

Pauliina Laurila & Johanna Mottinen

## **HEMATOPOIEETTISET SOLUT**

Digitaalinen oppimateriaali kypsistä valkosoluista

# **HEMATOPOIEETTISET SOLUT**

Digitaalinen oppimateriaali kypsistä valkosoluista

Pauliina Laurila & Johanna Mottinen  
Opinnäytetyö  
Syksy 2022  
Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijät: Pauliina Laurila & Johanna Mottinen

Opinnäytetyön nimi: Hematopoeettiset solut – digitaalinen oppimateriaali kypsistä valkosoluista

Työn ohjaajat: Jaana Holappa-Girginkaya & Katja Nummilinna

Työn valmistuslukuksi ja -vuosi: Syksy 2022

Sivumäärä: 27 + 1 liite

---

Sairaaloiden kliinisissä laboratorioissa yleisimmin tehtävä tutkimus on verenkuvaa-analyysi, joka antaa tietoa verisolujen toiminnasta. Kun halutaan tarkempaa tietoa verisolujen jakaumasta ja morfologiasta, suoritetaan erittelylaskenta. Erityislaskennassa lasketaan neutrofiilien, eosinofiilien, basofiilien, lymfosyyttien sekä monosyyttien määrät. Nykyään erittelylaskenta suoritetaan suurimmissa laboratorioissa automaattisilla laitteilla, mutta laitteiden antamat hälytykset ja poikkeavuudet tarkistetaan aina mikroskooppisesti. Suurissa laboratorioissa käytetään nykyään myös automaattimikroskopiaa, jossa bioanalytiikon tehtävänä on arvioida laitteen luokittelujen solujen oikeellisuutta tietokoneen näytöltä. Vaikka laboratorioissa verenkuvan analysoiminen on automatisoitunut, tarvitaan bioanalytiikolta edelleen taitoja verisolujen tunnistamiseen.

Teimme opinnäytetyönä digitaalisen oppimateriaalin hematopoeesista keskittyen kypsien valkosolujen morfologiaan. Hematopoeesi tarkoittaa verisolujen tuotantoa. Verisolut syntyvät pääasiassa luuytimessä solunjakautumisen, linjavallinnan, erilaistumisen ja kypsymisen seurauksena hematopoeettisista kantasoluista.

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Oulun ammattikorkeakoulu ja työ laadittiin vuoden 2022 aikana. Oppimateriaalin tarkoituksena on tukea bioanalytiikan opiskelua Veri ja immuunijärjestelmän sekä Hematologian ja Verensiirtotoiminnan opintojaksoilla. Tavoitteenamme oli tehdä visuaalisesti laadukas oppimateriaali, jota voi hyödyntää opiskelun tukena erityisesti opiskelujen alkuvaiheessa.

Opinnäytetyö laadittiin toiminnallisena opinnäytetyönä ja se koostui raporttiosuudesta sekä digitaalisesta oppimateriaalista. Moodle -alustalle kerätty oppimateriaali sisältää erilaisia kuvia kypsistä valkosoluista ja tietoa solujen morfologisista piirteistä. Materiaalia varten soluja kuvattiin Oulun ammattikorkeakoululta saaduista näytteistä. Lisäksi hyödynnettiin Cellavision Proficiency -ohjelmiston solukuvia. Laadun varmistamiseksi materiaalia testattiin bioanalytiikko-opiskelijoiden Veri ja immuunijärjestelmä -opintojaksolla. Kehittämisehdotuksena on laajentaa oppimateriaalia epäkypsiin soluihin.

---

Asiasanat: hematopoeesi, verisolu, verkko-oppimateriaali

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Biomedical Laboratory Science

---

Authors: Pauliina Laurila and Johanna Mottinen  
Title of thesis: Hematopoietic cells – E-learning material about mature white cells  
Supervisors: Jaana Holappa-Girginkaya and Katja Nummilinna  
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2022  
Number of pages: 27 + 1 appendix

---

The most common laboratory test is blood count analysis. It gives information about function of blood cells. When information about cell morphology is desired, blood smear preparation is done. In the largest laboratories blood count analysis is automated but there is still need for knowledge of Biomedical Laboratory Scientists.

We made our functional thesis about hematopoiesis focused on morphology of mature white blood cells. Hematopoiesis means blood cell production. The subject of this thesis was commissioned by Oulu University of Applied Sciences. We made an e-learning material for the courses of Blood and Immune system and Hematology in the Degree Programme in Biomedical Laboratory Science.

The aim of this thesis was to make a high-quality e-learning material focusing on cell images to support studying. We photographed cells from blood smear preparations that we received from Oulu University of Applied Sciences and used the cell images of the Cellavision Proficiency software. In addition to the pictures there was also theoretical information. The material was uploaded onto the Moodle learning platform. We collected feedback from second year students with an online survey. In the future, the learning material could be expanded to immature cells.

---

Keywords: hematopoiesis, blood cell, e-learning

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	HEMATOPOIEESI .....	7
2.1	Lymfopoieesi .....	9
2.2	Monopoieesi .....	11
2.3	Granulopoieesi .....	12
2.4	Erythropoieesi .....	14
2.5	Trombopoieesi.....	16
3	TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	17
4	VERKKO-OPPIMATERIAALI .....	19
4.1	Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit .....	19
5	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN JA ARVIOINTI.....	21
5.1	Toteutus .....	21
5.2	Arviointi .....	21
6	POHDINTA .....	24
7	LÄHTEET .....	25
	LIITTEET .....	29

# 1 JOHDANTO

Teimme opinnäytetyönämme digitaalisen oppimateriaalin hematopoieesista, joka keskittyi kypsien valkosolujen morfologisten piirteiden tunnistamiseen. Opinnäytetyön aihe lähti Oulun ammattikorkeakoulun tarpeesta saada monipuolisempi aineisto verisolujen tunnistamisen avuksi Veri ja immuunijärjestelmän (O1054BA) opintojaksolle. Materiaalia voidaan hyödyntää lisäksi Hematologian ja verensiirtotoiminnan opintojaksolla (O1014BA) sekä kertauksena.

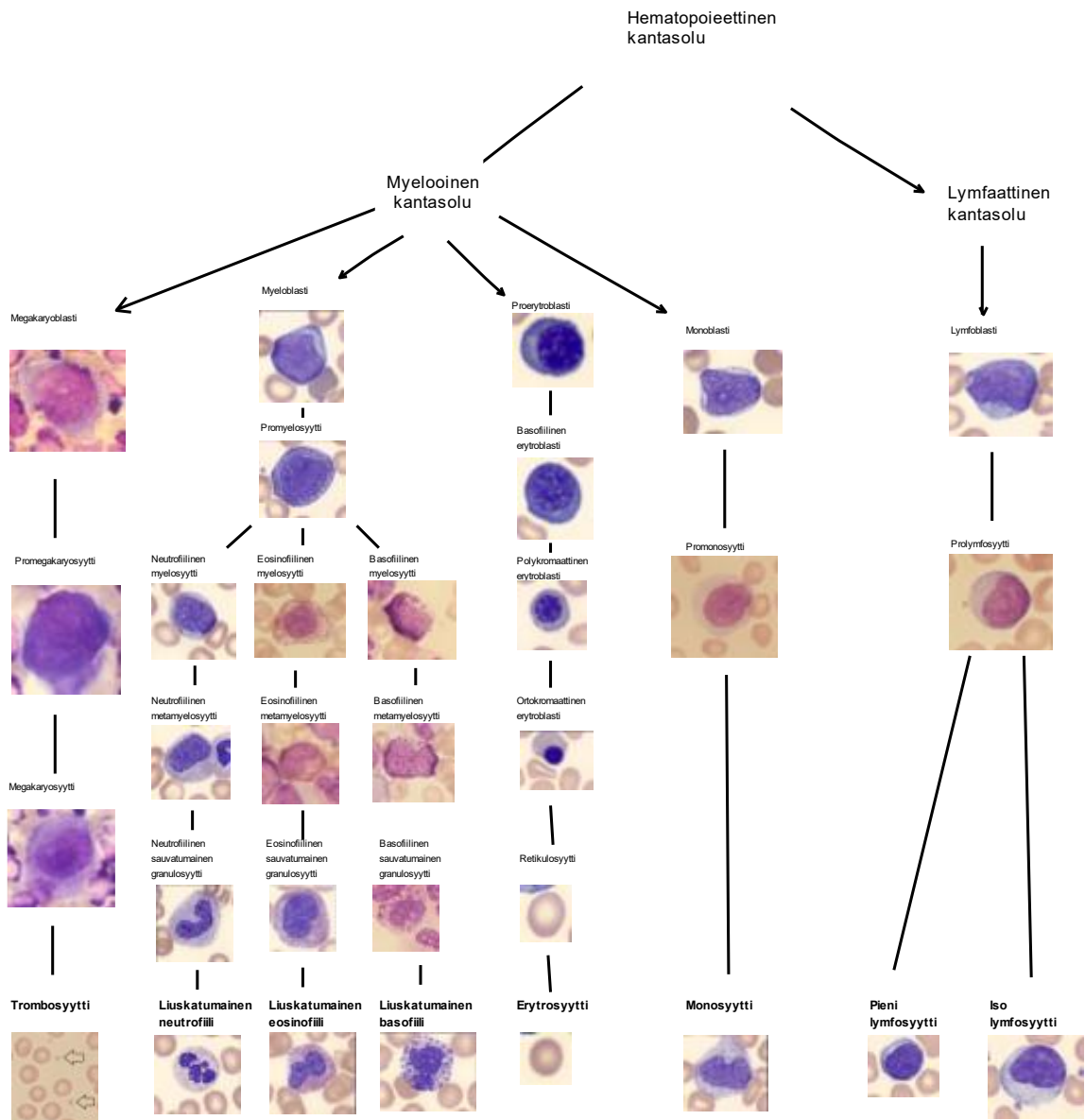
Sairaaloiden kliinisissä laboratorioissa yleisimmin tehtävä laboratoriotutkimus on verenkuvanaalyysi, joka antaa tietoa verisolujen toiminnasta. Kun halutaan tarkempaa tietoa verisolujen jakaumasta ja morfologiasta, verinäytteestä tehdään erittelylaskenta. Erittelylaskennassa lasketaan neutrofiilien, eosinofiilien, basofiilien, lymfosyyttien sekä monosyyttien määrät. Nykyään erittelylaskenta suoritetaan suurimmissa laboratorioissa automaattisilla laitteilla, mutta laitteiden antamat hälytykset ja poikkeavuudet tarkistetaan aina mikroskooppisesti sivelyvalmisteesta. Suurissa laboratorioissa käytetään nykyään myös automaattimikroskopiaa, jossa bioanalyytikon tehtävänä on arvioida laitteen luokittelemien solujen oikeellisuutta tietokoneen näytöltä. (Porkka ym. 2015, 84, 87, 89–90, 96.) Vaikka laboratorioissa verenkuvan analysoiminen on automatisoitunut, tarvitaan bioanalytikolta edelleen taitoja verisolujen tunnistamiseen.

Opinnäytetyö on toiminnallinen ja se koostuu raporttiosuudesta sekä digitaalisesta oppimateriaalista. Koska hematopoieesi on aiheena laaja, keskityimme työssämme kypsiin valkosoluihin.

## 2 HEMATOPOIEESI

Hematopoieesi tarkoittaa verisolujen tuotantoa. Verisolut syntyvät pääasiallisesti luuytimessä solunjakautumisen, linjavallinnan, erilaistumisen ja kypsymisen seurauksena hematopoieettisista kantasoluista. (Siitonen & Koistinen 2015, Johdanto verisolujen tuotantoon ja sen säätelyyn; Rodak & Carr 2018, 12.) Verisolujen muodostus alkaa kolmannella sikiöviikolla alkioita ympäröivässä ruskuaispussissa ja pian tämän jälkeen verisoluja alkaa muodostua myös aortan seinämissä ja istukassa. Viidennellä sikiöviikolla verisoluja muodostuu myös maksassa ja kymmenennellä viikolla luuytimessä, josta tulee hallitseva verenmuodostuspaikka. (Howard & Hamilton 1997, 2; Siitonen & Koistinen 2015, Verisolujen tuotanto sikiökaudella ja aikuisiällä.) Verta muodostavaa kudosta on lapsilla kaikkien luiden luuydinonteloissa, kun taas aikuisella sitä esiintyy vain elimistön litteissä luissa, kylkiluissa, nikamissa sekä reisiluiden ja olkavarren luiden proksimaalipäissä. (Siitonen & Koistinen 2015, Verisolujen tuotanto sikiökaudella ja aikuisiällä.)

Monikykyinen hematopoieettinen kantasolu on solu, joka pystyy tuottamaan sekä itsensä kaltaisia kantasoluja että erilaistumiskyvyltään suppeampia soluja (Siitonen & Koistinen 2015, Hematopoieettiset kantasolut). Kaikki elimistön verisolut syntyvät monikykyisistä kantasoluista. Ihminen tuottaa vuodessa noin 3–4 kertaa painonsa verran verisoluja. Hematopoieesin säätely on tarkkaa ja kontrolloitua. Häiriöt hematopoieesin säätelyssä voivat johtaa erilaisiin veritauteihin. (Siitonen & Koistinen 2015, Johdanto verisolujen tuotantoon ja sen säätelyyn.)



Kuva 1. Hematopieesi (Laurila 2022)



## 2.1 Lymfopoieesi

Lymfosyytit muodostuvat luuytimessä lymfopoieesissa monikykyisestä hematopoieettisesta kantasolusta. Lymfosyytit ovat valkosoluja, jotka toimivat osana elimistön puolustusjärjestelmää. Niitä on elimistön valkosoluista noin 20–40 %. (Siitonen & Koistinen 2017, Lymfaattisten solujen tuotanto.) Soluja on kahta päätyyppiä, B- ja T-lymfosyytit, mutta niitä ei voi erottaa toisistaan morfologian perusteella valomikroskooppisesti. (Salmi & Meri 2011, Immunijärjestelmän solut ja niiden kehitys). B-solut jatkavat erilaistumistaan luuytimessä ja T-solut siirtyvät kypsymään kateenkorvaan. B-lymfosyytit siirtyvät luuytimeistä pernan imukudokseen, risakudokseen, ohutsuolen seinämiin ja imusolmukkeisiin (Leppäluoto ym. 2017, 140.) B-lymfosyytit vastaavat humoraalisesta eli vasta-ainevälitteisestä immunitetista ja T-lymfosyytit soluvälitteisestä immunitetista (Siitonen & Koistinen 2017, Lymfaattisten solujen tuotanto).

T-lymfosyyttejä on niin kutsuttuja auttaja-, tappaja- ja muistisoluja (Karhumäki ym. 2015, 65). T-lymfosyyttien pinnalla on antigeenireseptoreita (Siitonen & Koistinen 2015, Lymfaattisten solujen tuotanto). Näiden reseptoreiden avulla tappaja-T-lymfosyytit sitoutuvat tulehtuneisiin soluihin tuhoten ne tai erittäin tuhoutumista edistävää sytokiinia. Elimistön omien solujen pinnalla on MCH-antigeenejä, joiden avulla lymfosyytit tunnistavat ne elimistön omiksi soluiksi. (Leppäluoto ym. 2017, 196.) Auttaja-T-lymfosyytit toimivat yhteistyössä B-lymfosyyttien kanssa ja muistisolujen ansiosta nopea immuunivaste on mahdollinen taudinaiheuttajan hyökätessä elimistöön. (Karhumäki ym. 2015, 65.)

B-lymfosyyttejä on myös erityyppisiä. Osa soluista erilaistuu vasta-aineita erittäviksi plasmasoluiksi ja osa muistisoluiksi. (Karhumäki ym. 2015, 65.) B-lymfosyyttien pintareseptori on immunoglobuliinimolekyyli (Siitonen & Koistinen 2015, Lymfaattisten solujen tuotanto). Elimistöön tunkeutunut mikrobi tai sen osa tarttuu pintareseptoriin. B-lymfosyytti sitoo vierasta antigeeniä, johon T-lymfosyyteistä erikoistuneet T-auttajasolut kiinnittyvät, jolloin B-lymfosyytti muuttuu plasmasoluksi. Plasmasolut tuottavat vasta-aineita. Vasta-ainevälitteisen immuunipuolustuksen tehtävänä on estää infektiota syntymästä muun muassa tuhoamalla mikrobeja elimistössä. Vasta-aineet tarttuvat mikrobin pintaan, jolloin se hajoaa tai joutuu makrofagin fagosytoimaksi. B-lymfosyyttien humoraalisen immuunivasteen syntymistä edeltää T-solujen soluvälitteinen immuunivasteen aktivoituminen. B-

lymfosyyteillä on tärkeä rooli immuniteetin kehittymiselle. Jos kehittyminen häiriintyy, vasta-aineiden tuotanto vähenee ja näin alttiut virus- ja bakteeritulehduksille lisääntyy. (Leppäluoto ym. 2017, 196–198.)

Muistisolut vastaavat B-lymfosyyttien immunologisesta muistista. Ne tunnistavat uudelleen kohtamansa antigeenit pinnallaan sijaitsevien antigeenireseptoreiden kautta. Kohdatessaan antigeenin toistamiseen ne alkavat nopeasti tuottamaan runsaasti vasta-aineita. Erona plasmalymfositteihin muistisolut kykenevät jakautumaan ja kommunikoimaan auttaja-solujen kanssa. (Hedman ym. 2011, 151.)

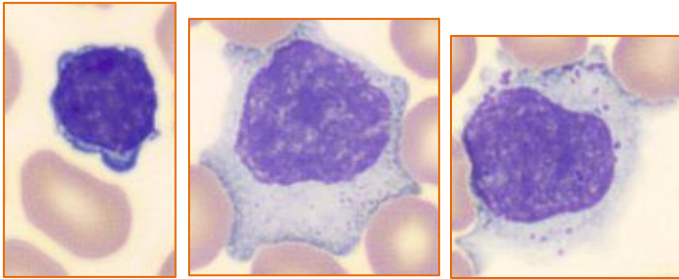
Lymfopoeesin soluista voidaan erottaa mikroskooppisesti kolme eri kypsyysmuotoa. Lymfosyytin varhaisin muoto on lymfoblasti. Solun halkaisija vaihtelee 8–20 µm:n välillä. Pyöreän tai ovaalin muotoisessa tumassa on hienojakoista kromatiinia sekä yksi tai useampi nukleoli. Sytoplasmaa on vähän ja se on basofiilistä. (Palmer ym. 2015; Rodak & Carr 2017, 81.) Lymfoblastin luotettava erottaminen myeloblastista ei ole mahdollista. Lymfoblastin ja kypsän lymfosyytin välissä olevan prolymfosyytin tuma on pyöreä ja siinä on yksi nukleoli. Sytoplasmaa on enemmän kuin lymfoblastilla ja kromatiini on kondensoitunutta. (Palmer ym. 2015.)

Kypsät lymfosyytit jaetaan koon perusteella pieniin ja isoihin lymfosyytteihin. Suurin osa verenkierrossa olevista lymfosyyteistä on pieniä. Pienen lymfosyytin halkaisija on noin 10–12 µm. (Bain 2015.) Tuma on pyöreä tai ovaali ja sen kromatiini on tiivistynyttä. Pienissä lymfosyyteissä ei näy nukleoleja. Sytoplasman osuus on vähäinen ja sen väri vaihtelee tummasta vaalean siniseen. Sytoplasmaan verrattuna tumman osuus solun koosta on noin 90 %. (Bain 2015; Rodak & Carr 2017, 102.)

Isot lymfosyytit ovat halkaisijaltaan noin 12–16 µm, joskus jopa suurempia. Tuma näyttää hieman laattamaiselta ja sen kromatiinin rakenne on löyhempää verrattuna pieneen lymfosyyttiin. Tumasta voi joskus erottaa nukleoleja. (Bain 2015.) Sytoplasma on vaaleansinertävää ja sitä on runsaammin kuin pienessä lymfosyytissä (Bain 2015; Rodak & Carr 2017, 85).

Isoihin lymfosyytteihin lasketaan myös LGL-solut (Large Granular Lymphocyte). LGL-solut ovat isojen lymfosyyttien kokoisia, mutta sytoplasman pienet punaisenvioletit granulat erottavat ne tavallisista lymfosyyteistä. Valkosolujen erittelylaskennassa LGL-solut lasketaan lymfosyyteiksi,

mutta jos niitä on määrällisesti paljon, siitä kannattaa laittaa erillinen maininta. Normaalimäärästä puhutaan vielä, jos LGL-soluja on noin 10–20 % lymfosyyteistä. (Palmer ym. 2015.)



Kuva 2. Pieni ja iso lymfosyytti sekä LGL-solu. (Mottinen 2022)

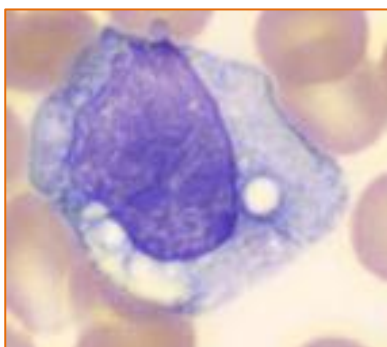
## 2.2 Monopoeesi

Monosyytit syntyvät luuytimessä, josta ne vapautuvat verenkiertoon. Verenkierrossa monosyytit kiertävät noin kolme päivää, jonka jälkeen ne siirtyvät kudoksiin kemotaktisen ärsytyksen ohjaimina tai sattumanvaraisesti. Kudoksiin siirtyessään monosyytit erilaistuvat makrofageiksi ja dendriittisoluiksi. (Kawamura & Ohteki 2018.) Makrofagien elinikä saattaa olla useita kuukausia. Makrofagit tunnistavat vieraita patogeeneja ja muokkaavat ne sellaiseen muotoon, että T-lymfosyytit tunnistavat ne. (Siitonen & Koistinen 2015, Granulosyyttien ja monosyyttien tuotanto.) Myös makrofagit toimivat syöjäsoluina eli fagosyytteina. Makrofagit tappavat tehokkaimmin solunsisäisiä mikrobeja. (Meri & Julkunen 2011.)

Mikrobien tappamisen lisäksi makrofagit huolehtivat elimistön puhtaanapitotehtävistä sekä eliminoivat elimistön omia vaurioituneita soluja (Salmi & Meri 2011, Immuunijärjestelmän solut ja niiden kehitys). Makrofageja löytyy elimistöstä muun muassa ihosta, maksasta, pernasta, suolesta ja keuhkojen alveoleista (Siitonen & Koistinen 2015, Granulosyyttien ja monosyyttien tuotanto). Kudoksissa olevia makrofageja kutsutaan yhteisnimellä retikuloendoteliaalinen systeemi (RES) (Salmi & Meri 2011, Immuunijärjestelmän solut ja niiden kehitys).

Monosyytin varhaismuodon monoblastin halkaisija vaihtelee 20–30  $\mu\text{m}$ :n välillä. Tuma on pyöreän tai ovaalin muotoinen ja kromatiini on hienojakoista. Sytoplasma on basofiilistä ja granulatonta. Nukleoleja voi esiintyä yhdestä kahteen. Promonosyytti on suuri solu, jonka tuma on epäsäännöllisen tai kiertyneen näköinen. (Palmer ym. 2015.)

Kypsä monosyytti on läpimitaltaan noin 14–20 µm ja sen tuma on yleensä poimuttunut tai liuskoittunut. Tuman muoto voi olla pyöreä, soikea, munuaisen tai hevosenkengän muotoinen. (Anderson, 2003, 99; Rodak 2018, 61.) Monosyytin kromatiinissa näkyy vaaleita juovia ja sytoplasmaa on reilusti. Hienojakoisen granulan verhoama sytoplasma värjäytyy siniharmaaksi. Nukleoleja ei ole nähtävissä, mutta yleensä solussa näkyy vakuoleja. (Anderson, 2003, 99.) Koko valkosolujen määrästä monosyyttejä on verenkierrossa noin 3–8 % (Leppäluoto ym. 2017, 138).



Kuva 3. Monosyytti (Mottinen 2022)

### 2.3 Granulopoieesi

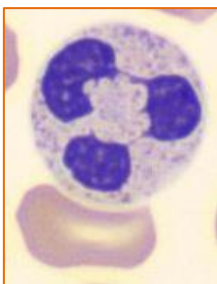
Granulosyytit syntyvät luuytimessä granulopoieesissa. Ne saavat alkunsa monikykyisestä kantasolusta, josta ne suuntautuvat myelooiden kantasolun linjalle. Granulosyytilinjan ensimmäinen morfologisesti tunnistettava solu on myeloblasti. Se on noin 15–20 µm kokoinen solu, jolla on basofiilinen granulatoinen sytoplasma. Myeloblastilla on suuri tuma, jossa on hienojakoista granulaa ja 2–5 nukleolia. Seuraava solu solulinjassa on promyelosyytti, joka on hieman isompi kuin blasti. (Siitonen & Koistinen 2015, Granulosyyttien ja monosyyttien tuotanto.) Promyelosyytti on noin 15–25 µm kokoinen. Tuma on pyöreän tai ovaalin muotoinen, jossa on näkyvissä nukleoli. Promyelosyytin sytoplasma on basofiilistä ja siinä on punertavaa primaarigranulaa. (Palmer ym. 2015.)

Promyelosyytistä kypsempi muoto on myelosyytti. Myelosyytin pyöreä tai ovaali tuma on promyelosyytin tumaa pienempi ja kromatiini on tiiviimpää. Nukleoleja ei ole enää näkyvissä. Sytoplasmassa näkyy sekundaarigranulaa. (Siitonen & Koistinen 2015, Granulosyyttien ja monosyyttien tuotanto.) Myelosyytti on noin 10–18 µm kokoinen. Seuraava granulositytilinjan solu on metamyelo-

losyytti, jonka tuma on yleensä hevosenkengän muotoinen. Metamyelosyytissä ei yleensä ole nähtävillä nukleoleja. Sytoplasma on vaaleanpunertavaa ja granula on joko basofiilistä, eosinofiilistä tai neutrofiilistä. (Palmer ym. 2015.)

Kypsyessään lisää solu kehittyy 10–14 µm kokoiseksi sauvatumaiseksi granulosyytiksi, jossa tuma on vielä ohuempi kuin metamyelosyytissä ja se on alkanut lohkoutua. Liuskatumainen granulosyytti on solulinjan kypsä solu. Solun tuma on liuskoittunut 3–5 osaan. Kypsä solu siirtyy verenkiertoon. (Siitonen & Koistinen 2015, Granulosyyttien ja monosyyttien tuotanto.) Epäkypsiä soluja ei yleensä esiinny normaalissa perifeerisessä veressä (Palmer ym. 2015). Solut kiertävät veressä noin 4–8 tuntia, jonka jälkeen ne siirtyvät kudoksiin noin 4–5 vuorokaudeksi. Granulosyytit jaetaan neutrofiileihin, eosinofiileihin ja basofiileihin. (Leppäluoto ym. 2017, 138–139.)

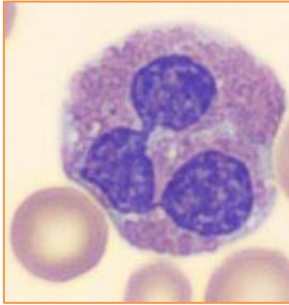
Neutrofiilisiä granulosyyttejä on valkosoluista eniten, noin 60–70 %. Niiden ensisijainen tehtävä on huolehtia elimistön ensivasteesta tulehdusta aiheuttavien bakteereiden torjunnassa fagosytoimalla bakteereja ja muita mikrobeja. (McCall & Tankersley 2009, 202; Leppäluoto ym. 2017, 138–139.) Neutrofiilit sisältävät antibakteerisia valkuaisaineita sekä hajottavia entsyymejä, joiden avulla ne tuhoavat tunkeutujat. Kun neutrofiili on fagosytoinut haluamansa partikkelin, se tuhoutuu itse. Solun sisällä olevat hajottavat entsyymit leviävät ympäristöön, mikä aiheuttaa tulehduksen kudokseen. (Leppäluoto ym. 2017, 138–139.) Neutrofiilin tuma on yleensä 2–5-lohkoinen ja sytoplasma värjäytyy vaaleaksi, hieman punertavaksi. Granula on pientä vaaleanpunertavaa sekundaarigranulaa. (Palmer ym. 2015.)



*Kuva 4. Neutrofiilinen granulosyytti (Mottinen 2022)*

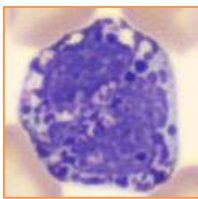
Eosinofiilisten granulosyyttien osuus valkosoluista on 1–6 % (Vierimaa & Laurila, 2017, 69). Eosinofiilit ovat tärkeässä osassa allergisissa reaktioissa, joissa ne toimivat välittäjäsoluina. Ne

toimivat myös puolustuksessa parasiitti-infektioissa. Eosinofiileillä on paljon voimakkaita entsyymejä sisältäviä lysosomaalisia rakkuloita. Entsyymit vapautuvat solun tarttuessa vieraaseen tunkeutujaan. (Salmi & Meri, 2011.) Eosinofiilin tuma on yleensä kaksilohkoinen ja sytoplasma värjäytyy punertavaksi. Granula on pallomaista ja suurempaa kuin neutrofiileillä ja se värjäytyy syvän punaiseksi (Bain 2015; Siitonen & Koistinen 2015, Granulosyyttien ja monosyyttien tuotanto.)



*Kuva 5. Eosinofiilinen granulosyytti (Mottinen 2022)*

Basofiilisten granulosyyttien osuus valkosoluista on vain alle yksi prosentti. Basofiilit toimivat tulehdus- ja immunitettireaktioissa vapauttamalla tulehdusoireita aiheuttavaa histamiinia. (McCall & Tankersley 2009, 202; Vierimaa & Laurila 2017.) Basofiilin halkaisija on noin 10–16  $\mu\text{m}$ . Sen vaa-leansinisessä sytoplasmassa on purppuranmustaa granulaa. Tuma on lohkoutunut, ja sitä peittä-vien basofiilisten granuloiden määrä, koko ja muoto vaihtelevat. (Anderson 2003, 73; Palmer ym. 2015.)



*Kuva 6. Basofiilinen granulosyytti (Mottinen 2022)*

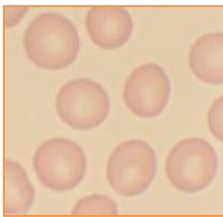
## 2.4 Erytropoieesi

Punasolut eli erytrosyytit syntyvät luuytimessä erilaistumattomista kantasoluista monen erilaistu-misvaiheen kautta. Aikuisella punasoluja muodostuu päivittäin noin 230 miljardia. (Leppäluoto ym.

2020, 119.) Punasolut ovat pieniä keskeltä litistyneitä soluja. Niillä ei ole tumaa tai muitakaan soluelimiä. Punasolujen halkaisija on noin 7–8 µm. Mukautuvan muodon vuoksi punasolut kykenevät liikkumaan pienimissäkkin hiussuonissa. (Leppäluoto ym. 2017, 134; Vierimaa & Laurila, 2017.)

Erythropoiesin ensimmäinen morfologisesti tunnistettava solu on proerytroblasti, jonka halkaisija on 15–20 µm. Suuressa tumassa on muutama nukleoli ja sytoplasma värjäytyy tummansiniseksi. Proerytroblastia hieman pienempi kypsempi muoto on basofiilinen erytroblasti. Tässä vaiheessa nukleoleja ei ole enää erotettavissa ja tumen kromatiini on tiivistynyt. Polykromaattisessa erytroblastissa hemoglobiinituotanto kasvaa, jolloin sytoplasmassa on punertavia alueita. Tuman kromatiinin tiivistyminen lisääntyy edelleen ja solun jakautumiskyky päättyy. Ortokromaattisessa erytroblastissa sytoplasma sisältää jo normaalin määrän hemoglobiinia. Tämän vaiheen lopussa solu menettää tumansa ja solu muuttuu retikulosyytiksi. Retikulosyytti on kooltaan kypsää punasolua suurempi ja se on sinertävän värinen. Luuytimeistä retikulosyytti siirtyy verenkiertoon ja pernaan, ja muuttuu kypsäksi punasoluksi. (Siitonen & Koistinen 2015, Punasolujen tuotanto.) Kypsät punasolut elävät noin 100–120 päivää (Vaskovic 2022).

Punasolujen tärkein tehtävä on hapen ja hiilidioksidin kuljetus elimistössä. Punasolut sisältävät runsaasti hemoglobiinia, johon happi sitoutuu. (Leppäluoto ym. 2017, 134; Vierimaa & Laurila 2017, 67.) Ne osallistuvat myös elimistön puhtaanapitoon kuljettamalla antigeenien ja vasta-aineiden muodostamia komplekseja hävitettäväksi muun muassa pernaan ja maksaan (Hedman ym. 2011, 23).

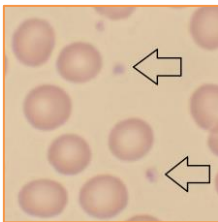


*Kuva 7. Erytrosyyttejä (Laurila 2022)*

## 2.5 Trombopoieesi

Trombosyytit eli verihiutaleet muodostuvat kuroutumalla luuytimen jättisoluihin megakaryosyyteistä (Vierimaa & Laurila 2017, 70). Trombosyyttien kehitysmuotoja ovat megakaryoblasti, promegakaryosyytti, megakaryosyytti ja trombosyytti. Megakaryoblasti on kooltaan 10–24 µm. Sen tuma on pyöreä ja siinä voi olla 2–6 nukleolia. Kromatiini on löyhää ja sytoplasma basofiilista. Megakaryoblastia ei voida luotettavasti tunnistaa morfologian perusteella. Promegakaryosyytti on megakaryoblastia suurempi, sen koko on noin 15–40 µm. Kromatiini on tiivistynyttä ja sytoplasma basofiilista ja granulaista. Megakaryosyytin koko on 20–90 µm ja se onkin kehon suurimpia soluja. Tumalohkoja voi olla 2–32, mutta yleisimmin niitä on kahdeksan. Sytoplasman väri vaihtelee sinisestä vaaleanpunaiseen ja sitä on runsaasti. Granuloiden lukumäärä vaihtelee ja väritykseltään ne ovat punertavan sinisiä. (Rodak & Carr 2017, 31–37.) Megakaryoblasteja ja megakaryosyyttejä ei yleensä esiinny perifeerisessä veressä (Palmer ym. 2015).

Trombosyytit ovat pieniä siniharmaita solufragmentteja. Niiden halkaisija on noin 1.5–3 µm. Sytoplasmassa on runsaasti punertavan violettiä granulaa. (Palmer ym. 2015.) Trombosyyteillä ei ole tumaa tai muitakaan soluelimiä. Trombosyyteillä on tärkeä tehtävä hemostaasissa eli veren hyytymisessä. Takertumalla toisiinsa ja ympäristöön ne muodostavat verenvuotoa tyrehtyttäviä tulppia. Trombosyytit elävät vain muutamia vuorokausia. (Vierimaa & Laurila 2017, 70.)



Kuva 8. Trombosyyttejä (Laurila 2022)



### 3 TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tarkoituksena oli kerätä veren sivelyvalmisteista mikroskoopin ja kameran avulla kuvia hemato-  
poiesin soluista. Teimme kuvaamistamme soluista yhteenvedona kaavion, jossa näkyy hemato-  
poiesin eri vaiheiden soluista kuvia. Keskityimme pääasiallisesti kypsiin valkosoluihin ja tavoit-  
teenamme oli tehdä kypsistä soluista monipuolinen digitaalinen oppimateriaali. Kuvallinen ja digi-  
taalinen oppimateriaali koottiin Moodle -alustalle. Laatutavoitteena oli tehdä niin laadukas materi-  
aali, että sitä voidaan hyödyntää opetuksessa. Materiaalin tuli olla selkeä ja helppokäyttöinen. Ku-  
vien tuli olla tarkkoja ja laadukkaita, jotta solujen morfologian tutkiminen onnistuu. Työn laatutavoit-  
teet on esitetty alla olevassa taulukossa (taulukko 1).

Opetushallituksen (2012) julkaisemassa Laatusuhteita e-oppimateriaaleihin-oppaassa on kerrottu digita-  
lisen oppimateriaalin laatukriteereistä ja ohjeistettu oppimateriaalin laatimisessa. Toiminnallisesti  
laadukasta oppimateriaalia on teknisesti helppo käyttää ja se on ulkoasultaan tavoitteita tukeva.  
Oppimateriaali ilmaisee opittavan ilmiön ydinasiat ja sitä voi käyttää joustavasti opiskelijan tarpei-  
den mukaan. (Ilomäki 2012, 11.)

Omia oppimistavoitteitamme oli oppia uutta projektityöskentelystä, ja oppia laatimaan laadukas pe-  
rehdytysmateriaali. Opimme lisää hematopoiesista, ja saimme harjoitusta solujen tunnistamiseen  
ja mikroskoopin käyttämiseen. Uskomme oppineemme myös lähdekriittisyyttä ja tiedonhakuja.

TAULUKKO 1 Laatutavoitteet

Laatutavoite	Arviointikriteeri
Selkeys ja helppokäyttöisyys	Teksti on selkeää ja kieliopillisesti kirjoitettu oi- kein. Oppimateriaali on jaettu useammalle si- vulle ja sivulta toiselle liikkuminen on helppoa.
Ymmärrettävyys	Oppimateriaalin teksti on helppolukuista, eikä siinä käytetä käyttäjille vieraita termejä.
Luotettavuus	Teoriatietoa on useasta ajankohtaisesta luotet- tavasta lähteestä.

Esteettisyys	Oppimateriaali on visuaalisesti miellyttävä ja mielenkiintoa herättävä.
Hyödynnettävyys	Kuvat ovat laadukkaita ja tarkkoja. Kuvista on nähtävillä solujen erityispiirteet ja niitä voidaan käyttää opetukseen.

Opinnäytetyön kohderyhmänä ovat Oulun ammattikorkeakoulun opiskelijat ja opettajat. Oppimateriaalia voidaan hyödyntää Veri ja immuunijärjestelmän sekä Hematologian ja verensiirtotoiminnan opintojaksoilla. Digitaalinen oppimateriaali tukee hyvin myös itsenäistä opiskelua. Myös henkilöt, jotka siirtyvät työskentelemään hematologialle, voivat käyttää materiaalia aiheen kertaamiseen. Kohderyhmien lisäksi hyödyimme opinnäytetyöstämme myös itse. Laajensimme omaa tietämystämme ja osaamistamme hematopieettisista soluista, mikroskopoimisesta sekä toiminnallisen opinnäytetyön tekemisestä. Perehdyimme projektin aikana muun muassa kuvaamiseen ja kuvien käsittelyyn, Moodle -pohjan ja Webropol -kyselypohjan tekemiseen. Lisäksi opimme projektityön suunnittelua ja aikatauluttamista.

## 4 VERKKO-OPPIMATERIAALI

Verkko-oppimateriaalilla eli E-oppimateriaalilla tarkoitetaan kaikkea oppimateriaalia, jota on saatavilla verkossa. Voidaan myös puhua digitaalisesta oppimateriaalista. Materiaalina voi olla esimerkiksi erilaiset kuvapankit, itsenäiset verkkokurssit ja oppimisaihiot. Digitaalinen oppimateriaali tarjoaa painettua oppimateriaalia enemmän toiminnallisia ja vuorovaikutteisia mahdollisuuksia sekä mahdollistaa materiaalin laajemman käytön. Verkko-opiskelu mahdollistaa myös etäopetuksen. (Högman 2006, 9; Opetushallitus 2022.)

### 4.1 Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit

Verkko-oppimateriaalin laatua voi arvioida joustavasti, useilla eri kriteereillä. Laatukriteereitä ovat pedagoginen ja tuotannon laatu, käytettävyys sekä esteettömyys. Näistä kriteereistä laadun arvioija voi valita omaan verkko-oppimateriaalinsa arviointiin sopivimmat. Verkko-oppimateriaalit ovat niin monimuotoisia, että olisi mahdotonta luoda kaikkia materiaalityyppejä koskeva yksi kriteeristö. (Högman 2006.) Meidän verkko-oppimateriaalin laadun arviointiin sopivat parhaiten pedagogisen laadun ja käytettävyyden laatukriteerit.

Pedagogisesti laadukas verkko-oppimateriaali tukee opetusta ja oppimista, käyttötilanteen, käyttäjien odotukset ja osaamisen huomioiden, sekä tarjoaa pedagogista lisäarvoa. Se myös soveltuu luontevasti opetus- ja opiskelukäyttöön. Pedagogisen laadun kriteerit on jaettu neljään osioon. Ensimmäinen kriteeri on, että opiskelun luonne sekä verkko-oppimateriaalin tavoitteet ilmaistaan selkeästi. Tähän kuuluu esimerkiksi se, että materiaalien käytön ohjeet ovat selkeästi ja helposti saatavilla ja kerrotaan, mille kohderyhmälle verkko-oppimateriaali on suunnattu. Toinen kriteeri on, että verkko-oppimateriaali tukee kehittyneitä opiskelukäytäntöjä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että opiskelumateriaalin sisältöä voi esimerkiksi rajata tai syventää tai edetä eri tavoin. Tällä tavoin opiskelu on motivoivampaa. Kolmannessa kriteerissä keskitytään siihen, että verkko-oppimateriaalin tieto on merkityksellistä ja se esitetään oppimista tukevalla tavalla. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että tieto on ajantasaista, perusteltua ja se on oppijalle omaksuttavassa muodossa. Neljännen kriteerin mukaan verkko-oppimateriaalin tulee tukea monipuolista arviointia. (Högman 2006, 15–16.)

Käytettävyydellä tarkoitetaan helppoutta ja sujuvuutta oppimateriaalin rakenteen, teknisen toteutuksen ja käyttöliittymäsuunnittelun osalta. Käyttäjän kokemus on hyvä, eikä hän turhaudu materiaalin etsimiseen tai virheilmoituksiin. Käytettävyyden laatukriteerejä on myös neljä. Ensimmäinen kriteeri on, että verkko-oppimateriaali löytyy ja voidaan käyttää helposti. Tähän kuuluu muun muassa se, että materiaali on toimintavakaa käytön laajuudesta ja määrästä riippumatta. Toisen kriteerin mukaan verkko-oppimateriaalin käyttö täytyy olla nopeaa ja tehokasta. Tämä saavutetaan, esimerkiksi sillä, että materiaali on jaettu sopivan kokoisiin osiin ja käyttäjän kannalta olennainen tieto on löydettävissä nopeasti. Kolmannen laatukriteerin mukaan, verkko-oppimateriaalin täytyy ohjata käyttäjää toimimaan oikein. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että perustoiminnot ovat niin helppoja, ettei niiden käyttämiseen tarvita ohjeita ja ongelmatilanteissa taas käyttöohjeet löytyvät helposti. Neljäs kriteeri on, että verkko-oppimateriaalin käyttöliittymä on selkeä ja innostava. Tähän kuuluu muun muassa visuaalinen selkeys, videoiden taso ja hyvä latautuvuus sekä käyttäjälähtöinen kieli. (Högman 2006, 18–21.)

## 5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN JA ARVIOINTI

### 5.1 Toteutus

Opinnäytetyön toteutus aloitettiin aiheen valinnalla ja suunnitelman laatimisella syksyllä 2021. Suunnitelman hyväksymisen jälkeen aloitimme solujen kuvaamisen koululla. Kuvaamiseen käytettiin hematologian luokasta löytyviä näytelaseja ja mikroskooppikameraa. Kuvien keräämisessä hyödynnettiin myös oppilaitoksen Cellavision Proficiency- ohjelmiston valmiita solukuvia.

Raporttiosuuden kirjoittamisen aloitimme maaliskuussa 2022. Aluksi keräsimme ajankohtaista ja luotettavaa lähdemateriaalia viitekehykseen, josta lähdimme kokoamaan aiheeseen sopivaa kokonaisuutta. Syksyllä 2022 aloitimme oppimateriaalin keräämisen Moodle-oppimisympäristöön. Kuvien valinnassa huomiottiin, että eri solujen morfologiset piirteet olisivat selkeästi nähtävissä. Teimme jokaisesta hematopoieesin solulinjasta oman kokonaisuuden ja kokosimme sen Power Point -ohjelmiston avulla. Loppuun teimme vielä kertaosion, jonka avulla opiskelijat voivat testata omaa osaamistaan. Power Point – tiedostot liitimme Moodle -oppimisympäristöön. Syyskuussa lähetimme ensimmäisen version raportista ja solukuvista opettajille tarkistettavaksi. Opettajien korjausehdotusten pohjalta tehty lopullinen versio valmistui marraskuussa 2022.

### 5.2 Arviointi

Koko opinnäytetyöprosessin ajan saimme arviointia ohjaavilta opettajilta. Arviointia saimme sekä kirjallisesti että suullisesti. Tämän lisäksi keräsimme palautetta sähköisen Webropol – kyselyn avulla (liite 1). Kyselyyn vastasivat ensimmäisen vuoden bioanalytiikan opiskelijat, jotka tutustuivat oppimateriaaliin Veri ja immuunijärjestelmän opintojaksolla. Laadimme kyselylle saatekirjeen, joka jaettiin opiskelijoille kurssin opettajan kautta. Saatekirjeessä kerroimme oppimateriaalista sekä jaoin linkin kyselyyn.

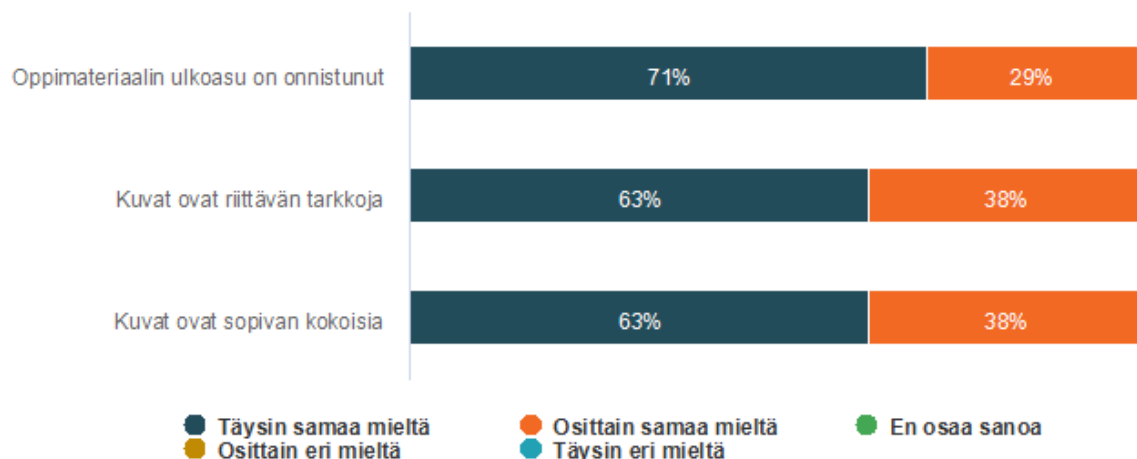
Jotta mahdollisimman moni opiskelija vastaisi kyselyyn, palautteesta laadittiin tiivis ja helppokäyttöinen. Palautekyselyn kysymyksiä oli viisi ja ne pohjautuivat työllemme laadittuihin laatukriteereihin, jotka laadimme Opetushallituksen (2012) Laatusuhteeseen e-oppimateriaaleihin-oppaan mukaan. Kyse-

lyssä opiskelijat arvioivat materiaalin ulkoasua, kuvien tarkkuutta ja kokoa. He arvioivat myös oppimateriaalin onnistumista, sisältöä, helppokäyttöisyyttä sekä kattavuutta. Selvitimme myös, aikoivatko opiskelijat hyödyntää oppimateriaalia opinnoissaan. Viimeisessä osiossa keräsimme avoimen kysymyksen avulla palautetta ja kehittämissideoita. Suurin osa kysymyksistä oli väittämiä, joihin opiskelijat vastasivat käyttämällä 5-portaista Likert-asteikkoa. Likert -asteikko on niin sanottu tyytyväisyysasteikko, jossa vastausvaihtoehdot menevät ääripäästä toiseen sisältäen myös neutraalin vastausvaihtoehdon (Momentive SurveyMonkey 2022).

Palautekysely oli opiskelijoille avoinna kahden viikon ajan. Moodle-alustalle kirjautui yhteensä 30 opiskelijaa, joista 24 vastasi kyselyyn. Vastausten perusteella suurin osa opiskelijoista piti materiaalin toteutusta todella onnistuneena ja loput melko hyvin onnistuneena. Teksti koettiin selkeänä ja ymmärrettävänä ja sisältö eteni vastausten perusteella loogisesti. Opiskelijat kokivat materiaalin oppimista tukevana ja helppokäyttöisenä. Näiden vastausten perusteella voimme päätellä, että myös oppimateriaalin pedagogiset kriteerit täyttyivät hyvin.

Kysymys koskien kuvien tarkkuutta ja kokoa aiheutti eniten hajontaa vastauksissa, mutta suurin osa piti kuvia laadukkaina. Vastausten jakautuminen on esitetty alla olevassa kaaviossa 1.

### 3. Arvioi oppimateriaalin ulkoasua seuraavien väittämien avulla:



KUVIO 1. Kysymys oppimateriaalin ulkoasusta.

Selvitimme kyselyn avulla, kuinka todennäköisesti opiskelijat aikovat hyödyntää materiaalia opinnoissaan. Kuviossa 2 on esitetty vastausten jakaantuminen. Suurin osa vastaajista aikoi hyödyntää

materiaalia opinnoissaan erittäin todennäköisesti. Tästä voimme päätellä, että materiaali koettiin hyödyllisenä ja sille on käyttöä.

#### 4. Kuinka todennäköisesti aiot hyödyntää materiaalia opinnoissasi?

	n	Prosentti
Erittäin todennäköisesti	15	62,5%
Todennäköisesti	7	29,2%
Melko todennäköisesti	2	8,3%
En kovinkaan todennäköisesti	0	0,0%
En lainkaan todennäköisesti	0	0,0%

KUVIO 2. Kysymys oppimateriaalin hyödyntämisestä.

Lopussa oleva avoin kysymys oli vapaaehtoinen ja siihen vastasi seitsemän opiskelijaa. Palautteet olivat positiivisia ja niissä korostui erityisesti materiaalin selkeys ja helppokäyttöisyys. Useampi vastaaja mainitsi kertaosion olevan oppimista tukeva. Yksi opiskelija mainitsi kirjoitusvirheestä, joka korjattiin palautteen ansiosta. Opiskelijat antoivat muun muassa seuraavanlaista palautetta:

*”Erittäin hyvä tietopaketti. Aion varmasti hyödyntää tenttiä varten lukiessani. Asiat on esitetty selkeästi ja tunnustuskuvat on erittäin hyviä.”*

*”Selkeä kokonaisuus. Etenkin kertaosio oli mielestäni todella hyvin tehty!”*

*”Tykkäsin siitä, että materiaaleilla oli oma Moodle-sivu, pääsi helposti käsiksi siihen, mitä kaipasi!”*

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyömme tavoite oli laatia selkeä ja laadukas oppimateriaali verisoluista Oulun ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoille. Materiaali laadittiin tukemaan verisolujen opiskelua etenkin opintojen alkuvaiheessa. Kohderyhmä huomioiden tavoitteena oli laatia helppokäyttöinen ja keskeisiin asioihin suuntautuva oppimateriaali. Koemme saavuttaneemme tavoitteemme hyvin. Oppimateriaalista saatiin looginen ja yhteneväinen kokonaisuus. Myös opiskelijoilta saamamme palautteen perusteella työlle asetetut tavoitteet täyttyivät hienosti. Palaute oli positiivista ja korjaus ehdotuksia tuli vain yhden kirjoitusvirheen verran.

Arvioimme työn luotettavuutta ja eettisyyttä koko opinnäytetyön prosessin ajan. Webropol-kyselyyn vastattiin anonyymisti, joten vastauksista ei voinut päätellä vastaajan henkilöllisyyttä. Oppilaitoksella kuvaamamme sivelynäytteet oli numeroitu ilman henkilötietoja, joten henkilöiden tunnistaminen oli mahdotonta. Työn luotettavuutta lisäsi useampien ajankohtaisten sekä kansainvälisten lähteiden käyttö. Kirjallisuusviitteet laadittiin Oulun ammattikorkeakoulun viittausohjeiden mukaisesti.

Aiemmista projektityöskentelyn kurseista oli hyötyä työn laatimisessa. Prosessi eteni pääosin suunnitelmien mukaisesti, mutta kuvaamisessa oli välillä teknisiä haasteita. Opinnäytetyön aikataulutus oli onnistunut ja koimme aiheemme sopivan laajaksi. Vaikka opinnäytetyö laadittiin pääasiassa etäyhteyden avulla, yhteistyömme toimi todella hyvin ja työnjako oli selkeää.

Saavutimme omat oppimistavoitteemme hyvin. Opinnäytetyön tekeminen lisäsi ammatillisia valmiuksiamme. Tietämyksemme hematopoeesista ja verisolujen morfologiasta lisääntyi. Kehityimme tiedonhaussa ja kartutimme englanninkielistä ammattisanastomme. Oppimateriaalin laatiminen lisäsi tietouttamme laadukkaan oppimateriaalin kriteereistä ja toteuttamisesta.



## 7 LÄHTEET

Anderson, S. C. 2003. Atlas of hematology. White blood cells. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Bain, Barbara J., 2015. Blood cells. A practical guide. Morphology of blood cells. ProQuest Ebook Central. Hakupäivä 17.8.2022, <https://ebookcentral-proquest-com.ezp.oamk.fi:2047/lib/oamk-ebooks/detail.action?docID=1834782>. Vaatii käyttöoikeuden.

Chow, Andrew & Frenette, S. Paul. 2019. Hematopoiesis. Teoksessa: Greer, John P., George M. Rodgers, Bertil Glader, Daniel A. Arber, Robert T. Means, Alan F. List, Frederick R. Appelbaum, Angela Dispenzieri, ja Todd A. Fehniger 2019. Wintrobe's Clinical Hematology. Hakupäivä 10.4.2022, <https://ebookcentral-proquest-com.ezp.oamk.fi:2047/lib/oamk-ebooks/reader.action?docID=6023344>. Vaatii käyttöoikeuden.

Hedman, Klaus, Heikkinen, Terho, Huovinen, Pentti, Järvinen, Asko, Meri, Seppo & Vaara, Martti. 2011. Immunologia. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet. Immuunijärjestelmän anatomia: solut ja kudokset. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Howard, Martin R., Hamilton, Peter J. 1997. Haematology. An illustrated colour text. New York: Churchill Livingstone.

Högman, Eija 2006. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Hakupäivä 30.6.2022. <http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/TIES462/Materiaalit/laatukriteerit.pdf>.

Ilomäki, Liisa 2012. Laatu e-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Hakupäivä 5.7.2022. [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415\\_laatu\\_e-oppimateriaaleihin\\_2.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatu_e-oppimateriaaleihin_2.pdf).

Karhumäki, Eliisa, Kärkkäinen, Mari, Nieminen, Kari & Syrjäkallio-Ylitalo, Marja 2015. Päästä varpaisiin. Ihmisen anatomia ja fysiologia. 7.–8. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Kawamura, Shunsuke & Ohteki, Toshiaki 2018. Monopoiesis in humans and mice. Oxford university press. Hakupäivä 6.7.2022. <https://academic.oup.com/intimm/article/30/11/503/5104823?login=false>.

Koskenvesa, Pertti 2022. Anemia (alhainen hemoglobiini). Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. Hakupäivä 15.8.2022. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00006>.

Leppäluoto, Juhani, Kettunen, Raimo, Rintamäki, Hannu, Vakkuri, Olli, Vierimaa, Heidi & Lätti, Sole 2017. Anatomia ja fysiologia. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

McCall, Ruth E., ja Cathee M. 2008. Tankersley. Phlebotomy Essentials. Neljäs painos. Philadelphia: Wolters Kluwer.

Meri, Seppo & Julkunen, Ilkka 2011. Immunologia. Fagosytoosi. Helsinki: Kustannus OY Duodecim. E-kirja. <https://www.oppiportti.fi/op/opk04492>. Vaatii käyttöoikeuden.

Mottinen, Johanna 2022. Kuvakaappaus. Cellavision Proficiency Software. Hakupäivä 30.8.2022.

Momentive Surveymonkey 2022. Mikä on Likert -asteikko? Hakupäivä 2.12.2022. <https://fi.surveymonkey.com/mp/likert-scale/>.

Opetushallitus 2022. E-oppimateriaalin laatukriteerit. Hakupäivä 30.6. 2022. <https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>.

Palmer, L., Briggs, C., McFadden, S., Zini, G., Burthem, J., Rozenberg, G., Proytcheva, M. & Machin, S.J. 2015. ICSH recommendations for the standardization of nomenclature and grading of peripheral blood cell morphological features. White cells. Hakupäivä 18.8.2022. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijlh.12327>.

Porkka, Kimmo, Lassila, Riitta, Remes, Kari & Savolainen, Eeva-Riitta 2015. Veritaudit. Verinäytteet ja morfologiset tutkimukset. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Hakupäivä 5.7.2022. <https://www.oppiportti.fi/op/ver00501/do>. Vaatii käyttöoikeuden.

Rodak, B. F. k. & Carr, J. H. 2017. Clinical hematology atlas. Fifth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier.

Salmi, Marko & Meri, Seppo 2011. Immunologia. Immuunijärjestelmän solut ja niiden kehitys. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. E-kirja. Hakupäivä 18.7.2022. <https://www.oppiportti.fi/op/imm00201/do>. Vaatii käyttöoikeuden.

Siitonen, Timo & Koistinen, Pirjo 2015. Veritaudit. Johdanto verisolujen tuotantoon ja sen säätelyyn. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus OY Duodecim. E-kirja. Hakupäivä 5.7.2022. <https://www.oppiportti.fi/op/ver00100/do>. Vaatii käyttöoikeuden.

Siitonen, Timo & Koistinen, Pirjo 2015. Veritaudit. Verisolujen tuotanto sikiökaudella ja aikuisiällä. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus OY Duodecim. E-kirja. Hakupäivä 5.7.2022. <https://www.oppiportti.fi/op/ver00101/do>. Vaatii käyttöoikeuden.

Siitonen, Timo & Koistinen, Pirjo 2015. Veritaudit. Hematopoieettiset kantasolut. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus OY Duodecim. E-kirja. Hakupäivä 5.7.2022. <https://www.oppiportti.fi/op/ver00102/do>. Vaatii käyttöoikeuden.

Siitonen, Timo & Koistinen, Pirjo 2015. Veritaudit. Lymfaattisten solujen tuotanto. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus OY Duodecim. E-kirja. Hakupäivä 5.7.2022. <https://www.oppiportti.fi/op/ver00107/do>. Vaatii käyttöoikeuden.

Siitonen, Timo & Koistinen, Pirjo 2015. Veritaudit. Granulosyyttien ja monosyyttien tuotanto. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus OY Duodecim. E-kirja. Hakupäivä 5.7.2022. [https://www.oppiportti.fi/op/ver00105/do?p\\_haku=monosyytti#q=monosyytti](https://www.oppiportti.fi/op/ver00105/do?p_haku=monosyytti#q=monosyytti). Vaatii käyttöoikeuden.

Vascovic, Jana 2022. Erythrocytes. Kenhub. Hakupäivä 2.9.2022. <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/erythrocytes>.

Vierimaa, Heidi & Laurila, Mirja 2017. Keho. Anatomia ja fysiologia. Verihiutaleet. 7. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

## Oppimateriaali hematopoiesista

## 1. Onko materiaalin toteutus mielestäsi onnistunut?

- Todella onnistunut
- Melko hyvin onnistunut
- En osaa sanoa
- Ei kovin hyvin onnistunut
- Ei ollenkaan onnistunut

## 2. Valitse sopiva vaihtoehto seuraaviin väittämiin

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	En osaa sanoa	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
Teksti on selkeää ja ymmärrettävää	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sisältö etenee loogisesti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Materiaali on tarpeeksi kattava	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Materiaali on helppokäyttöinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 3. Arvioi oppimateriaalin ulkoasua seuraavien väittämien avulla

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	En osaa sanoa	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
Oppimateriaalin ulkoasu on onnistunut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kuvat ovat riittävän tarkkoja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kuvat ovat sopivan kokoisia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**4. Kuinka todennäköisesti aiot hyödyntää materiaalia opinnoissasi?**

- Erittäin todennäköisesti
- Todennäköisesti
- Melko todennäköisesti
- En kovinkaan todennäköisesti
- En lainkaan todennäköisesti

**5. Vapaa palaute**

Tähän voit kommentoida vapaasti mielipiteitä, kehittämissuhteita jne.

---

---

---

---

---