

Annika Koponen
Laura Elg

Opetusmateriaali kliinisen hematologian opinto- jaksolle

Solutunnistuspeli veren solumorfologiasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Bioanalyttikko (AMK)

Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

27.11.2018

<p>Tekijät Otsikko</p> <p>Sivumäärä Aika</p>	<p>Laura Elg Annika Koponen</p> <p>Opetusmateriaali klinisen hematologian opintojaksolle Solutunnistuspeli veren solumorfologiasta</p> <p>34 sivua + 2 liitettä 27.11.2018</p>
Tutkinto	Bioanalyttikko (AMK)
Koulutusohjelma	Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Bioanalytiikka
Ohjaajat	<p>Lehtori Heidi Malava Lehtori Merja Ojala</p>
<p>Hematologia ja veren solujen tunnistus on osa bioanalyttikon osaamista. Veren solujen mikroskopointi on veritautien diagnostiikassa tärkeä laboratoriotutkimus. Teknologian kehittyessä yhä useampi tutkimus automatisoituu. Silti mikään ei korvaa mikroskoopilla tehtävää erittelylaskentaa. Analysaattorin antaessa hälytyksen tai tuloksen ollessa poikkeava, tehdään jatkotutkimuksena solujen erittelylaskenta mikroskoopilla. Solujen erittelylaskennan suorittaa bioanalyttikko.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opetusmateriaali veren solujen morfologiasta Metropolia Ammattikorkeakoululle. Opetusmateriaali on suunnattu klinisen hematologian opintojaksolle. Tavoitteena on kehittää bioanalytiikan opiskelijoiden veren solumorfologian tunnistamisen taitoja.</p> <p>Opetusmateriaalissa käytetyt kuvat on kuvattu mikroskooppikameralla Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa. Veren sivelyvalmisteet saatiin Meilahden sairaalan HUSLABin erikoishematologian laboratoriosta. Veren sivelyvalmisteet on värjätty May-Grünwald-Giemsa värjäyksellä.</p> <p>Veren solujen tunnistuspeli rakennettiin verkkopohjaiselle Moodle-alustalle. Soluryhmiksi opetusateriaaliin valittiin erytrosyytit, trombositit sekä leukosyytit.</p>	
Avainsanat	Bioanalytiikka, opetusmateriaali, verisolumorfologia, hematologia

Authors Title	Laura Elg Annika Koponen Educational Material for Clinical Hematology Studies: Educational Game of Blood Cell Morphology
Number of Pages Date	34 pages + 2 appendices 27 November 2018
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Biomedical Laboratory Science
Specialisation	Biomedical Laboratory Science
Instructors	Heidi Malava, Senior Lecturer Merja Ojala, Senior Lecturer
<p>We made this final project on the request of the senior lecturer of haematology at Metropolia University of Applied Sciences, Helsinki, Finland.</p> <p>Haematology and blood cell identification builds a large portion of a biomedical laboratory scientist's basic skills. Morphological analysis of blood cells is an important part of diagnostics in hematological illnesses. As technology evolves, a bigger part of analysis is done automatically by a machine. Still nothing can replace microscopical blood count. Alarm from the analyzer or abnormal result of the blood count are always inspected by microscopical blood count. Microscopical examination of the blood smear is done by biomedical laboratory scientist.</p> <p>This final project has been put together to form an educational material of blood cell morphology for Metropolia University of Applied Sciences. This educational material is aimed to use in clinical haematology studies. The hope is to assist in the development of the skills of biomedical laboratory scientist in blood cell morphology.</p> <p>The pictures we used in this educational material were taken with a microscope connected to a digital camera in the premises of Metropolia University of Applied Sciences Helsinki, Finland. The peripheral blood smears were given by HUSLAB special haematology laboratory in Helsinki, Finland. The peripheral blood smears were stained with May-Grünwald-Giemsa stain.</p> <p>The game of blood cell morphology was built on an internet-based Moodle platform. The cell groups chosen for this final project were erythrocytes, platelets and leukocytes.</p>	
Keywords	biomedical laboratory science, educational material, haematology, blood cell morphology

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Solutunnistuspeli veren solumorfologian opiskelun tukena	2
2.1	Hematologia ja solumorfologia	3
2.2	Veren solut	3
2.2.1	Hematopoieesi	3
2.2.2	Erytrosyytit ja erytropoieesi	5
2.2.3	Erytrosyyttien muutokset	6
2.2.4	Trombosyytit ja trombopoieesi	8
2.2.5	Trombosyyttien muutokset	9
2.2.6	Leukosyytit	9
2.2.6.1	Lymfosyytit ja lymfopoieesi	10
2.2.6.2	Granulosyytit ja granulopoieesi	11
2.2.6.3	Monosyytit ja monopoieesi	16
2.3	Perifeerisen veren sivelyvalmiste ja hematologiset värjäykset	17
2.3.1	Veren sivelyvalmiste	17
2.3.2	May-Grünwald-Giemsa -värjäys	18
2.4	Leukosyyttien erittelylaskenta	18
2.5	Pedagogiikka	19
2.5.1	Verkko-opetus	20
2.5.2	Laadukas verkko-opetus	21
2.5.3	Oppimispeli verkko-opetuksessa	22
2.5.4	Erilaiset oppijat	22
3	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	22
4	Toteutus	23
4.1	Veren solujen kuvaaminen	23
4.2	Aikataulu	25
5	Tuotos	25
6	Pohdinta	28
6.1	Tuotoksen tarkastelu	28

6.2	Luotettavuus	29
6.3	Eettisyys	30
6.4	Tuotoksen ja tuloksen hyödyntäminen	30
6.5	Kehittämisehdotukset	31
6.6	Ammatillinen kehittyminen	31
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1. Otteita solutunnistuspelistä	
	Liite 2. Opettajille jaettu ohje kuvien lisäämisestä solutunnistuspeliin	

1 Johdanto

Veren valkosolujen erittelylaskenta tehdään automaattisella verenkuvaa-analysaattorilla. Analysaattorin antaessa hälytyksen tai tuloksen ollessa poikkeava, tehdään jatkotutkimuksena solujen erittelylaskenta mikroskoopilla. (Savolainen – Tienhaara 2015.) Solujen erittelylaskennan suorittaa bioanalyytikko.

Veren solujen tunnistaminen perustuu mikroskopointiin, jossa mikroskoopilla tarkastellaan objektilasille tehtyä sivelyvalmistetta ja siinä esiintyvien solujen morfologiaa. Veren solujen mikroskopointi on veritautien diagnostiikassa tärkeä laboratoriotutkimus. Veren sivelyvalmisteet värjätään May-Grünwald-Giemsan värjäyksellä (MGG-värjäys). MGG-värjäys tuo esille veren solun erilaistumislinjan ja solun kypsyysasteen. MGG-värjäys on yleisessä käytössä perifeerisen veren sivelyvalmisteen värjäyksessä. (Matinlauri – Vilpo 2010: 252.)

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opetusmateriaalia veren solumorfologiasta. Opinnäytetyö on toiminnallinen ja sen tuotoksena syntyi veren solujen tunnistuspeli. Opetusmateriaalin avulla opetellaan tunnistamaan veren punasoluja, leukosyyttejä sekä trombosyyttejä. Veren solumorfologian osaaminen on olennainen osa bioanalyytikon osaamista. Aihe valittiin Metropolia Ammattikorkeakoulun lehtorin Heidi Malavan tarpeesta saada itseopiskelumateriaali veren solumorfologiasta hematologian opintojaksolle. Tuotoksesta haluttiin saada kattava ja yksinkertainen ja niin, että se on kaikkien saatavilla. Tarkoituksena oli tuottaa solutunnistuspeli hematologian osaamisen syventämiseen. Solutunnistuspeli perustuu opinnäytetyön tekijöiden itseottamiin kuviin veren soluista, joita opiskelijoiden tulee tunnistaa.

Solutunnistuspelin kuvat on HUSLABin erikoishematologian laboratoriosta saaduista perifeerisen veren sivelyvalmisteista otettuja. Veren sivelyvalmisteet on värjätty MGG-värjäysmenetelmällä. Se on yleisin verisoluille käytetty värjäysmenetelmä. Kuvia on otettu jokaisesta veren solulinjasta, niiden kypsyysasteista ja poikkeavista solumuodoista. Kuvat veren soluista on kuvattu mikroskooppiin liitetyn kameran avulla Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa.

2 Solutunnistuspeli veren solumorfologian opiskelun tukena

Hematologia tarkoittaa lääketieteen tutkimusala, jossa selvitetään veren eri tehtäviä, ominaisuuksia sekä veren eri soluja. Hematologia tutkii veritauteja sekä veren solujen morfologiaa. (Bjålie - Haug ym. 2013: 314.)

Hematologia ja solumorfologia ovat oleellinen osa bioanalyytikon osaamisaluetta. Taidot solujen tunnistuksessa karttuvat työelämässä kokemuksen kautta, mutta bioanalytiikan koulutuksessa opittu veren solujen tunnistamisen taito toimii hyvänä pohjana koko ajan kehittyvälle ammattitaidolle.

Veren erytrosyytit, leukosyytit ja trombosyytit lasketaan laboratorioissa analysaattoreilla, sillä se on tehokkain ja nopein tapa suorittaa laskenta. Analysaattorilla saadaan toistettava ja luotettava tulos silloin, kun kyseessä on normaali tai vain hieman poikkeava erittelylaskenta. Analysaattori ei kykene tunnistamaan solujen varhaismuotoja luotettavasti. Tällöin bioanalyytikon tulee valmistaa sivelyvalmiste, mikroskopoida näyte ja tehdä erittelylaskenta. Bioanalytikko laskee mikroskoopilla veren solut tapauksissa, joissa analysaattori ei jostain syystä ole kyennyt laskentaa suorittamaan. Suurissa laboratorioissa on myös käytössä automaattimikroskooppi, joka analysoi tietokoneohjelman avulla sivelyvalmisteesta leukosyyttien morfologisia piirteitä sekä luokittelee ne tunnistamiensa piirteiden avulla. (Savolainen – Tienhaara 2015.)

Nykypäivänä internet (jäljempänä verkko) on merkittävässä osassa niin sosiaalisessa kanssakäymisessä, kuin oppimisessäkin. Rajat perinteisen luokahuoneessa tapahtuvan ja verkossa tapahtuvan oppimisen välillä ovat sekoittuneet. Verkossa työskentely korostaa opiskelijan halua ottaa vastuuta omasta oppimisestaan. (Mäkitalo, Eino – Wallinheimo, Kirsi 2012.) Verkkomateriaalin etuja ovat sen helppokäyttöisyys, helppo saatavuus ja yksinkertaisuus. Pelimuotoinen opetusmateriaali innostaa oppijaa itseopiskeluun ja haastaa parempiin suoriin. Solujen tunnistukseen yhdistetyt vinkit auttavat opiskelijaa tunnistamaan erot solujen rakenteissa ja tukevat veren solujen nimeämistä.

Veren solujen tunnistamisesta ei ole aiemmin tuotettu suomeksi pelin kaltaista itseopiskelumateriaalia. Englannin kielellä tämän tyyppinen peli on saatavilla esimerkiksi CellaVision yhtiöltä. CellaVisionin kehittämä opetuspele, CellAtlas, on puhelimeen ladattava sovellus, jossa voi harjoitella solujen tunnistusta. Sovellus on luotu yhteistyössä

useiden verensolujen morfologiaan erikoistuneiden ammattilaisten kanssa. (CellaVision 2018.) Englanninkielinen solutunnistuspeli koettiin hankalana opiskelun yhteydessä, sillä solujen englanninkielinen nimeäminen tuottaa oman haasteensa. Opetusmateriaalina on Metropolia Ammattikorkeakoulussa aiemmin ollut käytössä opettajan Moodle-alustalle tehty veren solujen tunnistusmateriaali, mutta siinä opiskelija ei saa palautetta antamastaan vastausvaihtoehdosta, hän vain näkee, oliko vastaus oikein vai väärin.

2.1 Hematologia ja solumorfologia

Metropolia Ammattikorkeakoulussa bioanalyytikon opintoihin kuuluvat tärkeänä osana solubiologian, solumorfologian sekä hematologian opintojaksot. Opintojaksojen jälkeen opiskelija ymmärtää verisolujen muodostumisen, liikkuvuuden, toiminnan ja tehtävät sekä niiden ilmentymisen kehon eri nesteisiin. Solubiologian, solumorfologian sekä sytologian opintojakso toimii pohjana hematologian opintojaksolle. Solubiologian, solumorfologian ja sytologian opintojakson laajuus on 15 opintopistettä, josta solumorfologian osuus on 5 opintopistettä. Hematologia on Metropolian Ammattikorkeakoulussa osana kliinisen hematologian ja immunohepatologian tutkimukset opintojaksoa, jonka laajuus on 10 opintopistettä. Hematologian osuus tästä on 6 opintopistettä. (Metropolia 2018.) Hematologia on lääketieteen erikoisala, joka hoitaa ja tutkii veren sairauksia (Hematologia HUS).

2.2 Veren solut

Keho vaatii monen tyyppisiä eri soluja toimiakseen. Verensoluista erytrosyytit kuljettavat happea ja hiilidioksidia, trombosyytit toimivat osana verenhiyytymisjärjestelmää, leukosyytit taas osana elimistön immuunipuolustusta. Verisolujen elinkaari vaihtelee neutrofiilisten granulosyyttien tunneista lymfosyyttien useisiin vuosiin. Virheet hematopoieesissa ja sen säätelyssä johtavat erilaisiin veritauteihin. Veritaudin syntyyn vaikuttavia poikkeamia ovat muutokset yhden tai useamman solulinjan solujen määrässä, erilaistumisessa ja kypsymisessä. (Koistinen – Siitonen 2007.)

2.2.1 Hematopoieesi

Veren solut syntyvät hematopoieettisista kantasoluista pääasiassa luuytimessä. Eri ikäkausina hematopoieesi tapahtuu eri kudoksissa. Hematopoieesin eli solun syntymän

vaiheisiin kuuluvat solunjakautuminen, linjanvalinta, erilaistuminen ja kypsyminen. Luuytimessä hematopoieettisia kantasoluja on arvioitu olevan vain murto-osa kaikista luuytimen soluista, hematopoieesia ylläpitäviä soluja arvioidaan olevan noin 0,01-0,001 % luuytimen soluista. Hematopoieettisten kantasolujen kyvyn tuottaa itsensä kaltaisia soluja mahdollistaa luuytimessä 10^{12} uuden verisolun tuottamisen joka päivä. Aikuinen tuottaa keskimääräisesti 3-4 kertaa painonsa verran uusia verisoluja vuoden aikana. Arvioiden mukaan yksittäisen kantasolun on mahdollista jakaantua yli 50 kertaa. (Koistinen – Siitonen 2015.)

1970-luvulla tehdyt luuydinsiirrot osoittivat siirrettyjen monikykyisten hematopoieettisten kantasolujen pystyvän muodostamaan ja ylläpitämään pitkäaikaisen hematopoieesin toisella ihmisellä. Monikykyisellä hematopoieettisella kantasolulla tarkoitetaan solua, joka pystyy tuottamaan itsensä kaltaisia, sekä erilaistumiskyvyiltään suppeampia soluja. Kaikki veren solut muodostuvat monikykyisistä hematopoieettisista kantasoluista linjavalintojen, solunjakautumisen ja kypsymisen myötä. (Koistinen – Siitonen 2015.)

Verisolujen tuotanto käynnistyy jo sikiökaudella kolmen viikon kuluttua hedelmöityksestä. Sikiökauden hematopoieesi alkaa alkion ruskuaispussissa, sekä aortan seinämän mesenkymaalisessa kudoksessa. Tämän jälkeen tuotanto siirtyy suurimmalta osin maksan tehtäväksi. Sikiön ollessa noin neljän kuukauden ikäinen kantasoluja löytyy myös pernasta, kateenkorvasta ja luuytimestä. Lapsen syntymän aikaan luuydin on vastuussa veren solujen tuotannosta. Lapsen kaikkien luiden luuytimet tuottavat verisoluja. Aikuisella verisolujen tuotanto tapahtuu vain kehon litteissä luissa, kylkiluissa, nikamissa sekä reisiluiden ja olkavarren proksimaalipäissä. Iän mukana luuytimen hematopoieettinen kudos vähenee, rasvakudoksen lisääntyessä. (Koistinen – Siitonen 2007.)

Apoptoosi on solujen tarkoin ohjelmoitua solukuolemaa, jossa solun rakenteet hajoavat, tarkoituksena tuhota tarpeettomat solut. Apoptoosin aktivoitumista säätelee solujen sisäinen ohjelma. Apoptoosin voi käynnistää useat eri tekijät. Näitä tekijöitä ovat muun muassa fysiologiset syyt, elinten kehityksen signaalit, tulehdukset ja DNA-vauriot. Esimerkiksi syöpähoitoissa käytetään hyväksi apoptoosia, vaurioittamalla syöpäsoluilla ja sädehoidolla syöpäsolujen DNA:ta, joka johtaa apoptoosiin. (Isola 2013; Kujala 2012.)

Fagosytoosilla tarkoitetaan tilannetta, jossa fagosytoivat leukosyytit (granulosyytit, monosyytit, makrofagit) syövät sisäänsä kehoon tulleita mikrobeja ja tuhoavat ne. Fagosytoivat solut eliminoivat myös elimistön omia vanhentuneita ja vaurioituneita soluja. Fagosyytit fagosytoivat myös apoptoosissa pirstaloituneiden solujen osat. (Isola 2013; Julkunen – Meri 2011.)

2.2.2 Erytrosyytit ja erytropoieesi

Erytrosyytit eli punasolut ovat verensoluja, jotka kuljettavat happea kudoksiin ja hiilidioksidia niistä pois. Punasolujen elinikä on noin 120 päivää ja niitä syntyy päivittäin arviolta 200 miljardia. Kypsä punasolu on muodoltaan kaksoiskovera ja kooltaan se on noin 7 µm. Punasolut värjäytyvät vaaleanpunaiseksi ja kolmasosa sen keskeltä on väritään vaaleampaa. (Rozenberg 2011: 2-3.)

Punasolujen kypsymisessä on kuusi eri vaihetta. Varhaisin punasolujen muoto on proerytroblasti. Se on kooltaan 12-20 µm ja sen suuri tuma vie lähes kaiken solun tilasta. Tumassa on muutamia nukleoleja. Sytoplasma on tummansinistä. Proerytroblasteja ei tavata normaalisti verenkierrossa, vaan niiden esiintyminen on aina merkki sairaudesta. (Rozenberg 2011: 2.)

Punasolujen seuraavan kypsymisen vaihe on basofiilinen erytroblasti. Ne ovat kooltaan 10-16 µm ja näin pienempiä kuin proerytroblastit. Tuma on suhteellisen suurikokoinen ja sen kromatiinirakenne on tiivistä. Tumassa ei esiinny nukleoleja ja se on värjäätynyt tummasiniseksi. Basofiilisiä erytroblasteja ei tavata normaalisti verenkierrossa ja niiden esiintyminen on aina merkki sairaudesta. (Rozenberg 2011: 2.)

Polykromaattinen erytroblasti on punasolun kypsymisen kolmas vaihe. Nämä verisolut ovat kooltaan 8-14 µm. Tuma on tiiviimpää kuin basofiilisessa erytroblastissa ja se on pienempikokoinen sekä pyöreä. Sytoplasma ei ole enää basofiilisen siniseksi värjäytynyt, vaan punaisemmaksi sillä se on alkanut muodostamaan hemoglobiinia. (Rozenberg 2011: 2)

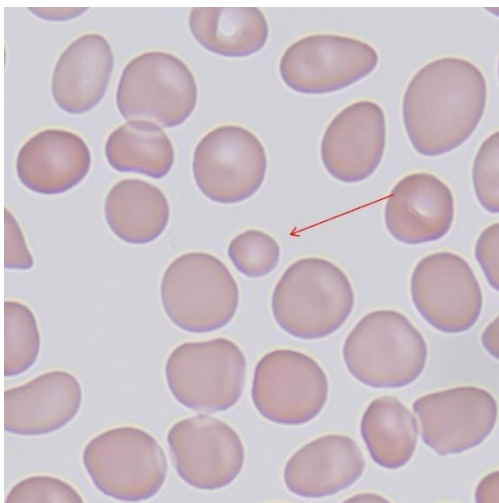
Ortokromaattinen erytroblasti vaihtelee kooltaan 8-10 µm välillä. Sen sytoplasma on väritään punaisempaa hemoglobiinin vuoksi. Solun kypsyessä tuma pienenee ja lopulta poistuu solusta, solun vielä ollessa luuytimessä. (Rozenberg 2011: 2.)

Retikulosyytti on nuori erytrosyytti. Se on kooltaan kypsää punasolua hieman suurempi. Solu on väriltään hieman polykromaattisen siniharmaa, sillä se sisältää vielä hieman RNA:n jäänteitä poistuneesta tumasta. Kaiken RNA:n poistuessa solusta se kypsyy punasoluksi. (Rozenberg 2011: 2.)

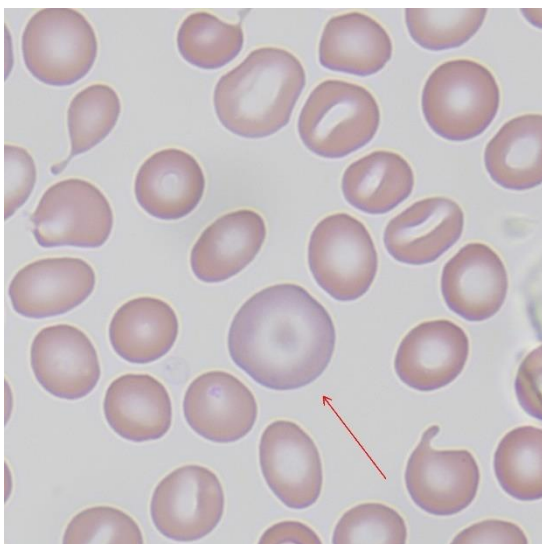
2.2.3 Erytrosyyttien muutokset

Automaattisella verenkuvaa-analysaattorilla saadaan selville esimerkiksi punasolujen keskitilavuus, hemoglobiinin määrä ja punasolujen koon vaihtelu. Punasolujen mikroskooppisessa tarkastelussa indikaationa on suurimmassa osassa tapauksia anemian selvittely. Sivelyvalmisteen tekemisestä on hyötyä, kun halutaan nähdä punasolujen ryhmittymisen poikkeavuudet, punasolujen koon ja muodon vaihtelu, värjäytyvyyden vaihtelut sekä punasoluinkluusiot, eli punasolujen sisäiset kappaleet. Automaattisella verenkuvaa-analysaattorilla ei ole mahdollista lainkaan erotella skistosyyttien osuutta eli punasolukappaleita, vaan ne on mahdollista nähdä ainoastaan sivelyvalmisteen avulla. Punasoluja mikroskopoidessa tulee kiinnittää huomio niiden ryhmittymiseen, kokoon, väriin, muotoon ja inklusioihin. (Nousiainen 2015; Pelliniemi 1998; Rozenberg 2011: 8.)

Punasolujen koon vaihtelua kutsutaan anisosytoosiksi. Normosyytti, eli normaali kokoinen punasolu on kooltaan noin 7 μm . Punasoluja, jotka ovat kooltaan normosyyttejä pienempiä kutsutaan mikrosyyteiksi (ks. kuvio 1). Punasoluja, jotka ovat normosyyttejä suurempia, kutsutaan makrosyyteiksi (ks. kuvio 2). (Nousiainen 2015; Pelliniemi 1998; Rozenberg 2011: 3-8.)



Kuvio 1. MGG-värjäyksessä näkyvä mikrosyytti.



Kuvio 2. MGG-värjäyksessä näkyvä makrosyytti.

Punasolujen muodon vaihtelua kutsutaan poikilosytoosiksi. Poikilosyyteissa punasolun morfologia on muuttunut, eivätkä ne ole enää kaksoiskoveria ja pyöreitä soluja. Poikilosyytejä on useita erilaisia. Kynäsolut ovat muodoltaan todella kapeita ja ovalosyytit, jotka ovat muodoltaan soikeita. Päärynäsolut ovat punasoluja, joiden päädyssä on suipon muotoinen uloke, pisarasoluissa uloke on kapeampi. Punasolufragmentit eli skistosyytit ovat punasolukappaleita, jotka ovat epäsäännöllisen muotoisia ja pienikokoisia palasia punasolusta. Akantosyyteissa ja burr-soluissa punasolun pinnalla on eripituisia ulokkeita, akantosyytin ulokkeet ovat teräviä ja epäsäännöllisen välein, kun taas burrsolun ulokkeet ovat tylppiä, lyhyitä ja ne esiintyvät suhteellisen tasaisin välein. Sferosyytit ovat punasoluja, jotka ovat menettäneet kaksoiskoveruutensa, jolloin MGG-värjäyksessä keskikalpeusalue ei ole nähtävissä, ne näyttävät pallomaisen pyöreiltä mikroskooppisessa tarkastelussa. Target-soluiksi kutsutaan punasoluja, jotka näyttävät mikroskooppisessa tarkastelussa maalitauluilta, koska hemoglobiini kohdentuu näissä soluissa punasolun keskelle. (Rozenberg 2011: 13-42.)

Joskus punasoluissa voi esiintyä inklusioita, eli solun sisäisiä kappaleita. Tällaisia kappaleita ovat howell-jolly kappaleet, jotka ovat jäänteitä punasolun tumasta, pappenheimerin kappaleet, jotka ovat punasoluja, joissa on rauta kappaleita sekä malarialasmoidit. (Dey – Dubey – Garg – Kadakia – Nandy 2016; Dittus – Malek – Mathew – Nergoiu 2015.)

Punasolujen värjäytyvyyden muutoksissa keskitytään keskikalpeusalueen kokoon ja muotoon. Punasolun värjäytyvyys kertoo sen hemoglobiinipitoisuudesta. Punasolua,

jossa keskikalpeusalue on normaali, kutsutaan normokromiseksi. Hypokromisessa punasolussa keskikalpeusalue on laajentunut, eli hemoglobiinipitoisuus on pienentynyt. Hyperkromisessa keskikalpeusalue on pienentynyt, eli hemoglobiinipitoisuus on suurentunut. (Gotter – 2017.)

2.2.4 Trombosyytit ja trombopoieesi

Trombosyytit eli verihiutaleet ovat veren pienimpiä soluja, jotka ovat punasolujen tapaan tumattomia. Trombosyyttien tehtävänä on auttaa elimistöä korjaamaan verisuonivaurioita. Trombosyyttien elinikä on noin 10 vuorokautta. (Tietoa verestä, Suomen Punainen Risti.) Trombosyytit muodostuvat luuytimessä ja niiden kypsymisessä on kolme vaihetta. Megakaryosyyttilinjan esiasteiden erilaistuessa ja kypsyessä megakaryosyyttiblasteiksi, solun mitoottinen solunjakautuminen loppuu. DNA solussa kuitenkin jatkaa lisääntymistään, jolloin kromosomisto solussa moninkertaistuu. Näin myös solun sytoplasman osuus suurenee. Tätä prosessia kutsutaan endomitoosiksi. Samalla megakaryoblasti kypsyy megakaryosyytiksi. Megakaryosyyttien pinnalle muodostuu ulokkeita, pseudopodeja, jotka muodostuvat protrombosyyteiksi. Nämä vapautuvat verenkiertoon tumattomina trombosyytteinä. Kypsyminen megakaryosyyttiblastista trombosyytiksi kestää 5-10 vuorokautta. (Koistinen - Siitonen 2015: 26.)

Trombosyytit ovat kooltaan vain 1-2 μm . Trombosyyttien kypsymisessä on siis kolme vaihetta. Näitä vaiheita kutsutaan megakaryoblastiksi, promegakaryosyytiksi sekä megakaryosyytiksi. (Rozenberg 2011: 101.) 20 - 30 % veren trombosyyteistä on varastoitunut pernaan (Koistinen – Siitonen 2015: 26).

Megakaryoblasti on kooltaan 20 - 30 μm . Sillä on yksi suurikokoinen ja pyöreä tuma. Tumassa on useita nukleoleja ja basofiilinen sytoplasma. Promegakaryosyytit ovat kooltaan suurempia kuin edellä mainittu megakaryoblasti. Tällä solulla on kahdesta neljään tumalohkoa ja niissä on useita nukleoleja. Sytoplasma on basofiilisen sininen ja sisältää pientä punertavaa granulaa. Megakaryosyytti on suurin kolmesta megakaryosyyttien kypsymisen vaiheesta. Se on kooltaan noin 30 - 90 μm . Solussa on 8 - 32 pientä lohkoutunutta tumaa. Sytoplasma on punaisempaa ja sisältää punaista granulaa. (Rozenberg 2011: 101).

2.2.5 Trombosyyttien muutokset

Trombosyyttien määrä veressä on normaalisti $150\text{--}360 \text{ E9/l}$, trombosyyttien määrän ollessa alle viitearvojen, tilaa kutsutaan trombosytopeniaksi. Automaattisen verenkuvan analysaattorin antaessa hälytyksen alentuneesta trombosyyttien määrästä, todellinen tilanne tarkastetaan aina mikroskoopilla, sillä joillakin ihmisillä trombosyytit voivat olla kasoissa, eli ne muodostavat trombosyyttiaggregaatteja, joista ei potilaalle ole haittaa. Analysaattori ei tunnista kasoja ja antaa virheellisen matalan tuloksen. Jos kasoja ei mikroskopoidessa näy, on kyseessä trombosytopenia. Trombosyyttien määrän ollessa yli viitearvojen, tilaa kutsutaan trombosytoosiksi. (Eskelinen 2016.) Lisäksi trombosyyttien koko voi kasvaa joissakin taudeissa, jolloin niitä kutsutaan jättitrombosyyteiksi (ks. kuvio 3).



Kuvio 3. Jättitrombosyytti MGG-värijäyksessä.

2.2.6 Leukosyytit

Leukosyytit eli valkosolut ovat veren tumallisia soluja, jotka osallistuvat immuunipuolustukseen verenkierrrossa sekä kudoksissa. Valkosolut voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään, granulosyytteihin ja agranulosyytteihin. Granulosyytteihin kuuluvat neutrofiilit, eosinofiilit sekä basofiilit ja agranulosyytteihin lymfosyytit sekä monosyytit, joista jokaisella on oma tehtävänsä osana immuunipuolustusta. Terveen ihmisen valkosoluista selvästi suurin osa on neutrofiileja ja lymfosyytteja. (Meri – Salmi 2011.)

2.2.6.1 Lymfosyytit ja lymfopoieesi

Lymfosyytit jaetaan kolmeen eri ryhmään: B-lymfosyytit, T-lymfosyytit sekä luonnolliset tappajasolut eli NK-solut. B- ja T-lymfosyyttejä ei voi mikroskopoidessa erottaa toisistaan, kun taas NK-solut ovat kooltaan suurempia kuin muut lymfosyytit. Suurin osa (75%) verenkierron lymfosyyteistä on T-lymfosyyttejä. Mikroskoopilla tarkasteltaessa lymfosyytit jaetaan morfologiansa perusteella pieniin lymfosyytteihin, isoihin lymfosyytteihin sekä LGL-soluihin. (Koistinen – Siitonen 2015.)

Toisin kuin NK-soluilla, B- ja T-lymfosyyteillä on pinnallaan spesifinen antigeenireseptori. Antigeenireseptoreita tarvitaan immuunivasteen luomiseen. T- ja B-lymfosyytit aktivoituvat kohdatessaan antigeenin. Aktivoitumaton lymfosyytti on kooltaan noin 8 µm. Lymfosyytit avustavat fagosytoivia soluja eli syöjäsoluja elimistön puolustuksessa infektioita vastaan. Ne myös käynnistävät immuunipuolustuksen. Fagosytoivia soluja ovat muun muassa monosyytit, neutrofiilit ja eosinofiilit. (Koistinen – Siitonen 2015.)

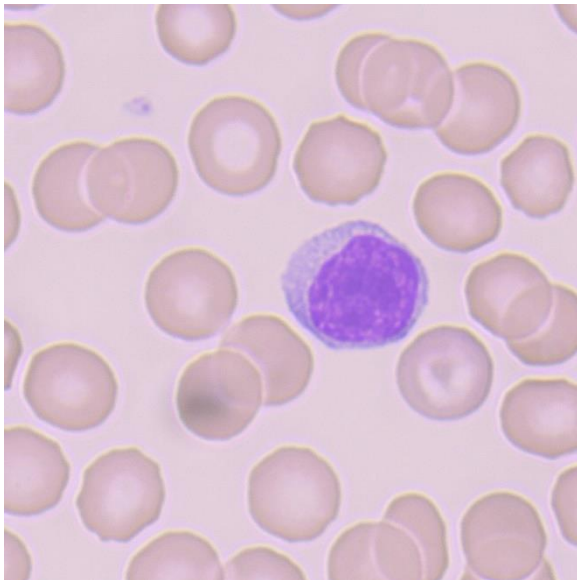
Lymfosyytit kypsyvät luuytimessä, jossa B-lymfosyytit jatkavat erilaistumistaan, kun taas T-lymfosyytit siirtyvät kateenkorvaan erilaistumaan. Se, miten NK-solut kypsyvät ja erilaistuvat on vielä epäselvää. Ne joko kypsyvät omasta solulinjasta tai erilaistuvat T-lymfosyyteistä. (Koistinen - Siitonen 2015: 27.)

Lymfosyyttien varhaisin mikroskooppisessa tarkastelussa tunnistettava kypsydenvaihe on lymfoblasti. Se on suurikokoinen solu, kooltaan yleensä 15-20 µm. Lymfoblastissa on suuri tuma, joka on muodoltaan joko pyöreä tai ovaali. Tumassa voi esiintyä muutamia nukleoleja. Sytoplasmaa esiintyy niukasti ja se on väriltään sinisestä tumman siniseen, sytoplasmassa ei ole granulaa. (Turgeon 2011: 269.)

Toinen kypsyksen vaihe on prolymfosyytti, joka on myös lymfoblastin tavoin suurikokoinen solu, kooltaan noin 15-18 µm. Prolymfosyytissä sytoplasman määrä on hieman kasvanut. Tuma on suurikokoinen ja muodoltaan ovaali tai epätasaisen pyöreä. Nukleoleja prolymfosyytissä on korkeintaan yksi. Kromatiinirakenne on hieman kokka-reista, mutta kuitenkin sileämpää, kuin lymfosyytillä. Sytoplasma on väriltään sinistä, pienellä vivahteella tumman sinistä. (Turgeon 2011: 269.)

Kypsä lymfosyytti on kooltaan 17-20 µm (iso lymfosyytti) tai 6-9 µm (pieni lymfosyytti). Lymfosyytin tuma on muodoltaan pyöreä tai ovaali. Nukleoleja ei ole enää nähtävissä.

Kromatiinirakenne on tiivistä ja kokkareista. Sytoplasmaa on niukasti ja se on väriltään vaalean sinistä (ks. kuvio 4). (Turgeon 2011: 269.)



Kuvio 4. Lymfosyytti MGG-värjäyksessä.

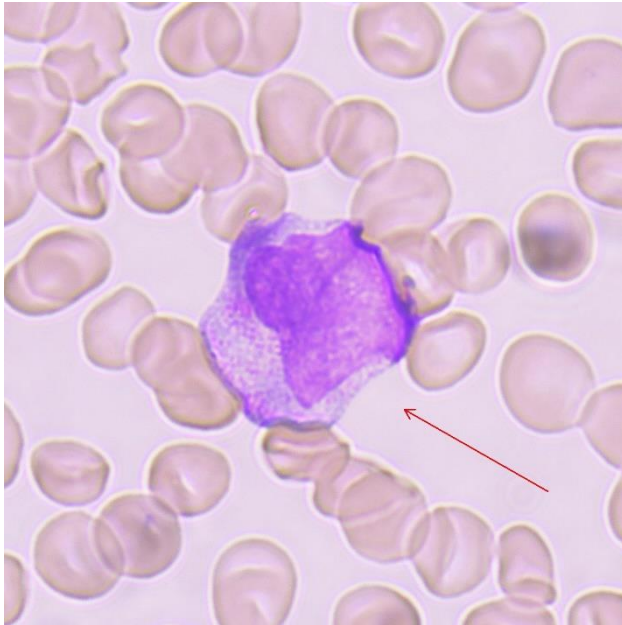
2.2.6.2 Granulosyytit ja granulopoieesi

Granulosyytit sekä monosyytit muodostuvat kumpikin yhteisestä CFU-GM-progenitorisolusta. Tämä solu jatkaa kypsymistään CFU-G-progenitorisoluksi ja siitä edelleen myeloblastiksi, joka on varhaisin morfologisesti tunnistettu solun muoto. CFU-G-progenitorisol on esiaste granulosyyttien solulinjalle. Näiden solujen syntyminen, erilaistuminen, jakaantuminen sekä kypsyminen tapahtuvat luuytimessä. Solujen kypsymistä ne siirtyvät verenkiertoon. (Turgeon 2010: 236, Siitonen – Koistinen: 24.)

Granulosyyttien varhaisin morfologisesti tunnistettava solu on myeloblasti, joka on suurikokoinen solu, halkaisijaltaan se on 10-20 μm . Myeloblastin tuma on suurikokoinen, ja sen kromatiinirakenne on hienojakoista. Tumassa esiintyy 2-5 nukleolia. Sytoplasma on basofiilinen ja sitä on niukasti. (Siitonen – Koistinen 2015.)

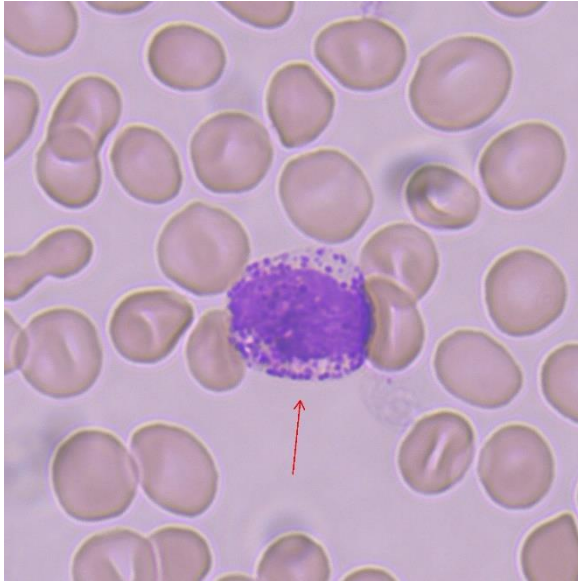
Toinen morfologisesti tunnistettava kypsyysvaihe on promyelosyytti, joka on vielä myeloblastiakin hieman suurempi kokoinen, kooltaan se on 22-25 μm . Promyelosyytin sytoplasma on basofiilinen ja siinä on punaiseksi värjäytyvää primaarigranulaa. Tuma on pienempi kuin myeloblastissa, sytoplasman määrä on lisääntynyt. Tumassa esiintyy

nukleoli. Kromatiinirakenne on hieman karkeampaa, kuin myeloblastissa (ks. kuvio 5). (MediaLab 2018.)



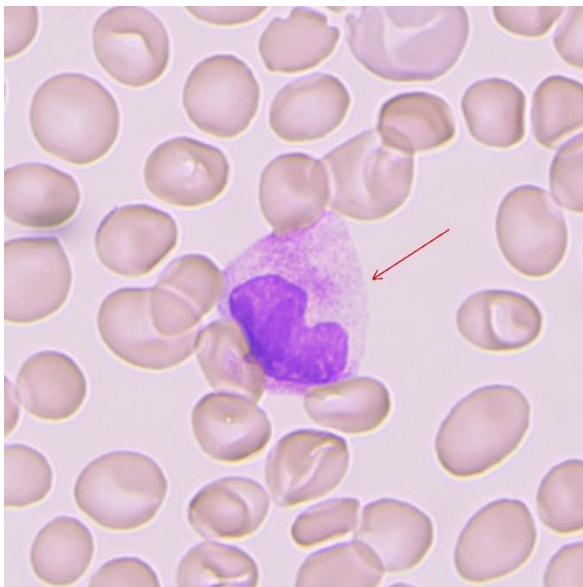
Kuvio 5. Promyelosyytti MGG-värjäyksessä.

Kolmas kypsyysdenvaihe on myelosyytti. Myelosyytti on promyelosyyttiä pienempi, kooltaan 12-20 μm . Myelosyytin vaaleassa sytoplasmassa esiintyy spesifistä sekundaari granulaa. Tässä kypsyysdenvaiheessa eosinofiili-, basofiili ja neutrofiilisarjan solut pystytään erottamaan toisistaan (ks. kuvio 6). Myelosyytissä kromatiinirakenne on tiiviimpää, kuin promyelosyytissä ja nukleoleja ei ole enää nähtävillä. Tuma on pienempi kuin promyelosyytillä ja se alkaa hieman kuroutumaan. Mitoosi on mahdollista myelosyytti tasolle asti. (Shinton 2007: 362.)



Kuvio 6. Basofiilinen myelosyytti MGG-värjäyksessä.

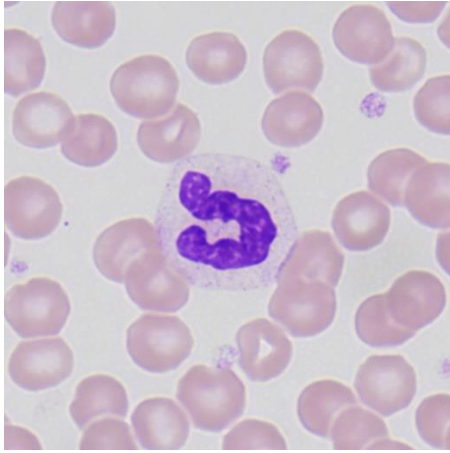
Neljäs kypsyysvaihe on metamyelosyytti, joka on kooltaan 14-20 μm (ks. kuvio 7). Sytoplasma on vaaleaa ja punertavaa. Granula on spesifistä ja selkeää. Tuma alkaa kuroutua hevosenkengän muotoiseksi, kromatiinirakenne on karkeaa ja tiivistä. (Shinton 2007: 362.)



Kuvio 7. Neutrofiilinen metamyelosyytti MGG-värjäyksessä.

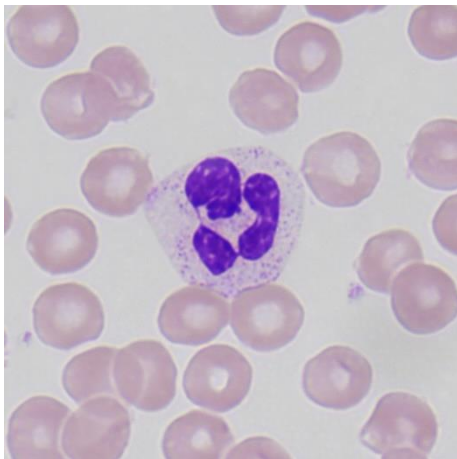
Viides kypsyysvaihe on sauvatumainen granulosyytti, joka on kooltaan 10-15 μm . Solun tuma on sauvamainen ja tasapaksu. Tuma on väriltään tumman lila. Kromatii-

nirakenne on tiivistä ja kokkareista. Sytoplasma on vaaleaa ja hieman punertavaa. Granula on spesifistä ja selkeää (ks. kuvio 8). Sauvatumainen granulosyytti on normaali löydös veren sivelyvalmisteessa. (Arber ym. 2014; Turgeon 2010.)



Kuvio 8. Neutrofiilinen sauvatumainen granulosyytti MGG-värjäyksessä.

Kypsä granulosyytti on nimeltään liuskatumainen granulosyytti. Se on sauvatumaisten granulosyyttien tavoin kooltaan 10-15 μm , mutta sen tuma on lohkoutunut 2-5 osaan. Lohkoja yhdistää kromatiinirihma. Sytoplasma on vaaleaa ja punertavaa. Granula on spesifistä ja selkeää (ks. kuvio 9). Liuskatumainen granulosyytti on normaali löydös veren sivelyvalmisteessa. Jos tuma on lohkoutunut vähintään kuuteen osaan, kutsutaan sitä hypersegmentoituneeksi. (Arber ym. 2014; Turgeon 2010.)



Kuvio 9. Neutrofiilinen liuskatumainen granulosyytti MGG-värjäyksessä.

Liuskatumaiset neutrofiiliset granulosyytit ovat neutrofiililinjän kypsien muoto. Sytoplasma on punaista ja siinä esiintyy runsaasti granulaa. (Rozenberg 2011: 46-47.) Neuro-

fiilit tuhoavat mikrobeja akuuteissa tulehdusreaktioissa. Ne fagosytoivat komplementilla tai vasta-aineilla leimautuneita kohteita. (Meri – Salmi 2011.)

Kypsiä neutrofiilejä on varastoituneena luuytimeen noin 4-10 vuorokauden kulutusta vastaava määrä. Esimerkiksi infektion yhteydessä elimistö vapauttaa neutrofiilejä luuytimeestä verenkiertoon. Neutrofiilin kypsyminen granulopoieesin esiastesolusta kestää 10-14 vuorokautta. Myelosyyttitasolla kypsyminen kestää vajaa viikon. Infektiossa tämä aika voi lyhentyä muutama vuorokautteen. Elimistön neutrofiileista vain noin 5% on verenkierrossa ja näistä 5%:ta alle puolet vapaana verenkierrossa. Veren valkosoluista noin 60 % on neutrofiilejä. Verenkierrossa neutrofiilit ovat vain alle puoli vuorokautta ja siirtyvät sieltä kudoksiin, esimerkiksi keuhkoihin, maksaan, pernaan ja suoleen. Kudoksissa neutrofiilit tuhoutuvat muutamassa vuorokaudessa apoptoottisesti, jolloin makrofagit fagosytoivat ne. (Siitonen – Koistinen 2015.)

Eosinofiilisia granulosyyttejä eli eosinofiileja, on noin 2-5 % veren leukosyyteistä. Ne elävät verenkierrossa vain muutaman tunnin ajan, mutta kudoksissa niiden elinikä on neutrofiilejä pidempi. Eosinofiilit pystyvät tuhoamaan suurikokoisia parasiitteja, erityisesti loismatoja, jotka ovat liian suuria fagosytoitaviksi. Eosinofiileilla on rakkuloita, jotka sisältävät voimakkaita entsyymejä ja solukalvoja vaurioittavia proteiineja. Eosinofiilien rakkuloiden sisältö vapautuu sen tarttuessa parasiitin kylkeen. (Meri – Salmi 2011.)

Eosinofiili on muodoltaan pyöreä ja sen tuma on lohkoutunut 2 - 3 osaan. Kooltaan nämä solut ovat 12 - 17 µm suuruisia. Tunnusomaista eosinofiilille on sen suuret pyöreät ja oranssinpunaiset granulat sytoplasmassa. Eosinofiilien ilmaantuminen on yleensä merkki allergisesta reaktiosta tai parasiitti-infektiosta, sen pinnalla olevien vasta-aineiden ja antigeenien vuoksi. (Rozenberg 2011: 47.)

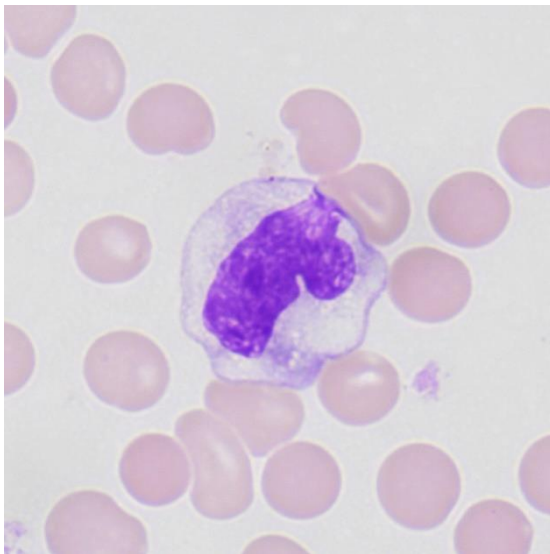
Basofiiliset granulosyytit eli basofiilit ovat kooltaan 10 - 14 µm ja muodoltaan pyöreitä. Niiden tumat ovat lohkoutuneita ja vaaleassa sytoplasmassa on suuria basofiilille tunnusomaisia tummansinisen liiloja granuloita, jotka peittävät sytoplasmaa ja tumaa. Basofiilien elinikä on eosinofiilien tapaan vain muutamia tunteja. Kudoksissa niiden elinikä on neutrofiilejä pidempi. (Rozenberg 2011: 47.)

2.2.6.3 Monosyytit ja monopoieesi

Monosyyttien varhaisin morfologisesti tunnistettava kypsyysvaihe on monoblasti. Sen tuma on ovaalin tai pyöreän muotoinen ja vie noin 80 % solun tilasta. Tumassa on yleensä 2 - 3 nukleolia. Sytoplasma on basofiilisen sinistä eikä se sisällä granuloita. (Koistinen – Siitonen 2015: 25.)

Seuraava kypsyysvaihe monosyyttijonissa on promonosyytti. Nämä solut ovat kooltaan samoja kuin monoblastit. Promonosyytissä sytoplasman määrä kasvaa, ja siinä esiintyy hieman punertavaa granulaa. (Koistinen - Siitonen 2015: 25-26.)

Kypsän monosyytin koko vaihtelee 14 - 18 µm välillä. Tuma voi olla taittunut, eikä se ole kovin symmetrinen (ks. kuvio 10). Sytoplasman tilavuus on suuri ja se on värjäytynyt vaalean harmaan siniseksi. Sytoplasma voi sisältää hienoa punaista granulaa. Monosyytille ominaista ovat suuret vakuolit sytoplasmassa. (Rozenberg 2011: 92.)



Kuvio 10. Monosyytti MGG-värjäyksessä.

Verenkierrossa monosyytit elävät noin kolme vuorokautta, josta ne siirtyvät kudoksiin, kuten pernaan, suoleen, maksaan ja keuhkoihin. Monosyytin siirryttyä kudoksiin, ne erilaistuvat makrofageiksi. Makrofagin tehtävä on tunnistaa patogeeneja ja muodostaa kompleksi, jonka T-lymfosyytit voivat tunnistaa. Makrofagien elinikä voi olla jopa useita kuukausia. (Koistinen – Siitonen 2015.)

2.3 Perifeerisen veren sivelyvalmiste ja hematologiset värjäykset

Veren valkosolujen erittelylaskennan automatisoinnin yleistyessä tarvitaan silti bioanalytiikon osaamista veren sivelyvalmisteiden mikroskoppinnissa. Analysaattorin antaessa hälytyksen tai tuloksen ollessa poikkeava, suoritetaan jatko tutkimuksena solujen erittelylaskenta mikroskoopilla. (Savolainen – Tienhaara 2015.)

Erilaisissa veritaudeissa veren kuvan analysointi voi antaa normaalin tuloksen, jolloin vasta veren kuvan mikroskooppinen tarkastelu johtaa oikeaan diagnoosiin. Esimerkkejä tällaisista veritaudeista ovat muun muassa mononukleoosi ja parasiittisairaudet. (Matinlauri – Vilpo 2010: 252.)

Sivelyvalmisteen tulkinnan luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat oikea tekninen suoritus sivelyvalmistetta tehdessä, valmisteen värjäytyvyys sekä laboratoriohoitajan ammattitaito mikroskooppista erittelylaskentaa suorittaessa. Sivelyvalmisteen mikroskooppista erittelylaskentaa tehdessä on aina ensin varmistettava valmisteen laadukkuus. (Hamilton – Howard 2008: 19.) Huonosti valmistettu tai värjäyty valmiste on hyödytön.

2.3.1 Veren sivelyvalmiste

Veren sivelyvalmiste tehdään joko kapillaariverestä tai EDTA-antikoagulanttiin otetusta laskimoverestä (Savolainen – Tienhaara 2015). EDTA-antikoagulanttiin otetusta näytteestä tulee valmistaa mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen sivelyvalmiste, viimeistään kolmen tunnin kuluessa, sillä antikoagulantti saattaa aiheuttaa veren soluihin morfologisia muutoksia. (Turgeon 2011: 42.)

Verta tarvitaan sivelyvalmisteeseen pieni pisara ja se levitetään aluslasille vetolasilla välittömästi veripisaran laiton jälkeen, jottei pisara ehdi kuivua. Valmisteen paksuudella on suuri merkitys solujen morfologian tarkastelussa. Liian paksussa valmisteessa erytrosyyttien morfologinen tarkastelu on haastavaa, sillä solut ovat useassa kerroksessa. Paksussa valmisteessa sivelyn kuivuminen on myös hidasta, joka aiheuttaa leukosyyttien kutistumista. Liian ohuessa valmisteessa leukosyyttejä on liian harvassa, jolloin niiden määrä ei välttämättä riitä erittelylaskennan tekemiseen. Valmisteen paksuuteen vaikuttavat pisaran koon lisäksi vetokulma ja vetonopeus. Sivelyvalmiste ilmakeivataan nopeasti ja solut kiinnitetään metanolissa. Veren sivelyvalmisteet värjätään May-

Grünwald-Giemsa-värjäyksellä. Valmiit sivelyvalmisteet viimeistellään peitinlasilla. (Turgeon 2011: 42.)

Laadukkaan sivelyvalmisteen tunnistaa sen paksusta aloituspäästä, loppupää vedosta ohenee pyörityen. Vedos ei kosketa objektilasin reunoja, eikä mene niiden yli. Sively on tasainen, siinä ei ole viiruja, aaltoja tai reikiä. Sopiva pituus hyvälle sivelyvalmisteele on 2/3 objektilasin pituudesta. (Turgeon 2011: 41-42.)

2.3.2 May-Grünwald-Giemsa -värjäys

May-Grünwaldin ja Giemsan liuokset ovat morfologisissa tutkimuksissa ja veren erittelylaskennassa käytettäviä liuoksia. Hapanta eosiini Y:tä ja emäksistä metyleenisiniä käytetään May-Grünwald värjäyksen reagenssina. Nämä värjäävät solujen happamat tumarakenteet siniseksi ja basofiilisen sytoplasman punaiseksi. (Reagena 2018). Giemsa koostuu kahden edellä mainitun lisäksi myös atsuuri B:stä, joka värjää leukosyyteissä granulat. PH:lla on suuri vaikutus värjäystulokseen. Värjäyksessä tulisi aina käyttää puskuroitua vettä. (Siitonen – Jansson 2007.)

2.4 Leukosyyttien erittelylaskenta

Perusverenkuvatutkimus kertoo valkosolujen kokonaismäärästä. Valkosolujen määrän selkeässä muutoksessa yleensä eritellään, mikä solulaji on lisääntynyt tai vähentynyt. Tätä erittelyä kutsutaan valkosolujen erittelylaskennaksi (B-Diffi). Tässä tutkimuksessa selvitetään seuraavien valkosolujen määrät suhteellisesti: neutrofiilit sauvatumaiset, neutrofiilit liuskatumaiset, eosinofiilit, basofiilit, lymfosyytit sekä monosyytit. (Kaukua – Mustajoki 2018.)

Veren solujen erittelylaskenta tehdään laboratoriossa automaatiolla. Tämän vuoksi solujen mikroskooppista laskentaa suoritetaan entistä harvemmin, vain analysaattorin antaessa hälytyksen poikkeavista soluista tai näytteissä, joissa on sellaisia löydöksiä, joita analysaattori ei tunnista. Erityisesti valkosolujen erittelylaskennassa käytetään mikroskooppista laskentaa. Tulosten huono toistettavuus ja tutkimuksen hitaus on ovat tutkimuksen keskeisiä ongelmia. Valkosolujen tunnistuksessa analysaattori toimii lähinnä seulovana tutkimuksena. (Tienhaara – Savolainen 2015.)

Suurissa laboratorioissa on käytössä automaattimikroskooppi, jonka toiminta perustuu tietokonepohjaiseen morfologiseen tunnistukseen. Laite analysoi solujen sadat erilaiset piirteet ja lokeroivat ne tämän jälkeen oikeaan soluryhmään. Automaattimikroskoopilla bioanalyytikon tehtävänä on siis mikroskopoinnin sijaan tunnistettava soluja tietokoneelta. Bioanalytikko arvioi laitteen esiluokittelemia soluja ja laitteen tulkinnan oikeellisuutta. Automaattimikroskopointi nopeuttaa solujen erittelylaskentaa laboratorioissa, jossa tutkittavien näytteen määrää on suurta. (Tienhaara – Savolainen 2015.)

Veren sivelyvalmisteen morfologinen tutkiminen sekä valkosolujen erittelylaskenta tehdään EDTA-antikoaguloidusta- tai kapillaariverestä valmistetusta sivelyvalmisteesta. Sivelyvalmiste peitetään peitinlasilla, mikäli se aiotaan säilyttää. Sivelyvalmiste esitarkastetaan pienellä objektiivilla 10-25x suurennoksella. Valmisteesta tarkastellaan mahdolliset artefaktat sekä hyvä alue mikroskopoiselle. Varsinainen tutkimus aloitetaan, kun näytteen yleisilme ja valkosolujen jakautuminen on tarkastettu. Erittelylaskenta suoritetaan 50 kertaisesti suurentavalla immersioöljyobjektiivilla. (Tienhaara – Savolainen 2015.)

Valkosolujen erittelylaskennassa lasketaan 100-200 valkosolua sivelyvalmisteen pakusta päästä ohueen päähän. Paksun sivelyvalmisteen kuivumiseen kuluu hetki aikaa, jolloin hitaasti kuivuvien solujen morfologia kärsii. Luotettavampaa olisi siis laskea kaikki 200 solua valmisteen hyvältä alueelta, jossa punasolut ovat erillään toisistaan.

Tulosten huonon toistettavuuden vuoksi valkosolujen erittelylaskenta ei ole seuranta-tutkimus. Tutkimusta ei myöskään käytetä päivystystutkimuksena. (Tienhaara – Savolainen 2015: 96.)

2.5 Pedagogiikka

Pedagogiikalla tarkoitetaan sitä, miten opetus tapahtuu. Kaikessa opetuksessa lähtökohtana on se, että oppimiseen tähtäävällä toiminnalla on tavoite. (Mäkitalo – Wallinheimo 2012.) Metropolia Ammattikorkeakoulussa jokaiselle opintojaksolle on määritelty tavoitteet, jotka opiskelijan tulisi saavuttaa opintojakson loppuun mennessä. Opetustapahtumassa opettaja / kouluttaja tekee työtään yhdessä opiskelijoiden kanssa tavoitteena, että opiskelijat saavuttavat opetukselle määrättyt tavoitteet. Siihen, miten tavoitteet saavutetaan, on olemassa useita eri metodeja. Nykypäivänä teknologian kehittyessä, opetuksen ei tarvitse olla enää vain aikaan ja paikkaan sidottuja. Verkossa tapahtuva opetus tarjoaa lähes rajattomasti eri variaatioita opetustapahtuman järjestä-

miseksi. (Kansanen 2014.) Hyvä opettaja hallitsee useita lähestymistapoja opetukseen. Hän kykenee valitsemaan jokaiselle opintojaksolle parhaiten soveltuvan menetelmän ja käyttää menetelmiä monipuolisesti, toteutui opetus sitten lähiopetuksena tai verkko-opetuksena tai näiden yhdistelmänä. (Mäkitalo – Wallinheimo 2012.)

2.5.1 Verkko-opetus

Verkko-opetuksessa opettajan rooli muuttuu ja opiskelijan oma aktiivisuus korostuu, kun opetustapahtuma ei tapahdu perinteisesti luokkahuoneessa lähiopetuksena, jossa opettaja puhuu ja opiskelija kuuntelee. Nykypäivänä verkko on merkittävänä osana elämää. Verkkoa käytetään niin sosiaalisessa kanssakäymisessä kuin opetuksessa ja työnteossakin. Yhä useammalla on mukanaan puhelin tai muu teknologinen laite, jolla on mahdollista päästä verkkoon ja näin oppimismateriaaleihin ajasta ja paikasta riippumatta. Opetuksessa kolme tärkeintä tekijää ovat tavoite, sisältö ja menetelmä. Verkko-opetusta käytettäessä opetuksen menetelmä muuttuu verrattuna perinteiseen lähiopetukseen, mutta tavoite ja sisältö pysyvät silti samana. (Mäkitalo – Wallinheimo 2012.) Opiskelijoiden oppimisstrategioihin ja -tuloksiin voidaan vaikuttaa positiivisesti tarjoamalla erilaisia verkossa suoritettavia tehtäviä. (Balaban – Kermek – Zlatovic 2015; Saaranen – Sormunen – Voutilainen 2016.)

Nykypäivänä verkossa on lukemattomia mahdollisuuksia verkko-opetuksen järjestämiseen. Esimerkkinä Metropolian Ammattikorkeakoulussa on käytössä Moodle-alusta, johon opetusta on siirretty yhä enenevässä määrin. Jopa ylioppilastutkinto on siirtymässä asteittain verkossa tehtäviksi, keväällä 2019 koko ylioppilastutkinto suoritetaan digitaalisesti (Ylioppilaslautakunta).

Moodle on oppimisympäristö, joka on laajassa käytössä ympäri maailman. Moodle tarjoaa useita eri toimintoja opetuksen järjestämiseksi. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi pikaviestintä, monivalintatehtävät, keskustelufoorumit ja työpajat. Pedagogisesti Moodle lähtee sosiaalisen konstruktivismin periaatteesta. Se pyrkii jäljittelemään todellisen elämän tilanteita, eli sosiaalista kanssakäymistä. (Mäkitalo – Wallinheimo 2012.) Sosiaalisen konstruktivismin mukaan sosiaalinen todellisuus rakentuu sosiaalisessa, kielellisessä vuorovaikutuksessa (Saaranen-Kauppinen – Puusniekka 2006).

2.5.2 Laadukas verkko-opetus

Verkko-opetusta järjestettäessä tulee ottaa huomioon useita asioita, jotka takaavat laadukkaan opetustavan. Pedagogisesta näkökulmasta verkko-opetusta järjestettäessä tulee ottaa huomioon, että oppimisympäristö, jossa opetus aiotaan järjestää, on tarkoitettu opetuskäyttöön. Tällöin oppimisympäristössä on huomioitu oppimisprosessia ohjaavat tehtävät ja ohjeistukset yhteisölliseen tiedonrakentamiseen. Verkko-opetukseen käytettävät oppimisympäristöt ovat virtuaalisia oppimisympäristöjä, jotka ovat kokonaisvaltaisia ratkaisuja. Kokonaisvaltaisessa ratkaisussa on valmiit välineet verkkokurssien järjestämiseen ja mahdollisuus opiskelijoiden ja opettajan väliseen vuorovaikutukseen. Opettaja pystyy seuraamaan opiskelijoiden aktiivisuutta oppimisympäristössä. Virtuaalisessa oppimisympäristössä on mahdollisuus asettaa tarkka takaraja tehtävien palautukselle ja mahdollisuus järjestää etätenttejä. Opettajan antama tehtävä ja ohjeistus luo verkko-opetuksessa pedagogisen roolin oppimisprosessissa. (Mäkitalo – Wallinheimo 2012.) Verkko-opetuksessa tulee huomioida pedagoginen laatu, jolla tarkoitetaan oppimismateriaalin, jota käytetään verkko-opetuksessa, soveltumista luontevasti opetus- ja opiskelukäyttöön. Sen tulee tukea oppimista ja opetusta ja tarjota pedagogista lisäarvoa. Pedagogisen laadun kriteereiden mukaisesti verkko-oppimateriaalista tulee ilmetä selkeästi, millaisia asioita opiskelija voi opiskella ja oppia verkko-oppimateriaalin avulla. Verkko-oppimateriaalissa tulee kertoa, millaiselle kohderyhmälle se on suunniteltu ja millaista pohjaosaamista se vaatii, sekä millaiseen käyttöön se on suunniteltu. (Opetushallitus 2005).

Käytettävän verkko-oppimisympäristön tulee olla selkeä ja yksinkertainen käyttää, sitä täytyy pystyä käyttämään yleisimmissä käyttöjärjestelmissä ja selaimissa. Opiskelijoiden sisäistäessä uutta asiaa, oppiessaan, ei aikaa saa kulua vaikeiden oppimisympäristöjen käytön opettelemiseen. Oppimisympäristön tulee olla selkeä, jotta opiskelija voi keskittyä siihen tärkeimpään, eli opetettavan asian oppimiseen. Vaatimus selkeästä ja yksinkertaisesta oppimisympäristöstä korostuu etenkin silloin, kun opetettava asia on vaativa. Hyvä verkko-oppimisympäristö on kokonaisvaltainen, juuri opetusta varten rakennettu oppimisympäristö. Liikkuminen verkko-oppimisympäristössä tulee olla sujuvaa ja opiskelijan tulee tunnistaa sijaintinsa verkko-oppimisympäristön eri osissa. Verkko-oppimisympäristön osioiden tulee olla jaettu sopivan kokoisiksi. Tärkeänä kriteerinä laadukkaalle verkko-oppimisympäristölle on, että sen perustoiminnot ovat niin helppoja, ettei niiden käyttämiseksi tarvita erillisiä ohjeita, mutta ohjeiden tulee olla helposti löy-

dettävissä, mikäli ongelmatilanteita esiintyy. (Mäkitalo – Wallinheimo 2012; Opetushallitus 2005.)

2.5.3 Oppimispeli verkko-opetuksessa

DiCarlon ja Lujan (2006) tutkimuksen mukaan opetuskäytössä olevat pelit lisäävät opiskelijoiden osallistumista, motivaatiota ja kiinnostusta opiskeltavaa aihetta kohtaan. Opetuskäytössä pelejä voidaan käyttää esimerkiksi opintojaksolle orientoitumiseen ja motivaation nostattamiseen opiskeltavaa aihetta kohtaan, teorialiedon hahmottamiseen opintojakson aikana ja opitun asian kertaamiseen. Oppimispeliä pelaavan opiskelijan on tärkeää saada pelistä palautetta ja arviointia, sillä se antaa tärkeää tietoa opiskelijalle hänen kehitymisestä. Palautteen ja arvioinnin anto pitää myös pelipohjaisen oppimisen relevanttina ja tehokkaana. (Mannila 2007.)

2.5.4 Erilaiset oppijat

Hyvä opettaja ymmärtää, että opiskelijoilla on erilaisia tapoja oppia ja opiskella. LeFeverin (2004: 17-18) mukaan opiskelijan opiskellessaan jotain vaikeasti opittavaa asiaa, oppii hän nopeammin ja nauttii oppimisesta, jos opettaja on ottanut opiskelijoiden yksilölliset tavat oppia huomioon opetusta järjestäessään. Aina jokaisen yksilöllistä tapaa oppia ei ole mahdollista ottaa huomioon, mutta tämän vuoksi vaihtoehtoja saman asian oppimiselle tulisi olla erilaisia. Esimerkiksi Metropolia Ammattikorkeakoulussa solumorfologiaa opiskellaan niin yhdessä opettajan kanssa mikroskopoiden, yksin mikroskopoiden ja Moodle-alustalla solujen tunnistusta harjoitellen. Lisäksi opiskelijan on mahdollista lukea aiheesta tietokirjallisuutta, jos hän oppii lukemalla parhaiten.

3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa oppimispeli veren solumorfologiasta Metropolia Ammattikorkeakoulun bioanalytiikan koulutusohjelman käyttöön hematologian opintojaksolle. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Metropolia Ammattikorkeakoulun bioanalytiikan koulutusohjelman opiskelijoiden osaamista veren solujen tunnistuksessa tuotetun itsenäisen opetusmateriaalin avulla. Opinnäytetyön tuotoksena syntyi solutunnistuspeli, joka on opettajien käytössä opetusmateriaalina.

Tavoitteena oli luoda mahdollisimman kiinnostava, yksinkertainen ja helppokäyttöinen opetusmateriaali, joka tukee ja haastaa oppijaa solumorfologian opiskelussa. Opetusmateriaali on sähköisessä muodossa ja käytettävissä Metropolia Ammattikorkeakoulun sähköisissä työtiloissa.

4 Toteutus

Tiedonhaku toteutettiin tietoperustaa varten tietokannoista ja alan kirjallisuudesta. Käytettyjä tietokantoja olivat Pubmed ja EBSCO. Hakusanoina käytettiin haematology, hematology, e-learning, educational material, red cell, blood cell pappenheimer ja howell-jolly. Hakusanojen perusteella tietokannoista löytyi satoja tutkimuksia. Näistä abstraktin perusteella tarkasteltiin muutamaa kymmentä tutkimusta. Soveltuvuuden ja yleistettävyyden perusteella lähteiksi valittiin viisi luotettavaa tutkimusta. Pelin toteuttaminen aloitettiin kuvausprosessin ja tietoperustan jäsentämisen jälkeen. Tuotosta varten kerättiin tietoa pedagogisesti hyvästä opetusmateriaalista.

Ammattikorkeakoulun opinnäytetyöt voidaan jakaa tutkimukselliseen opinnäytetyöhön, sekä toiminnalliseen opinnäytetyöhön (Vilka – Airaksinen 2003: 9). Opinnäytetyö on toiminnallinen ja sen aihe saatiin Metropolian Ammattikorkeakoulun lehtorilta, Heidi Malavalta. Toiminnallinen opinnäytetyö koostuu tuotoksesta sekä raportoinnista. Tuotos voi olla esimerkiksi tapahtuman toteuttaminen, ammatilliseen käyttöön suunnattu ohjeistus, ohje tai opas. (Vilka – Airaksinen 2003: 9-10.) Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyi oppimispeli.

4.1 Veren solujen kuvaaminen

Veren solujen kuvaaminen aloitettiin keväällä 2018. Kuvaaminen suoritettiin koulun mikroskooppiin liitettyllä kameralla. Veren sivelyvalmisteet saatiin HUSLABin Meilahden erikoishematologian laboratoriosta. Opinnäytetyössä hyödynnettiin myös koulun vanhempia veren sivelyvalmisteita, sillä erikoishematologialta saadut valmisteet eivät sisältäneet kaikkia tarvittuja solujen muutoksia. Kuvatuista soluista pidettiin kirjaa, jotta pystyttiin seuraamaan mitä soluja on jo kuvattu ja kuinka paljon. Solujen kuvaaminen aloitettiin helpoista soluista, eli kypsistä leukosyyteistä ja punasoluista. Tämän jälkeen siirryttiin epäkypsien solujen kuvaamiseen, joiden tunnistuksen apuna käytettiin alan kirjal-

lisuutta. Solujen tunnistus kuvaamista varten oli hidasta ja aikaa vievää. Kuvat siirrettiin suoraan kuvaamisen yhteydessä muistitikulle, jossa ne jäsenneltiin omiin kansioihin solulinjan, kypsyysasteen ja solun muutoksien perusteella. Tämän jälkeen kuvat käytiin läpi ja niistä valittiin sopivimmat opetusmateriaaliin. Kuvia otettiin yhteensä 371, joista opetusmateriaaliin käytettiin 132. Kaikkia haluttuja soluja ei saatu kuvattua, sillä niitä ei löytynyt rajallisesti käytössä olevista sivelyvalmisteista. Taulukossa 1 on eriteltynä solut, jotka saatiin ja joita ei saatu kuvattua.

Taulukko 1. Lista soluista, jotka on ja ei ole sisällytetty oppimismateriaaliin.

Leukosyytit, jotka on sisällytetty oppimismateriaaliin	Leukosyytit, jotka puuttuvat oppimismateriaalista
Blastit Promonosyytti Promyelosyytti, Myelosyytti, Metamyelosyytti, Pienet & isot lymfosyytit, Plasmasolu, Reaktiivinen lymfosyytti, Varjosolu, Monosyytti, Sauvatumainen & liuskatumainen neutrofiili, Eosinofiili, Basofiili, Hypersegmentoitunut neutrofiili,	Prolymfosyytti, LGL-solu, Karvasolu, Neutrofiilin toksinen granula, Kömpelöt tumalohkot
Punasolut, jotka on sisällytetty oppimismateriaaliin	Punasolut, jotka puuttuvat oppimismateriaalista
Basofiilinen erytroblasti Polykromaattinen erytroblasti Ortokromaattinen erytroblasti Retikulosyytti Kynäsolu Ovalosyytti Päärynäsolu Pisarasolu Target-solu Burr-solu Akantosyytti Mikrosyytti Makrosyytti Raharulla Agglutinaatio Hypokrominen Hyperkrominen Howell-Jolly Pappenheimer Sferosyytti Skistosyytti	Proerytroblasti Elliptosyytti Basofiilinen pilkutus

Stomatosyytti Malariaplasmodi	
Trombosyytit, jotka on sisällytetty oppimismateriaaliin	Trombosyytit, jotka puuttuvat oppimismateriaalista
Jättitrombosyytti Trombosytopenia	Trombosytoosi Trombosyyttisatellitismi Trombosyyttiaggregaatti (tästä oli kuvia, mutta liian huonolaatuisia)

4.2 Aikataulu

Suunnitelmavaihe ajoittui marraskuusta 2017 elokuuhun 2018. Opinnäytetyösuunnitelma esiteltiin suunnitelmaseminaarissa 6.3.2018. Solujen kuvaus aloitettiin huhtikuussa 2018 ja sitä jatkettiin toukokuun 2018 loppuun asti, kesän jälkeen elokuussa 2018 kuvia otettiin vielä muutamana päivänä. Syyskuussa 2018 otettiin vielä muutama solukuva lisää klinisen hematologian opettajan pyynnöstä. Pelin rakentaminen alkoi kuvaamisen jälkeen lokakuussa ja peliä rakennettiin intensiivisesti puolitoista viikkoa. Raporttia kirjoitettiin suunnitelmavaiheen jälkeen koko opinnäytetyön prosessin ajan ja sen viimeistely ajoittui lokakuuhun 2018. Opinnäytetyön raportti ja tuotos esiteltiin seminaarissa 1.11.2018. Opinnäytetyön tuotos julkistettiin Metropolia Ammattikorkeakoulussa 13.11.2018 Kliinisen hematologian opintojaksoa suorittavalle ryhmälle SXJ17S1.

5 Tuotos

Tuotettu opetusmateriaali rakennettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun verkkopohjaiselle Moodle-alustalle, sillä se vastasi asettamiamme tavoitteita oppimispeliä kohtaan parhaiten. Verkosta saatavan materiaalin etuina ovat helppo saatavuus ja työskentely ajasta tai paikasta riippumatta. Moodle-alustalla opetusmateriaali rakennettiin H5P interaktiiviselle pohjalle. H5P on muun muassa Moodlessa oleva lisäosa, jonka avulla pystytään rakentamaan useita erilaisia interaktiivisia HTML5-sisältöjä. H5P:ssä on avoin lähdekoodi, joka mahdollistaa käyttäjälle ohjelman suhteellisen vapaan muokkauksen. H5P oli projekti, jonka tarkoituksena oli luoda enemmän mahdollisuuksia tarjoava verkkoympäristö ja parantaa verkko-oppimisen tuottamia kokemuksia. (H5P 2017.) Avoin lähdekoodi mahdollisti opetusmateriaalin rakentamisessa sen muokkauksen vapaasti ja juuri tarkoitukseemme sopivaksi.

Rakennettu oppimispeli on osana Moodle-oppimisympäristöä, se sijaitsee preanalytiikan harjoituksia -työtilassa, mikä ei ole kovin tarkoituksenmukainen työtila tehdylle oppimispelille, sillä solumorfologian tunnistus on osa analytiikkaa, ei preanalytiikkaa, mutta oppimispeli on tarkoitus siirtää solumorfologiaa opiskelevien omaan työtilaan.

Oppimispelin rakentamisessa huomioitiin Opetushallituksen (2005) laatimia laadukkaan verkko-opetuksen kriteereitä. Luodun oppimispelin toimivuus tarkastettiin kolmella eri verkkoselaimella. Verkkoselaimet, joilla oppimispelin toimivuus tarkastettiin, olivat Google Chrome, Microsoft Edge ja Mozilla Firefox. Oppimispeli toimi hyvin kaikilla testatuilla selaimilla. Lisäksi oppimispelin toimivuus tarkastettiin kahdella älypuhelimien selaimella. Älypuhelimien selaimilla toimivuuden tarkastus tehtiin Applen IOS- käyttöjärjestelmän Safarilla sekä Android- käyttöjärjestelmän Google Chromella. Myös älypuhelimien selaimilla oppimispeli toimi hyvin.

Opetushallituksen (2005) laatukriteereiden mukaan verkko-oppimateriaalin tulee aktiivoida opiskelijan ajattelua. Oppimispelissä leukosyytteihin keskittyvässä osiossa opiskelijan on mahdollista yrittää vastata kysymykseen uudelleen suurimmassa osassa kysymyksiä annettujen vihjeiden perusteella, eikä vastausta paljasteta heti ensi yrittämän jälkeen. Kaikissa kysymyksissä uudelleen vastaaminen ei ole mahdollista, sillä niissä on otettu huomioon laatukriteeri, jonka mukaan opetettavaa asiaa ei saa yksinkertaistaa niin, että opitun asian käyttäminen aidossa asiayhteydessä vaikeutuu. Edellä mainittuun kriteeriin pohjautuen koettiin, ettei useamman vastausvaihtoehdon ja täten uudelleen vastaamisen mahdollisuus ollut tarkoituksenmukaista. Vastausvaihtoehdot pyrittiin muodostamaan niin, että ne olisivat mahdollisimman lähellä todellista tilannetta, jossa opiskelija voisi sekoittaa solujen nimet keskenään, ottaen kuitenkin huomioon mahdollisimman laajasti jokaisen opiskelijan erilaiset pohjatiedot solujen tunnistukseen. Näin ollen joukossa on mukana haastavammilla, että helpommilla vastausvaihtoehdoilla olevia kysymyksiä. Liitteessä 1 on esitelty käytettyjä kysymystyyppejä.

Opetushallituksen (2005) laatukriteereiden mukaisesti oppimispelin kuvauksessa kerrotaan, että kyseessä on oppimismateriaali, jossa voi harjoitella leukosyyttien, punasolujen ja trombosyyttien tunnistusta, sekä sen soveltuvuus solumorfologiaa opiskeleville tai sitä kertaaville opiskelijoille itseopiskeluun. Lisäksi solutunnistuspelin kuvaukseen on lisätty ohjeet, miten palautteen saanti tapahtuu.

Peli jaettiin kahteen osioon. Toisessa osiossa keskitytään leukosyytteihin ja toisessa taas punasoluihin ja trombosyytteihin. Solut tunnistetaan kuvan perusteella ja vastaus annetaan joko valitsemalla vastausvaihtoehdoista oikea vastaus tai kirjoittamalla solun nimi tyhjään tekstikenttään. Joukossa on myös tehtäviä, joissa solut tulee jaotella oikeisiin ryhmiin vetämällä solu oikean solulinjan alle. Jokaiseen vaihtoehtoon on lisätty perustelu, miksi vastaus on oikein tai väärin. Jos opiskelija vastaa väärin, oikea vastaus ei tule automaattisesti näkyviin. Opiskelija tarkastelee solua uudelleen ja valitsee toisen vaihtoehdon. Oppimispeliin sisällytettiin myös oikeinväärin väittämiä, joissa opiskelija saa palautteen vastaamansa vaihtoehdon mukaan.

Molemmissa osiossa opiskelijalle tulee yhdellä suorituskerralla 25 kysymystä, jotka kone arpoo kaikista kysymyksistä. Vastausvaihtoehdot ja kysymykset tulevat aina eri järjestyksessä, joka tarkoituksenmukaisesti hankaloittaa opiskelijoiden ulkoa oppimista. Kysymysten määrä haluttiin pitää maltillisena, jotta opiskelijalla ei mene liikaa aikaa yhden suorituskerran tekemiseen. Hyväksyttyyn suoritukseen vaaditaan 75% oikeita vastauksia. Pelin päätyttyä opiskelija saa palautteen suorituksestaan.

Oppimispeliin valittiin yhteensä 132 kuvaa. Kuvista tehtiin yhteensä 128 kysymystä, joista 74 koskee leukosyyttejä ja loput punasoluja sekä trombosyyttejä. Opetusmateriaaliin valittiin käytettäväksi ne kuvat, jotka oli yhdessä kliinisen hematologian opettajan kanssa katsottu riittävän laadukkaiksi.

Metropolia Ammattikorkeakoulun opettajat voivat lisätä peliin haluamiansa soluja jälkikäteen tekemämme ohjeen mukaan. Ohje jaettiin solumorfologiaa opettaville opettajille sähköpostin kautta. Ohjeen tarkoituksena on madaltaa kynnystä oppimispelin muokkaamiseen jälkikäteen. Ohjeesta pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertainen ja selkeä. Ohjeen avulla tuotos on laajennettavissa ja muokattavissa joko oppilaiden tai opettajien toimesta (ks. liite 2).

Opinnäytetyön aihe rajattiin käsittelemään eri kypsyysasteen punasoluja, leukosyyttejä sekä trombosyyttejä. Sivelyvalmisteiden saatavuus rajaa opinnäytetyön laajuutta.

6 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opetusmateriaali Metropolia ammattikorkeakoulun käyttöön. Opinnäytetyön tuotoksena syntyi verkkopohjainen opetusmateriaali veren solumorfologiasta. Materiaali on suunnattu bioanalytiikan opiskelijoille hematologian opintojakson tueksi. Opetusmateriaali tuotettiin Moodle verkkoalustalle. Opetusmateriaalin teko haastoi opinnäytetyön tekijöitä solumorfologian osaamisessa ja solujen morfologian tunnistuksessa. Mikroskooppikameran laatu ja sen käyttö vaikuttivat opinnäytetyön laatuun.

Tietoperusta kerättiin yhdistämällä kirjallisuudesta saatua tietoa tutkimuksiin. Tiedonhankintaan toi osittain haasteita lähteiden ikä. Uusien lähteiden löytäminen oli haastavaa ja opinnäytetyössä käytettiin siksi enemmän vanhempia lähteitä. Vanhempien lähteiden käytössä oltiin kriittisiä ja pohdittiin tarkkaan, onko tieto edelleen ajankohtaista. Alan kirjallisuus tarjosi kuitenkin runsaasti erilaisia lähteitä veren solumorfologiasta.

6.1 Tuotoksen tarkastelu

Opinnäytetyön tuotoksena syntyi opetusmateriaali hematologian opintojaksolle veren solujen morfologiasta. Opetusmateriaali haluttiin tehdä pelimäiseksi, jotta se haastaisi oppijaa parempiin oppimistuloksiin. Pelimuotoinen oppiminen innostaa opiskelijaa ja se on helposti opiskelijan saatavilla. Opinnäytetyön tavoitteina oli tuottaa opettavainen ja helposti saatavilla oleva opetusmateriaali. Alun perin oppimispeli haluttiin toteuttaa esimerkiksi Kahoot- alustalle. Opinnäytetyön edetessä tarkasteltiin opetusmateriaalille valittuja kriteerejä opetusmateriaalin laadukkuuden ja oppimisen kannalta. Kahoot-pohjainen peli ei vastannut kriteerejä ja se hylättiin vastaamiseen asetetun aikarajan vuoksi. Solujen tunnistus vaatii aikaa ja soluista tulisi tunnistaa niiden pienet tunnusmerkit, jotka erottavat solut toisistaan. Tämän vuoksi aikarajallinen pelipohja ei ole toimiva ratkaisu solujen tunnistuksessa. Muutkaan verkkopelipohjat eivät olleet tähän suotuista, sillä pelipohjissa oli joko aikaraja oikean vastauksen valitsemiseksi tai ne olivat maksullisia. Opetusmateriaalia varten tarkasteltiin erilaisia verkkopohjia, mutta kaikki hylättiin niiden sopimattomuuden vuoksi.

Lopulta opinnäytetyön pelin pohjaksi valittiin Metropolia Ammattikorkeakoulun verkkopohjainen Moodle-alusta. Näin pystyttiin täyttämään kaikki halutut kriteerit, joita ope-

tusmateriaalille oli opinnäytetyötä suunnitellessa asetettu. Kriteereitä olivat muun muassa verkkopohjaisuus, ilmainen verkkopohja, aikarajattomuus, yksinkertaisuus ja helppokäyttöisyys, helppo saatavuus ja jaettavuus. Kriteereihin haluttiin myös sisällyttää palautteenannon mahdollisuus, joka tehostaa opiskelijan oppimista. Näin oppija saa tukea oikeisiin vastauksiin ja vinkkejä solun tunnistukseen. Oppimispeliä kehittäessä tarkasteltiin opetushallituksen (2005) laatimia laatukriteereitä, niiltä osin, mitkä soveltuivat oppimisympäristöön luodun yksittäisen osion luomiseen.

Opinnäytetyön tuotos on yksinkertainen ja helposti saatavilla. Verkkopohjainen Moodle-alusta on Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijoille tuttu ja helppokäyttöinen. Opetusmateriaalista ei saatu niin kattavaa kuin alkujaan suunniteltiin, mutta se sisältää kaikki tavalliset solumuodot sekä kattavasti niiden muutoksia ja poikkeamia.

Tuotoksen laatuun vaikutti mikroskooppikameran kuvanlaatu sekä vajavaiseksi jääneet veren sivelyvalmisteet. Kuvien laatua pyrittiin muokkaamaan kameralla ja kuvaamisen jälkeen tietokoneella. Opinnäytetyöhön valituista kuvista saatiin tarpeeksi laadukkaita ja solut ovat tunnistettavissa. Kuvien laadun lisäksi tuotoksen laatuun vaikutti veren sivelyvalmisteiden määrä ja laatu. Opetusmateriaaliin ei saatu sisällytettyä kaikkia haluttuja soluja sivelyvalmisteiden vajavuuden vuoksi. Apuna käytettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun omia veren sivelyvalmisteita, mutta niiden ikä vaikutti kuvien laatuun.

Kaikki kuvatut solut käytiin yhdessä Metropolia Ammattikorkeakoulun kliinisen hematologian opettajan kanssa, jotta varmistuttiin solujen oikeasta luokittelusta. Soluja kuvaessa otetut kuvat lajiteltiin USB-muistitikulle suoraan omiin kansioihinsa soluryhmien mukaan. Solujen jaottelu kuvaamisvaiheessa helpotti ja nopeutti oppimispelin rakentamista.

6.2 Luotettavuus

Työn luotettavuutta arvioitaessa on huomioitu mukaan otetut tutkimukset eli niiden laatu ja luotettavuus sekä soveltuvuus työn lähteeksi. Tutkimusten soveltuvuutta arvioitiin niiden tekijöiden, iän ja sisällön perusteella. Kirjallinen raportti kirjoitetaan rehellisesti tutkitun tiedon perusteella. Erityistä huomiota haluttiin kiinnittää opinnäytetyössä käytettyjen lähteiden laatuun ja tuoreuteen. Opinnäytetyössä jouduttiin käyttämään muutamia hieman vanhempia lähteitä. Niitä tarkasteltiin kuitenkin kriittisesti. Opinnäytetyön kirjallinen osuus tuotettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun kirjallisen työn ohjeiden mukai-

sesti. Työtä tehdessä kiinnitettiin erityistä huomiota lähdemerkintöjen asialliseen kirjaamiseen sekä viitteiden käyttöön. Opinnäytetyö tarkastettiin plagioinnin tunnistusjärjestelmällä, Turnitinilla. Tulokseksi saatiin 8%.

Opinnäytetyön luotettavuutta lisää opinnäytetyön toteutuksen tarkka ja yksityiskohtainen kuvaaminen. Näin lukija pystyy seuraamaan opinnäytetyön tekijöiden työn kehittämistä. Tällöin lukija pystyy päättämään ovatko opinnäytetyön tekijät tehneet oikeita ratkaisuja ja päätelmiä työssään. Solujen läpikäynti kokeneen solumorfologiaa opettavan opettajan kanssa lisää tuotoksen luotettavuutta, sillä kaikki solut on tarkastettu hänen toimestaan, jolloin virheiden mahdollisuus on minimoitu.

6.3 Eettisyys

Opinnäytetyössä noudatettiin hyvän tieteellisen käytännön ohjeita. Tutkimuseettinen neuvottelukunta on laatinut hyvän tieteellisen käytännön ohjeet. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012: 6.) Opinnäytetyön tekoa ohjasivat rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus työn kaikissa vaiheissa. Työssä käytetyt tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmät ovat hyvän käytännön mukaisia. Aiempiin julkaisuihin viitattiin asianmukaisella tavalla.

Opinnäytetyöhön käytetyt perifeerisen veren sivelyvalmisteet saatiin HUSLABin laboratorion nimettöminä ja tunnistetiedottomina. Sivelyvalmisteista tiedettiin vain sairaus, joka näytteen potilaalla oli. Tätä käytettiin hyödyksi solujen etsinnässä ja tunnistuksessa, katsomalla alan kirjallisuudesta, mitä soluja kyseessä olevassa sairaudessa pitäisi esiintyä.

6.4 Tuotoksen ja tuloksen hyödyntäminen

Opinnäytetyön tuotoksena syntynyttä opetusmateriaalia voidaan hyödyntää hematologian opintojaksolla opintojen tukena. Veren solujen tunnistuspeliä voidaan jakaa verkossa hematologian työtilassa bioanalytiikan opiskelijoille itseopiskelumateriaalina. Opetusmateriaali on helposti saatavilla ja helppokäyttöinen. Metropolia Ammattikorkeakoulun opettajat voivat käyttää opinnäytetyön tuotosta haluamallaan tavalla.

6.5 Kehittämisehdotukset

Opinnäytetyön tuotoksena syntynyttä veren solujen tunnistuspeliä voidaan kehittää lisäämällä puuttuvia solukuvia, jotka jäivät puutteellisten sivelyvalmisteiden takia uupumaan. Lisäksi tuotoksesta voitaisiin tehdä laajempi lisäämällä veren eri soluja lisää. Innovaatioprojektina tai opinnäytetyönä voitaisiin kehittää kokonaan uusi työtila, jossa olisi kattavasti erilaisia itseopiskelu opetusmateriaaleja hematologiasta, johon luomamme peli voitaisiin sisällyttää sellaisenaan tai laajennettuna.

6.6 Ammatillinen kehittyminen

Opinnäytetyön tuotoksena syntyneen opetusmateriaalin kokoaminen haastoi taitojamme hematologian osaamisessa sekä tieteellisen tekstin kirjoittamisessa. Kehityimme veren solujen morfologian tunnistamisessa sekä mikroskoopin ja mikroskooppikameran käytössä. Opinnäytetyöprosessi myös kasvatti taitojamme tieteellisen tekstin kirjoittamisessa sekä sen arvioinnissa. Tieteellisten tutkimusten käyttö opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa harjoitti taitojamme tutkimuksien laadukkuuden ja luotettavuuden arvioinnissa. Englanninkielisten lähteiden käyttö kehitti englanninkielen osaamistamme, sekä tieteellisen tekstin lukemista englanniksi. Opetusmateriaalin luomisessa huomiioon otetut pedagogiset näkökulmat kasvattivat ymmärrystämme ihmisen oppimisesta ja opettamisesta.

Lähteet

- Arber, Daniel – Glader, Bertil – Greer, John – List, Alan – Means, Robert – Paraskevas, Frixos – Rodgers, George 2014. Neutrophilic leukocytes. Wardrobe's Clinical Hematology. 13. painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Balaban, Igor – Kermek, Dragutin – Zlatovic, Miran 2015. Using online assesment to stimulate learning strategies and achievement of learning goals. University of Zagreb. Computers and education 91. Kroatia. 32-45.
- Bjålie, Jan – Haug, Egil – Sand, Olav – Sjaastad, Oystein – Toverud, Kari 2013. Veri. Ihminen, fysiologia ja anatomia. Hekkanen, Raila (suom.). Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- CellaVision. 2018. CellAtlas. <<https://www.cellavision.com/en/cellavision-cellatlas>>. Luettu 9.10.2018.
- Dey, Amit – Dubey, Abhishek – Garg, Abhinav – Kadakia, Meet – Nandy, Kunal 2016. Congenital Sideroblastic Anemia- Classic Presentation. Verkkodokumentti. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5072005/#>>. Luettu 23.10.2018.
- DiCarlo, Stephen – Lujan, Heidi 2006. Too much teaching, not enough learning: what is the solution? Verkkodokumentti. <<https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/advan.00061.2005>>. Luettu 28.8.2018.
- Dittus, Christopher – Malek, Anita – Mathew, Hannah – Negroiu, Andreea 2015. Howell-Jolly bodies on peripheral smear leading to the diagnosis of congenital hyposplenism in a patient with septic shock. <Verkkodokumentti. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4551333/>>. Luettu 23.10.2018.
- Eskelinen, Seija. Trombosyytit. Terveyskirjasto. Duodecim. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03035>. Luettu 22.10.2018.
- Hamilton, Peter – Howard, Martin 2008. Laboratory haematology I – Blood and bone marrow. The haematology patient. Haematology. Elsevier limited. 19.
- Gotter, Ana 2017. Everything You Need to Know About Microcytic Anemia. Verkkodokumentti. <<https://www.healthline.com/health/microcytic-anemia>>. Luettu 23.10.2018.
- Hematologia. HUS. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <<http://www.hus.fi/sairaanhoito/sairaanhoitopalvelut/hematologia/Sivut/default.aspx>>. Luettu 27.8.2018.
- H5P 2017. What is H5P? Verkkodokumentti. <<https://h5p.org/node/120126>>. Luettu 21.10.2018.
- Isola, Jorma 2013. Apoptoosi syövän kehitymisessä. Oppiportti. Helsinki: Duodecim.
- Jansson, Sten-Erik – Siitonen, Sanna 2007. Morfologiset tutkimukset. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 100-110.

Kansanen, Pertti 2014. Opetuksen käsitemaailma. Jyväskylä: PS-kustannus.

Kaukua, Jarmo – Mustajoki, Pertti 2018. Leukosyytit (fB-Leuk). Duodecim Terveyskirjasto. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03034&p_hakusana=erittelylaskenta>. Luettu 8.6.2018

Koistinen, Pirjo – Siitonen, Timo 2007. Verisolujen tuotanto ja sen säätely. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 17-29, 24-26.

Koistinen, Pirjo – Siitonen, Timo 2015. Punasolujen tuotanto. Oppiportti. Helsinki: Duodecim.

Koistinen, Pirjo – Siitonen, Timo 2015. Verisolujen tuotanto ja sen säätely. Oppiportti. Helsinki: Duodecim.

Kujala, Paula 2012. Apoptoosi. Oppiportti. Helsinki: Duodecim.

LeFever, Marlene 2004. Learning styles. Colorado Springs: David C. Cook.

Mannila, Birgitta 2007. Pelaaminen sallittu – oppimisyhteisöt muutoshasteen edessä. 59-69. Teoksessa Hämäläinen, Raija – Oksanen, Kimmo (toim.): Pelaa ja opi. Vaajakoski: Gummerus Kirjapaino Oy.

Matinlauri, Irma – Vilpo, Juhani 2010. Hematopoieesi ja sen tutkiminen. Teoksessa Niemelä, Onni – Pulkki, Kari (toim.): Laboratoriolääketiede, kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy. 247–254.

MediaLab 2018. LabCE. Bone Marrow aspiration: Normal Hematopoiesis and Basic Interpretive Procedures. Verkkodokumentti. <https://www.labce.com/spg448405_promyelocyte.aspx>. Luettu 13.10.2018.

Meri, Seppo – Julkunen, Ilkka 2011. Fagosytoosi. Oppiportti. Helsinki: Duodecim.

Meri, Seppo – Salmi, Marko 2011. Immuunijärjestelmän solut ja niiden kehitys. Oppiportti. Helsinki: Duodecim.

Metropolia 2018. Opetussuunnitelma. Bioanalytiikka. Verkkodokumentti. <<http://opinto-opas-ops.metropolia.fi/index.php/fi/88094/fi/70303/SXJ19K1/year/2018>>. Luettu 2.8.2018.

Mäkitalo, Eino – Wallinheimo, Kirsi 2012. Virtuaaliset ympäristöt. Helsinki: Talentum media Oy.

Nousiainen, Tapio 2015. Anemian selvittely. Oppiportti. Helsinki: Duodecim.

Opetushallitus 2005. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Verkkodokumentti. <http://www.oph.fi/download/47132_verkko-oppimateriaalin_laatukriteerit.pdf>. Luettu 13.10.2018.

Pelliniemi, Tarja-Terttu 1998. Veren sivelyvalmiste. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. Verkkodokumentti. <<https://www.duodecimlehti.fi/lehti/1998/12/duo80261>>. Luettu 21.10.2018.

Reagen. Värjäysliuokset. Hematologia. May-Grünwald-Giemsa-värjäys. Verkkodokumentti. <<https://reagen.com/fi/tuotteet/diagnostiikka/varjaysliuokset/hematologia/#reagenssit>>. Luettu 22.8.2018.

Rozenberg, Gillian 2011. Microscopic Haematology: a practical guide for the laboratory. Elsevier Australia.

Saaranen, Terhi – Sormunen, Marjorita - Voutilainen, Ari 2016. Conventional vs. e-learning in nurse education: A systematic review and meta-analysis. Nurse education today 50. University of Eastern Finland.

Saaranen-Kauppinen, Anita – Puusniekka, Anna 2006. KvaliMOTV. Menetelmäopetuksen tietovaranto. Sosiaalinen konstruktionismi. Verkkodokumentti. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_6.html>. Luettu 27.8.2018.

Savolainen, Eeva-Riitta – Tienhaara, Anri 2015. Hematologiset laboratoriotutkimukset. Oppiportti. Helsinki: Duodecim

Savolainen, Eeva-Riitta – Tienhaara, Anri 2015. Morfologiset tutkimukset. Oppiportti. Helsinki: Duodecim.

Shinton, N.K 2007. Granulocytes. Desk Reference for Hematology. CRC Press. Florida, Boca Raton. 362.

Tietoa verestä, Suomen Punainen Risti. Veripalvelu. Verkkodokumentti. <<https://www.veripalvelu.fi/verenluovutus/veren-matka/tietoa-veresta>> Luettu 7.6.2018.

Turgeon, Mary Louise 2010. Morphological characteristics of normal lymphocytes. Leukocytes: Lymphocytes and plasma cells. Clinical Hematology, Theory and Procedures. Wolters Kluwer Health. Boston: Massachusetts. 269.

Turgeon, Mary Louise 2010. Preparation of a blood smear. Principles of blood collection. Clinical Hematology, Theory and Procedures. Wolters Kluwer Health. Boston: Massachusetts. 41-42.

Turgeon, Mary Louise 2010. Leukocytes: The granulocytic series. The granulocytic and monocytic series. Clinical Hematology, Theory and Procedures. Wolters Kluwer Health. Boston: Massachusetts. 236.

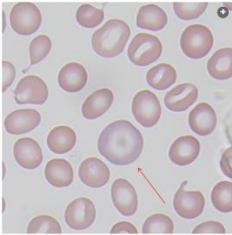
Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Verkkodokumentti. <http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf>. Luettu 26.2.2018.

Vilkka, Hanna – Airaksinen, Tiina 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Kustannusosakeyhtiö Tammi OY. 9-10.

Ylioppilastutkintolautakunta. Digitaalinen ylioppilastutkinto. Verkkodokumentti. <<https://www.ylioppilastutkinto.fi/ylioppilastutkinto/digitaalinen-ylioppilastutkinto>>. Luettu 27.8.2018.

Otteita solutunnistuspelistä

Ohessa esimerkkejä solutunnistuspelin kysymyksistä ja erilaisista kysymystyypeistä.



Valitse oikea vaihtoehto:

☐ Sferosyytti

☒ Target-solu

☐ Akantosyytti

[Tarkista](#) [<](#) [>](#)

Progress bar: 10 dots, 5th dot highlighted.

Punasolut ja trombositit

[Palaa etusivulle](#)

Täällä voit harjoitella erilaisten punasolujen ja trombosyyttien tunnistusta.



Valitse oikea vaihtoehto:

☐ Trombosytopenia

☐ Trombosytoosi

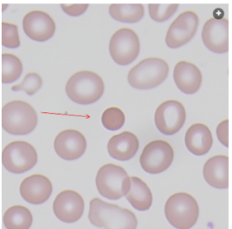
[Tarkista](#) [<](#) [>](#)

Progress bar: 10 dots, 3rd dot highlighted.

Punasolut ja trombositit

[Palaa etusivulle](#)

Täällä voit harjoitella erilaisten punasolujen ja trombosyyttien tunnistusta.



Valitse oikea vaihtoehto:

☐ Hypokrominen

☒ Hyperkrominen ✓

Hienoat / Hyperkromisessa punasolussa keskikalpeus on vähentynyt ja se värjäytyy tavallista tummemmaksi. Hypokromisessa keskikalpeus on taas laajentunut.

[Tarkista](#) [<](#) [>](#)

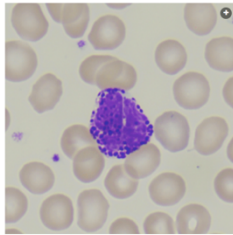
Progress bar: 10 dots, 1st dot highlighted.

★ Salt 1 / 1 pistettä!

Leukosyytit

[Palaa etusivulle](#)

Tässä voit harjoitella leukosyyttien morfologista tunnistusta. Tehtävässä on mukana eri kypsyyssasteiden leukosyyttejä.



Valitse oikea vaihtoehto:

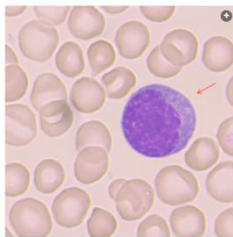
- ☒ Basofiili ✓
Hieno, tunnistit solun oikein! Kuvassa näkyy basofiilille tyypilliset suuret tummanilmat granulat
- ☐ Neutrofiili
- ☐ Eosinofiili

Hieno!

Leukosyytit

[Palaa etusivulle](#)

Tässä voit harjoitella leukosyyttien morfologista tunnistusta. Tehtävässä on mukana eri kypsyyssasteiden leukosyyttejä.



Valitse oikea vaihtoehto:

- ☐ Blasti
- ☐ Plasmasolu
- ☐ Lymfosyytti

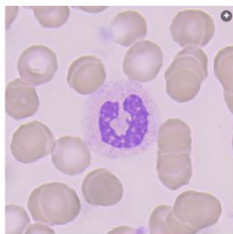
Tarkista



Leukosyytit

[Palaa etusivulle](#)

Tässä voit harjoitella leukosyyttien morfologista tunnistusta. Tehtävässä on mukana eri kypsyyssasteiden leukosyyttejä.



Valitse oikea vaihtoehto:

- ☐ Metamyelosyytti
- ☐ Liuskatumainen neutrofiili
- ☐ Sauvatumainen neutrofiili

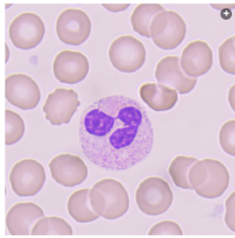
Tarkista



Leukosyytit

Palaa etusivulle

Tässä voit harjoitella leukosyyttien morfologista tunnistusta. Tehtävässä on mukana eri kypsyyssasteiden leukosyyttejä.



Valitse oikea vaihtoehto:

☐ Eosinofiili

☐ Sauvatumainen neutrofiili

☒ Liuskatumainen neutrofiili

Hienoa, tunnistit solun oikein! Tuma on lohkoutunut kahteen osaan ja on siis liuskatumainen neutrofiili

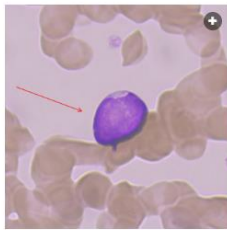


Hienoa!

Leukosyytit

Palaa etusivulle

Tässä voit harjoitella leukosyyttien morfologista tunnistusta. Tehtävässä on mukana eri kypsyyssasteiden leukosyyttejä.



Valitse oikea vaihtoehto:

☐ Blastti

☒ Lymfosyytti

Ei ihan! Lymfosyytissä esiintyy runsaammin sytoplasmaa, eikä siinä ole nähtävillä nukleolia. Lisäksi lymfosyytin kromatiinirakenne on karkeampaa

☐ Promyelosyytti



Sait 0 / 1 pistettä!

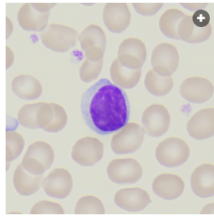
[Yritä uudestaan](#)



Leukosyytit

[Palaa etusivulle](#)

Tässä voit harjoitella leukosyyttien morfologista tunnistusta. Tehtävässä on mukana eri kypsyyssasteiden leukosyyttejä.



Kirjoita kuvassa esiintyvän solun nimi tyhjään kenttään

Kuvassa esiintyvä solu on

[Tarkista](#)



Leukosyytit

[Palaa etusivulle](#)

Tässä voit harjoitella leukosyyttien morfologista tunnistusta. Tehtävässä on mukana eri kypsyyssasteiden leukosyyttejä.

Raahaa solut oikeaan laatikkoon

Basofi	Neutrofi

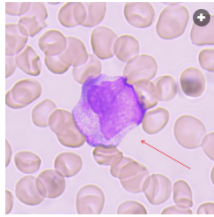
[Tarkista](#)



Leukosyytit

[Palaa etusivulle](#)

Tässä voit harjoitella leukosyyttien morfologista tunnistusta. Tehtävässä on mukana eri kypsyysasteiden leukosyyttejä.



Kuvan solu on promyelosyytti

☒ Oikein



☐ Väärin



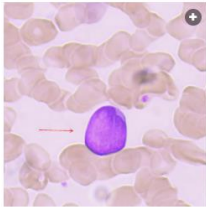
Hienoa, tunnistit solun! Tumassa on nähtävillä promyelosyytille tyypillistä karkeaa primaari granulaa ja solu on kooltaan suuri



Leukosyytit

[Palaa etusivulle](#)

Tässä voit harjoitella leukosyyttien morfologista tunnistusta. Tehtävässä on mukana eri kypsyysasteiden leukosyyttejä.



Kuvan solu on pieni lymfosyytti

☒ Oikein



☐ Väärin



Mönkään meni! Kuvan solu on blasti; sytoplasmaa on niukasti ja nukleoli nähtävissä



Opettajille jaettu ohje kuvien lisäämisestä solutunnistuspeliin

Kuvien lisääminen solutunnistuspe- liin

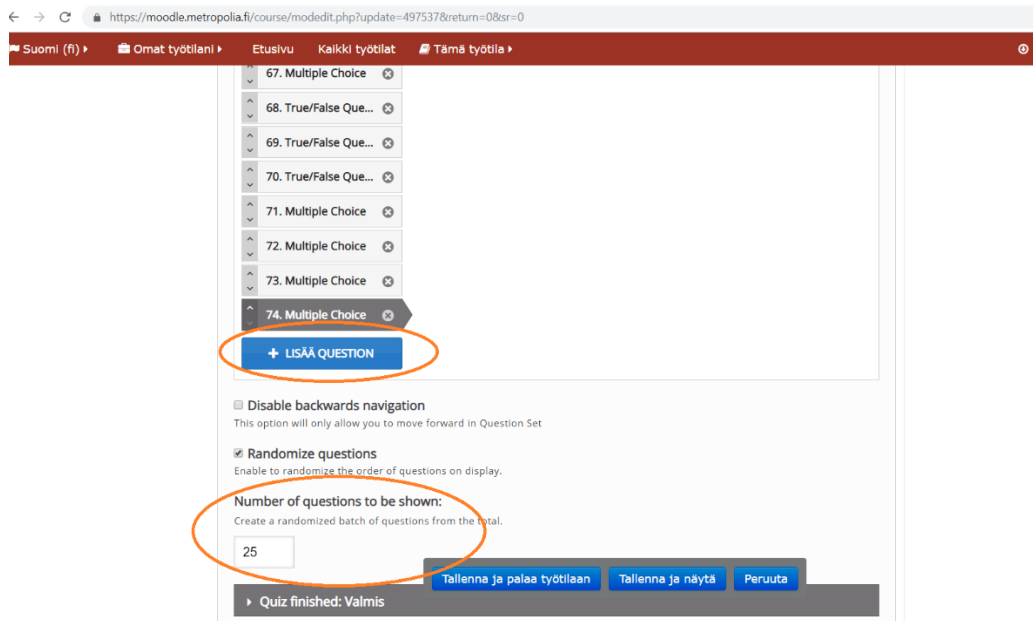
Ohjeet kuinka voit lisätä kuvia tai muokata solutunnistuspelin asetuksia. Solutunnistus-
peli löytyy *Preanalytiikan harjoituksia* -työtilasta.

1. Ota muokkaustila päälle. Klikkaa '**Muokkaa**'. Valitse '**Muokkaa asetuksia**'.



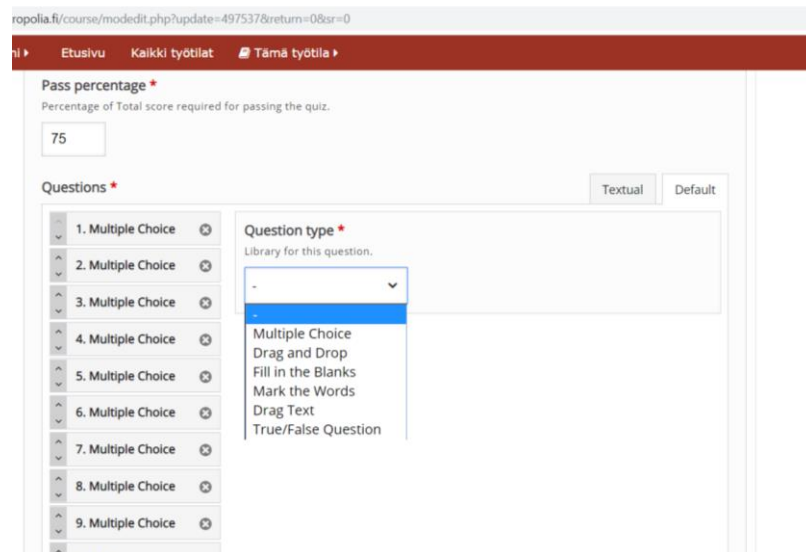
2. Rullaa näyttöä alaspäin, kunnes näet kohdan '**+ Lisää question**' – paina tästä.

Täällä voit myös vaihtaa, kuinka monta kysymystä näytetään yhdellä suoritus kerralla (**Number of questions to be shown**). Peli arpoo kaikista kysymyksistä valitsemasi määrän kysymyksiä näytettäväksi.

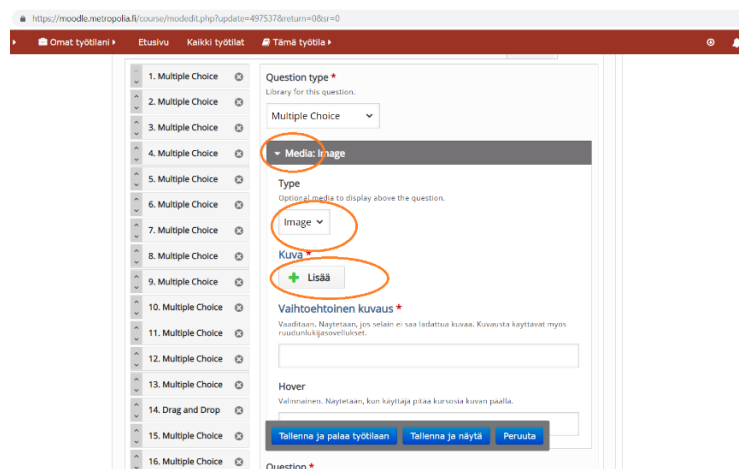


3. Valitse minkälaisen kysymyksen haluat luoda. Alla esittelyt kysymystyypeistä, joita olemme käyttäneet pelissä.

- **Multiple Choice** – Voit lisätä kuvan ja useita vastausvaihtoehtoja (Tätä kysymystyyppiä käytimme eniten)
- **Drag and Drop** – Voit lisätä useita kuvia, joita opiskelijan tulee siirtää oikeisiin vastauslaatikoihin. (Esimerkiksi kuvia neutrofiileista, basofiileista sekä eosinofiileista, jotka opiskelijan tulee tunnistaa ja vetää hiirellä oikean solulinjan alle)
- **Fill in the Blanks** – Voit lisätä kuvan ja kirjoittaa lauseen, josta puuttuu solun nimi. Opiskelijan täytyy siis tunnistaa solu ilman vaihtoehtoja. (Kuvassa esiintyvä solu on nimeltään _____)
- **True/False Question** – Voit lisätä kuvan ja väittämän. (Esimerkiksi; Kuvassa esiintyvä solu on lymfosyytti: oikein/väärin)



4. Lisätäkseksi kuvan, klikkaa '**Media**'. Tästä avautuu kuvassa näkyvä valikko. Valitse '**Type**' kohdasta '**image**' ja klikkaa '**+Lisää**' ja etsi tiedostois-tasi kuva, jonka haluat lisätä. Kirjoita vaihtoehtoiseen kuvaukseen '*Vali-tettavasti kuvaa ei voida ladata*'. Teksti tulee näkyviin, mikäli kuvan la-taaminen ei jostain syystä onnistu.



5. Kirjoita '**Question**' kohtaan haluamasi kysymys (Esimerkiksi valitse oikea vaihtoehto). Kirjoita haluamasi vaihtoehdot '**Text**' kohdan alle, klikkaa oi-kean vaihtoehdon/vaihtoehtojen '**Correct**' kohtaan ruksi. Lisää vaihtoeh-toja saat klikkaamalla '**Lisää option**'.

Question *

Valitse oikea vaihtoehto:

Available options *

Option: Lymfosyytti

Text *

Lymfosyytti

Correct

Tips and feedback

Option: Monosyytti

Text *

Monosyytti

Correct

Tips and feedback

LISÄÄ OPTION

Tallenna ja palaa työtilaan Tallenna ja näytä Peruuta

Behavioural settings

6. Lisätäksesi kommentin vastaukseen, saat sen klikkaamalla '**Tips and feedback**'. Kirjoita kommenttisi keskimmäiseen kenttään, jolloin teksti tulee näkyviin, mikäli opiskelija on vastannut ko. vaihtoehtoon. Voit kirjoittaa näin perustelut jokaisen vastausvaihtoehdon alle miksi ko. vaihtoehto on / ei ole kuvassa esiintyvä solu.

Available options *

Option: Lymfosyytti

Text *

Lymfosyytti

Correct

Tips and feedback

Tip text

Hint for the user. This will appear before user checks his answer/answers.

Message displayed if answer is selected

Message will appear below the answer on "check" if this answer is selected.

Henoa, tunnisti solun oikein! Kuvan solun sytoplasma on vaaleaa, tumaa on pyöreä ja kromatiinirakenne on tiivistä ja kokareista.

Message displayed if answer is not selected

Message will appear below the answer on "check" if this answer is not selected.

Option: Monosyytti

Text *

Monosyytti

Tallenna ja palaa työtilaan Tallenna ja näytä Peruuta

7. Klikkaa **'Behavioural settings'**, jolloin saat kuvassa näkyvän valikon näkyviin. Jos haluat antaa opiskelijalle mahdollisuuden yrittää uudelleen kysymykseen vastaamista, anna **'Enable "Retry" button'** kohdassa olevan täpän olla paikallaan. Jos et halua antaa opiskelijalle uutta mahdollisuutta, ota ruksi pois.

(Me olemme antaneet mahdollisuuden uuteen vastausyritykseen, mikäli vastausvaihtoehtoja on ollut kolme tai enemmän. Jos vastausvaihtoehtoja on ollut vain kaksi, emme ole antaneet uutta mahdollisuutta vastata.)

Ota ruksi pois kohdasta **'Enable "Show Solution" button'**, näin opiskelija ei pysty näkemään oikeaa vastausta, jollei vastaa kysymykseen oikein.

The screenshot shows the Moodle question editing interface. On the left is a list of questions (40-62). The main area shows the settings for a 'Multiple Choice' question. The 'Behavioural settings' section is expanded and highlighted with a red circle. Within this section, the 'Enable "Retry" button' checkbox is checked and highlighted with a red arrow, while the 'Enable "Show Solution" button' checkbox is unchecked and also highlighted with a red arrow. Other settings like 'Question Type' (Automatic), 'Give one point for the whole task', 'Randomize answers', 'Require answer before the solution can be viewed', 'Disable image zooming for question image', 'Show confirmation dialog on "Check"', 'Show confirmation dialog on "Retry"', and 'Automatically check answers' are visible. At the bottom, there is a 'Pass percentage' field set to 100 and three buttons: 'Tallenna ja palaa työtilaan', 'Tallenna ja näytä', and 'Peruuta'.

8. Kun olet lisännyt haluamasi kysymykset, muista klikata sinisellä pohjalla olevaa **'Tallenna ja palaa työtilaan'** tai **'Tallenna ja näytä'**. Muuten tekemäsi muutokset eivät tallennu peliin. Voit nähdä tallennus painikkeet yläpuolella olevassa kuvassa.