta auttaa kokonaisuuksien muodostamisessa, helpottaa uuden asian oppimista ja vahvistaa aiemmin opittua. Hakiessaan lähdetietoa vastaukseensa opiskelija löytää myös luontaisia linkkejä muihin opintosisältöihin, esimerkiksi punasolun elinkaaren päättymisen syissä on yhteys solubiologiaan. Erilaisten lymfosyyttien toiminta liittyy keskeisesti immunologiaan.

Tehtävät auttavat liittämään hematologiassa opiskeltavia aiheita toisiinsa sekä muihin bioanalyytikon opiskelemiin aineisiin. Näin opiskelija hahmottaa laajempia kokonaisuuksia, asiayhteyksiä, periaatteita ja käsitteitä, jolloin hän tavoittaa syväoppimisen tason opiskelussaan.

Tehtävät johdattavat opiskelijaa tiedonhakuun sekä rohkaisevat omaehtoiseen pohtimiseen ja oman osaamisen kehittämiseen. Ensimmäisessä osiossa opiskelijan tulee reflektoida omia haastekohtiaan solutunnistuksessa ja miettiä niihin ratkaisuja. Eri opiskelijoilla voi olla eri haasteet ja tärkeää on, että opiskelija keskittyy nimenomaan omien haastekohtiensa selättämiseen. Toisessa osiossa opiskelijan tulee miettiä laajemmin miten tulevana bioanalytykkona suhtautuu analysaattorin antamiin tuloksiin. Tehtävän ratkaisu auttaa opiskelijaa hahmottamaan sen, että vaikka analysaattori tekisi työn, bioanalytikko kantaa vastuun. Nerokkuudestaan huolimatta analysaattori on renki, ei isäntä. Analysaattoreiden toimintaan liittyvät tehtävät ovat myös käytännön läheisiä ja valmistavat opiskelijaa sekä työelämäharjoitteluun että mahdollisiin työtehtäviin hematologian laboratoriossa.

Tehtävät mahdollistavat myös jatkokehittelyn ja niistä on mahdollista rakentaa eri tyyppisiä tehtäviä. Tehtävä, jossa opiskelijan tulee nimetä punasoluihin liittyvä epätyypillinen piirre, voidaan muuntaa digitaalisen peliin soveltuvaksi tehtäväksi, jossa palaute oikeasta vastauksesta tulee välittömästi. Piirtämistehtävään liittyvän jatkokehitysidean esittelen vielä erikseen vielä kappaleessa Tuotoksen hyödyntäminen ja kehittämis ehdotukset.

Esittelin tehtäviä 11.4.2019 kliinisen hematologian opintokokonaisuutta suorittavalle ryhmälle. Palaute oli positiivista ja tehtäviä pidettiin monipuolisina ja hyvinä. Visuaalinen oppija nosti kuvien puuttumisen esiin, mutta tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa nimenomaan hematologian kirjallisia oppimistehtäviä. Hematologian moduuliin tulee myös kuvamateriaalia ja muun tyyppisiä harjoituksia.

## 7.2 Eettisyys ja luotettavuus

Oppimistehtävät on laadittu noudattaen Metropolia Ammattikorkeakoulun BioDigi hankkeesta vastaavalta projektipäälliköltä, Heidi Malavalta ja opinnäytetyön ohjaajalta, lehtori Merja Ojalalta saatua tehtävänantoa. Aloitin syventymällä hematologian oppimateriaaleihin ja niistä nousseiden pohdintojen perustella laadin ensimmäisen,

karkean version tehtävistä. Ohjaajilta saamani palautteen sekä opettajille tarkoitettujen mallivastausten laatimisen perusteella ne alkoivat täsmentyä. Tehtävien edellyttämä tietopohja on tarkistettu alan tieteellisestä kirjallisuudesta sekä verkkoartikkeleista.

Verenkuvan tutkimisen tehtävään kuuluvat täydellisen verenkuvan tulosteet on hankittu Metropolia Ammattikorkeakoulun syksyn 2018 klinisen hematologian opintojakson laboraatiosta. Esitin asian ja pyysin luvan etukäteen opintojakson opettajan kautta. Korostin pyynnössäni, että henkilötietoja ei saisi tulosteissa näkyä. Opiskelijat olivat tietoisia asiasta ja antoivat minulle ystävällisesti tulosteita. Tulosteissa ei ole henkilötietoja, mutta oppimistehtävän edellyttämät taustatiedot eli tutkittavan sukupuoli ja ikä on kirjoitettu niihin erikseen. Tulosteita käytetään analyysoijan tulosten tulkintaan perehdyttävässä oppimistehtävässä eikä missään muussa tarkoituksessa.

Raporttiin on haettu tietoa sekä kotimaisista että kansainvälisistä tieteellisistä lähteistä. Aihe sisältää runsaasti yleisesti tunnettuja verkkoon ja verkko-opiskeluun liittyviä käsitteitä, jotka saattavat tarkoittaa kokonaan tai osin samaa asiaa tai niitä käytetään hiukan eri tavalla tilanteesta ja tulkitsijasta riippuen. Keskeisimmät niistä on selitetty lähteiden avulla, mutta ei kaikkia. Niiden yleisen tunnettuuden ja tilannesidonnaisuuden vuoksi lukijan oletetaan ymmärtävän mistä on milloinkin kyse. Opinnäyte läpäisi Turnitin-järjestelmässä tehdyn alkuperätarkistuksen 16.4.2019.

### 7.3 Tuotoksen hyödyntäminen ja kehitysehdotukset

Opinnäytetyötä hyödynnetään bioanalytiikan opetuksessa, jolloin siitä hyötyvät tulevat bioanalytiikan opiskelijat, klinisen hematologian ja tulevan opintoportaalin sisällöstä vastaavat opettajat sekä kansainvälisen viennin puitteissa koko Metropolia sekä kansainväliset vaihto-opiskelijat.

Opinnäyte oli lähtökohtaisesti kirjallisiin oppimistehtäviin keskittyvä. Aiheeseen kuuluvaa visuaalista aineistoa on kuvailtu sanallisesti, mutta hematopoeesin oppimistehtävä on piirtämistehtävä. Koska tehtävät viedään verkkoportaaliin, olisi luontevaa, että piirtämistehtävästä saataisiin myös digitaalinen versio. Digitaalisessa versiossa vapaalla kädellä piirtämisen sijasta voisi muotoilla, pienentää, suurentaa ja värittää valmiita, pelkistettyjä solukuvia. Tämän opinnäytetyön ohessa se olisi ollut liian laaja toteuttaa, mutta se voisi olla esimerkiksi innovaatioprojektin aihe, jonka bioanalytiikan opiskelijat ja media-alan opiskelijat toteuttaisivat yhdessä.

#### 7.4 Ammatillinen kasvu

Opinnäytetyön työstäminen sai minut pohtimaan opiskelemiani asioita siitä näkökulmasta, että miten niitä tulisi opettaa tuleville bioanalytikoille, millä tavoilla hematologian oppimista edesautetaan ja miten se voidaan toteuttaa digitaalisessa ympäristössä. Ymmärrän paremmin ne haasteet mitkä sekä opettajilla että tulevilla opiskelijoilla on digitalisoituvassa oppimisympäristössä, jossa erilaisten alustojen ja yhteyksien tekninen toimivuus on kaiken toimivuuden ehdoton edellytys. Opiskelijoiden erilaisuus asettaa haasteen, johon vastaaminen edellyttää opintomateriaalien ja oppimismenetelmien monipuolisuutta ja vaihtoehtoisuutta. Hematologian ydinasiat eivät kuitenkaan ole muuttuneet ja sama opintosisältö pitäisi siirtää uudessa ympäristössä uusille opiskelijoille. Tämä on hyvä perustus mistä pitää kiinni. Hematologian opintosisältö ei muutu, vaikka se esitetään digitaalisessa muodossa. Se ei myöskään muutu, vaikka se esitetään englanniksi. Hematologian erityissanasto on lääketieteellistä sanastoa, jossa erikieliset vastaavuudet löytyvät helposti.

Myös oma hematologian osaamiseni vahvistui opinnäytetyöskentelyn myötä. Havaittuani, että kaikelle opitulle ei löytynyt lähteistä vahvistusta, jouduin tekemään eron tieteelliseen lähdetietoon perustuvan tiedon ja soveltavan käytännön tiedon välillä. Tämä koski blastien morfologista tunnistettavuutta sekä epätyypillisten punasolujen määrää terveen henkilön verinäytteessä. Lähteisiin perehtyminen sai myös minut aiempaa selkeämmin yhdistämään hematologian teoriaa immunologian opintojaksolla opittuihin asioihin eli opinnäytetyön tekeminen vahvisti omaa syväoppimistani.

Opinnäytetyön tekemisestä opin sen, että lähteisiin tutustumiseen ja lähteiden hankintaan kannattaa varata jo alussa riittävän paljon aikaa. Täytyy myös hyväksyä se ajatus, että välillä joutuu pitkänkin ajan vain hakemaan lähteitä ja tutustumaan lähteisiin ilman, että se näkyy konkreettisesti työn etenemisessä. Artikkeleita kannattaa poimia mieluummin enemmän kuin vähemmän. Omalla kohdallani kävi niin, että olin alussa turhan kriittinen sen suhteen, liittykö artikkelin sisältö opinnäytetyöhöni tai oliko siinä ilmenevä tutkimustieto sovellettavissa omassa työssäni vai ei. Päädyin hylkäämään monta artikkelia, mutta raportin teon loppuvaiheessa päädyin hakemaan vielä lisää.

## Lähteet

Bessman, David J. 1990: The Clinical Methods, History, Physical, and Laboratory Examinations. Chapter 156: Reticulocytes. Available: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK264/> >

Bi-Etymology. History and Origin (Etymology) of Biological / Biochemical / Medical Terms. Verkkosivut. < <https://bioetymology.blogspot.com/2012/01/hematopoiesis-or-haemopoiesis.html> > Viitattu 1.10.2018.

Blann, Andrew - Ahmed, Nessar 2014. Blood Science. Principles and Pathology. Chichester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd. 14-164.

Dolmans, Diana H.J.M. – Loyens, Sofie M.M. – Marcq, Helénè – Gijbels, David 2015. Deep and surface learning in problem-based learning: a review of the literature. Springer. Saatavilla sähköisesti:< <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26563722> >

Eskelinen, Seija 2016. Viitearvojen tulkinta. Verkkoartikkeli. < [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk02060](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk02060) > Duodecim Terveyskirjasto.

Houzouri Humpreys, Alexandra – Konomos, Philip 2010. Student Perspectives on Campus-based versus Online Courses. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. 7 (8). 45-54.

Hu, Haihong 2015. Building virtual teams: experiential learning using emerging technologies. E-Learning and Digital Media 12 (1). 17-33. Saatavilla sähköisesti: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2042753014558373>

Huslab ohjekirja. Perusverenkuva, leukosyyttien erittelylaskenta, koneellinen, verestä. Verkkodokumentti. < <https://huslab.fi/ohjekirja/2475.html> > Viitattu 13.4.2019.

Jarva, Otso 2006. Avoimet laboratoriotyöt yliopisto-opetuksessa. Pro gradu. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Fysiikan laitos. Saatavilla sähköisesti: <https://docplayer.fi/11692468-Avoimet-laboratoriotyot-yliopisto-opetuksessa.html>

Labquality. Ulkoinen laaduntarkkailu. Verkkosivut. < <https://www.labquality.fi/laadunarviointi/kenelle-ja-miksi/> > Viitattu 17.3.2019.

Leinonen, Anna Mari 2008. Ammatillinen opettajuus kansallisessa verkko-opetuksen kehittämishankkeessa. Väitös. Hämeenlinna: Tampereen yliopiston ammattikasvatuksen tutkimus- ja koulutuskeskus. Kasvatustieteen laitos. Saatavilla sähköisesti: <https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/67869/978-951-44-7360-9.pdf?sequence=1>

Lumme, Riitta 2015. Katsaus bioanalyttikko-koulutukseen. Moodi 38 (4-5). 158-160.

Mustjoki, Satu - Pettersson, Tom - Sinisalo, Marjatta - Vakkila, Jukka 2015. Veritautien immunologiaa. Teoksessa Porkka, Kimmo - Lassila, Riitta - Remes, Kari - Savolainen, Eeva-Riitta (toim.) Veritaudit. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 27-44.

Opetus- ja kulttuuriministeriö. Korkeakoulujen digitaaliset oppimisympäristöt. Verkkosivut. < <https://minedu.fi/digitaaliset-oppimisymparistot> > Viitattu 21.9.2018.

Opetussuunnitelmat/Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Verkkosivut. < <http://opinto-opas-ops.metropolia.fi/index.php/fi/88094/fi/70303/SXJ19K1/year/2018> > Viitattu 24.9.2018

Puolimatka, Tapio 2002. Konstruktivismista realismiin. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. 82-242.

Savolainen, Eeva-Riitta - Tienhaara, Anni 2015. Verinäytteet ja morfologiset tutkimukset. Teoksessa Porkka, Kimmo - Lassila, Riitta - Remes, Kari - Savolainen, Eeva-Riitta (toim.) Veritaudit. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 86-95.

Siitonen, Timo - Koistinen, Pirjo 2015. Verisolujen tuotanto ja säätely. Teoksessa Porkka, Kimmo - Lassila, Riitta - Remes, Kari - Savolainen, Eeva-Riitta (toim.) Veritaudit. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 16-26.

Simon, Michael W. 2003. The Atypical Lymphocyte. Review Article. Saatavilla sähköisesti: [http://www.int-pediatrics.org/PDF/Volume\\_18/18\\_1/20\\_22ip1803\\_WEB.pdf](http://www.int-pediatrics.org/PDF/Volume_18/18_1/20_22ip1803_WEB.pdf) Viitattu 14.1.2019.

The Art of Medicine. Haematology: Morphological Abnormalities of Red Blood Cells. Verkkodokumentti. < <https://theartofmed.wordpress.com> > Viitattu 8.1.2019.

Transue, Beth M. 2013. Connectivism and Information Literacy: Moving From Learning Theory to Pedagogical Practice. Public Services Quarterly 9:3. 185-195.

Tutkimus, kehittäminen ja innovaatiot/Hankkeet: BioDigi - Bioanalytiikan digitaalinen verkkoportaali. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Verkkodokumentti. < <https://www.metropolia.fi/tutkimus-kehittaminen-ja-innovaatiot/hankkeet/biodigi/> > Viitattu 3.9.2018.

Villee, Claude A. Morphology. Encyclopedia Britannica. Verkkodokumentti. < <https://www.britannica.com/science/morphology-biology> > Viitattu 1.10.2018.



## Learning Studies of Hematology

### A. Theory of Haematopoiesis and Blood Cell Morphology

1. Explain what the following terms mean
  - Haematopoiesis
  - Lymphopoiesis
  - Erythropoiesis
  - Granulopoiesis
  - Thrombopoiesis
  - Monopoiesis
2. What are the haematopoietic stem cells? Can any one of them become any type of mature blood cell? Provide also explanation for yes/no answer.
3. Draw a model which presents the formation of the blood cells from blast to mature blood cells. Draw pictures of the cells keeping in mind their size and size and shape of their nucleus in different stages in development and in different cell lineages. Add a name for each cell.
4. What are the functions of the different blood cell types?
5. How long do red blood cells live in blood circulation? What happen to them after that?
6. What do you think are the most common mistakes in recognizing blood cells at the peripheral blood smear? How would you avoid them?
7. Give a name to the following findings
  - a) Red blood cells in a line
  - b) Red blood cell with irregular thorns that vary in size, length and width
  - c) Dark purple spots within a red blood cell
  - d) Small hyperchromatic red blood cell that has no central area of pallor
  - e) Egg-shaped and cigar-shaped red blood cells
  - f) Pieces of red blood cells
8. What are the sickle cells?
9. Which abnormal red blood cells express poikilocytosis and which ones anisocytosis? Can a single red blood cell express both?

10. Can a healthy person have abnormal erythrocytes in his/her blood sample?
11. Can a healthy person have immature erythrocytes in his/her blood sample?
12. Can a healthy person have immature leukocytes in his/her blood sample?

## **B. Complete/Full Blood Count and Methods**

1. What are the reference values of
  - a) Thrombocytes
  - b) Hemoglobin
  - c) Leukocytes?
2. Rehearse the functions of the different white blood cells and explain what does the decrease/increase of specific cell type mean for persons health condition.
3. Complete the attached table. (Attachment 1a)
4. a) Give the mathematic formulas to the parameters which are not directly measured but separately calculated. b) What might these parameters tell about persons blood status?
5. What methods do the automated blood cell analyzers use? Describe how the analyzer uses certain method to define the type of a blood cell and/or count the number of the cells.
6. a) When does the quality control have to be run? b) What do you do if the quality control run fails?
7. The automated analyzers cannot always recognize all the cells. How are they designed to take this risk into account? How do you as a responsible biomedical laboratory scientist react to the results of the analyzer?
8. In which situations the peripheral blood smear is needed despite the automated blood cell analyzers?
9. How is the reference area defined?
10. Look at the full blood count results of Sysmex XS-1000i (Attachment 2) and answer the following questions.
  - a) Look at the DIFF-graphics. What do the colours represent?

- b) Look at the result in page 12 (female 23). It looks like the percentages of monocytes and eosinophils have increased. What is the reason to this?**
- c) What are the peaks at the WBC-graphics? Is the variation between individuals normal or is there something abnormal?**
- d) Which is the mathematical value in this analyzer, MCV or HCT?**
- e) Do these results represent well the differences between male and female and differences in different age groups?**

**ATTACHMENT 1a, Study B3**

Blood Cell / Parameter	Shortening	Synonym	Shortening
	Hb		
Red Blood Cell			
Hematocrit			
	RDW		
	MCV		
	MCH		
	MCHC		
		Thrombocyte	
White Blood Cell			
	NEU		
	EOS		
Basophil			
Lymphocyte			

**Liitteen otsikko**

Liitteen sisältö