

Hematologian perustutkimukset ja MGG-värjäys

Oppimateriaali

Martta Lehtonen

Senni Kerttula

OPINNÄYTETYÖ

Syyskuu 2025

Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma
22BA

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma

LEHTONEN, MARTTA & KERTTULA, SENNI:
Hematologian perustutkimukset ja MGG-värjäys
Oppimateriaali

Opinnäytetyö 50 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Syyskuu 2025

Hematologisilla perustutkimuksilla tarkoitetaan verisolujen määrien laskemista, veren hemoglobiinin mittaamista ja punasolujen indeksien määrittämistä. Tutkimukset ovat suuri ja tärkeä osa potilaan hoitoa ja diagnoosin tekemistä. May-Grünwald–Giemsa (MGG) -värjäys on menetelmä, jossa käytetään kahta neutraalia väriainetta, May-Grünwaldia ja Giemsa. Värjäys perustuu solujen sytokemiallisiin ominaisuuksiin, jolloin värit tarttuvat solujen eri rakenteisiin niiden kemiallisten ominaisuuksien perusteella. MGG-värjäys tehdään ennen veren sivelyvalmisteen morfologista tarkastelua.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa verkko-oppimateriaalia Moodle-alustalle Tampereen ammattikorkeakoulun bioanalytiikan koulutusohjelman kliinisen hematologian opintojaksolle. Tavoitteena oli selvittää, mitä hematologian perustutkimuksilla ja MGG-värjäyksellä tarkoitetaan, miksi niitä tehdään sekä millainen on oppimista tukeva ja edistävää oppimateriaali. Lisäksi pyrittiin kehittämään materiaalia, joka vahvistaisi opiskelijoiden hematologian osaamista sekä tukisi itsestä opiskelua ja erilaisia oppimistyylejä.

Oppimateriaali koostuu kolmesta pääosiesta: hematologian perustutkimukset, Sysmex-verenkuva-analysaattori ja MGG-värjäys. Jokainen osio sisältää aihealueen teoriaa diaesityksinä sekä ilman ääntä että äänen kanssa, ja teoriaa tukevia tehtäviä. Kurssiin kuuluu myös kertausosio erilaisine tehtävineen sekä palautteenanto-osio.

Kurssi, sen oppimateriaali ja MGG-värjäyksen työohje jaettiin pilotointia varten Tampereen ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoille, ja niistä kerättiin palautetta anonyymillä kyselyllä. Työohjeen kyselyyn vastasi 14 opiskelijaa, ja koko Moodle-kurssin kyselyyn 11 opiskelijaa. Palautteen avulla kartoitettiin opiskelijoiden kokemuksia ja kehitysehdotuksia, erityisesti eri oppimistyilien huomiointiseksi.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Biomedical Laboratory Sciences

LEHTONEN, MARTTA & KERTTULA, SENNI:
Educational Material on Basic Blood Tests and MGG Staining

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 10 pages
September 2025

This thesis aimed to create online learning material for the Clinical Hematology course in the Biomedical Laboratory Science degree programme at Tampere University of Applied Sciences. The objective was to explain the purpose and content of basic hematological tests, to describe the May-Grünwald-Giemsa (MGG) staining method and its applications, and to design material that supports hematology competence, independent study, and different learning styles.

The learning material was created on the Moodle platform and structured into three main sections: basic hematological tests, the Sysmex blood cell analyser, and MGG staining. Each section included theoretical content presented on slides with and without audio, accompanied by related exercises. The course also featured a revision section with review tasks and a feedback section.

The material and MGG staining work instruction were tested by current biomedical laboratory science students. Feedback was collected through anonymous surveys, with 14 respondents for the work instruction and 11 for the full course. The responses provided insights to the usefulness of the material and suggestions for improvement, especially in addressing diverse learning preferences.

The results indicate that the produced learning material is relevant, practical, and beneficial for supporting hematology studies. The feedback was used to further enhance the material to better meet student needs and strengthen their professional competence.

Key words: biomedical laboratory science, clinical hematology, May-Grünwald-Giemsa (MGG) staining, online learning

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TEHTÄVÄT.....	3
3	TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ	4
4	HEMATOLOGIAN PERUSTUTKIMUKSET.....	6
	4.1 Preanalyttiset tekijät.....	6
	4.2 Näyttemateriaali.....	7
	4.3 Sysmex verenkuvaa-analysaattori.....	7
	4.3.1 Menetelmät	8
	4.4 Perusverenkuvaa.....	11
	4.4.1 Leukosyytit (B-Leuk)	12
	4.4.2 Trombosyytit (B-Tromb).....	14
	4.4.3 Hemoglobiini (B-Hb).....	15
	4.4.4 Erytrosyytit (B-Eryt).....	15
	4.4.5 Hematokriitti (B-Hkr)	16
	4.4.6 Punasoluindeksit (E-MCV, E-MCH, E-MCHC, E-RDW)	16
	4.5 Täydellinen verenkuvaa.....	17
5	MGG-VÄRJÄYS	19
	5.1 Virhelähteet	20
	5.2 Työohje.....	21
6	HYVÄ OPPIMATERIAALI.....	22
7	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	24
8	OPPIMATERIAALIN PILOTOINTI.....	26
9	POHDINTA.....	28
	9.1 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettiset lähtökohdat	30
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	37
	Liite 1. Työohje	37
	Liite 2. Esimerkkejä PowerPointista	40
	Liite 4. Moodle-kurssin pohja.....	43
	Liite 5. Moodle-kurssin palautekysely.....	45

1 JOHDANTO

Hematologialla tarkoitetaan veritautioppia. Se on lääketieteen erikoisala, joka tutkii verta ja veren muodostusta ja hoitaa veren sairauksia. Sairaudet voivat kohdistua veriplasmaan tai veren soluihin. (Terveyskylä, 2019.) Hematologisilla perustutkimuksilla tarkoitetaan tutkimuksia, jossa lasketaan veren solujen määrää. Lisäksi tutkimuksissa mitataan veren hemoglobiini ja punasolujen indeksit. (Tunturi, 2024.)

Perusverenkuva (B-PVK) tehdään analysaattorilla, joka käyttää automatisoitua solulaskentaa. Se antaa yleiskuvan potilaan tilasta, ja se tutkitaankin herkästi monissa erilaisissa tilanteissa. Sen avulla pystytään seuraamaan niin akuutteja kuin pitkäaikaisiakin tulehdustiloja. (Tunturi, 2024.) Joskus tarvitaan kuitenkin myös valkosolujen erittelylaskentaa, jolloin voidaan pyytää laajempaa tutkimusta, täydellistä verenkuvaa (B-TVK). Jos analysaattori ei kuitenkaan pysty tekemään valkosolujen erittelyä luotettavasti, tai näytteessä epäillään poikkeavia soluja, tulee erittely tehdä mikroskooppisesti. Tällöin näytteestä tehdään sivelyvalmiste, joka tulee värjätä. (Fimlab, 2024.) May-Grünwald-Giemsa eli MGG-värjäystekniikka mahdollistaa solujen erottamisen toisistaan. Värjäyksellä saadaan solujen erilaiset sytokemialliset ominaisuudet esiin eri värisävyillä, jolloin voidaan tarkastella solujen määrän lisäksi myös solujen morfologiaa. (MGG-värjäysohje, 2022.) Hematologian perustutkimuksista tässä työssä pois on jätetty laskotutkimus (B-La) ja sivelyvalmisteen teko työn laajuuden vuoksi. Laskolla tarkoitetaan punasolujen laskeutumismisnopeutta potilaan plasmassa. (Tunturi, 2024.)

Hyvä oppimateriaali on laaja ja yksilöllinen käsite, sillä jokaisella on henkilökohtaiset vaatimukset oppimiselle. Verkko-oppimateriaalin tehtävänä on tukea oppilaiden kehittymistä mahdollisimman monipuolisesti ja kattavasti. Verkko-oppimateriaalia tehdessä tulee huomioida muun muassa seuraavia seikkoja: Oppimateriaalin tulee noudattaa opetussuunnitelmaa, kannustaa aktiiviseen ja itseohjautuvaan oppimiseen, sekä korkeamman tason ajattelutaitojen kehittämiseen. (Saiyad, ym., 2020.)

Opinnäytetyön aihe tuli koululta. Tarkoituksena oli luoda oppimateriaalia Moodle-kurssin muodossa uudelle kurssikokonaisuudelle keskittyen hematologian perustutkimuksiin ja MGG-värjäykseen. Tavoitteena oli tuottaa mahdollisimman monipuolista ja havainnollistavaa oppimateriaalia, kehittää Tampereen ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoiden hematologista osaamista, oppimista ja tukea itsenäistä opiskelua. Oppimateriaali tulee käyttöön tuleville bioanalytiikan opiskelijoille Tampereen ammattikorkeakoulussa.

Hematologian perustutkimukset ovat suuri ja tärkeä osa potilaan tutkimista. Ne auttavat potilaan hoidossa ja diagnoosin tekemisessä. Kiinnostus hematologiaan lähti hematologian perusteet ja perustutkimukset kurssilta, sillä aiheet olivat meille mieluisia, ja erittäin mielenkiintoisia. Jo silloin heräsi ajatus, että opinnäytetyö voisi liittyä tähän erityisalaan. Olemme kahlanneet läpi monia kursseja, ja monia erilaisia Moodle-alustoja, ja tehneet havaintoja mikä kurssialustoilla on ollut hyvää, ja mikä huonoa tai puutteellista. Näin ollen ajatus oman kurssialustan tekemiselle oli innoittava.

2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TEHTÄVÄT

Opinnäytetyön aiheena on hematologian perustutkimukset ja MGG-värjäys. Tarkoituksena oli tuottaa Moodle-alustalle oppimateriaalia ja tehtäviä tuleville bioanalytiikan opiskelijoille Tampereen ammattikorkeakoulussa klinisen hematologian opintojaksolle. Opinnäytetyön lopputuloksena oli Moodle-alustalla valmis paketti oppimateriaalia kurssin muodossa, joka sisältää teoriaa, kuvia ja tehtäviä, sekä kirjallinen raportti, jossa vastataan tutkimustehtäviin.

Tutkimuksen tehtävät olivat:

1. Selvittää mitä ovat hematologian perustutkimukset ja mitä niillä tarkoitetaan
2. Mikä on MGG-värjäys ja miksi se tehdään
3. Selvittää millainen on oppimista tukeva ja edistävää oppimateriaali
4. Kuinka saada tehtyä hematologista osaamista ja itsenäistä opiskelua kehittävää ja rakentavaa oppimateriaali

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Tampereen ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoiden hematologista osaamista, sen oppimista ja itsenäistä opiskelua.

3 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ

Toiminnallinen opinnäytetyö tavoittelee käytännön toiminnan ohjeistamista, opastamista, toiminnan järjestämistä ja järjeistämistä ammatillisessa kentässä. Ammattikorkeakoulun toiminnalliseen opinnäytetyöhön kuuluu sekä tuotos, että siihen tehtävä kirjallinen raportti, jossa käytetään tutkimusviestinnällisiä keinoja. Tutkimusviestinnän piirteitä, jotka ovat tarpeellisia työssä ovat esimerkiksi lähteet, niiden käyttö ja merkintä, erilaisten käsitteiden määrittely, sekä tekstin asiatyylisyys ja johdonmukaisuus. Opinnäytetyön tulisi olla käytännönläheinen ja tutkimuksellisella asenteella toteutettu ja sen tulisi osoittaa alan tietojen ja taitojen riittävän tasoista hallintaa. (Kostamo, Airaksinen, ym., 2022.)

Toiminnallisessa opinnäytetyössä syntyy aina jokin tuotos jonkun käytettäväksi. Aihealueen rajaamiseksi tulee valita kohderyhmä, jolle kyseinen tuotos, esimerkiksi ohjeistus tehdään. Kohderyhmän täsmällinen määrittäminen on tärkeää, sillä se ratkaisee tuotoksen sisällön. Se auttaa myös rajaamaan opinnäytetyön pysymään laajuudessaan, ja sitä pystytään hyödyntämään opinnäytetyön kokonaisarvioinnissa, kun työ on käytännön testaamiseen valmis. (Kostamo, Airaksinen ym., 2022.) Pilotin avulla tutkijat kykenevät vahvistamaan valitun suunnan tutkimukselleen. Sen avulla kyetään myös vahvistamaan valittujen työkalujen hyödyllisyys. Pilotit auttavat myös niiden asioiden hylkäämiseen, jotka palautteiden perusteella koetaan hyödyttömiksi tai ylimääräisiksi tuotoksessa. Tutkijat hyödyntävät pilotteja vahvistamaan valitut menetelmät ja tekniikat. (Dźwigoł, 2020.)

Good laboratory practice (GLP) on luotu asettamaan sääntöjä ja tiettyjä kriteerejä, jonka mukaan laboratorion tutkimukset tulisi suunnitella, toteuttaa ja raportoida. Tämän avulla varmistetaan tutkimusten tulosten oikeellisuus ja toistettavuus. Tämä toimii perustana kaikille laboratoriopohjaisille toiminnoille. Standard Operating Procedures (SOP) tarkoittaa toimintatapaohjeita, joiden avulla kyetään suorittamaan rutiinotoimintoja laboratorioissa. Sen mukaan toimintaohjeiden tulee olla mahdollisimman kattavia ja niiden tulee sisältää kaikki tarvittavat tiedot, jonka

pohjalta toimipaikan yhteisö kykenee suorittamaan kyseisen menetelmän. Tarvittaviin tietoihin kuuluu esimerkiksi käytetyt kemikaalit ja reagenssit, sekä niiden säilytysolosuhteet. Tärkeää on huomioida, että ohje tulisi tarkistuttaa oikeellisuuden ja laadun varmistamiseksi. (Robinson, 2003.) Toteutimme MGG-värjäyksen työhöön valmistajan käyttöohjeen sekä kirjallisuuden avulla.

4 HEMATOLOGIAN PERUSTUTKIMUKSET

Hematologia tutkii veren roolia terveyden ylläpidossa ja sairauden ilmentymisessä. Hematologia käsittelee myös erilaisten yhteyksien tarkastelua: luuytimen ja verenkierron välistä suhdetta, plasman ympäristön ja punasolujen eliniän suhdetta sekä hemoglobiinin ja punasolujen välistä yhteyttä. (Ciesla, 2018.)

Hematologisilla perustutkimuksilla tarkoitetaan veren avulla täsmennettävää yksilön terveyden tai taudin tilaa. Niiden avulla pystytään myös diagnosoimaan patogeenien aiheuttamia tauteja, jäljittää taudin etenemistä ja arvioida hoitomenetelmien tehokkuutta. Hematologian perustutkimuksissa tutkitaan useita veren ominaisuuksia, ja näitä tuloksia verrataan viitearvoihin. (Quinn, ym., 2016.)

4.1 Preanalyttiset tekijät

Monet tekijät voivat vaikuttaa laboratoriotutkimusten tuloksiin. Tuloksiin vaikuttaa sekä potilaasta riippuvat tekijät, että näytteenotosta ja analysoinnista johtuvat tekijät. Yksilöiden välistä vaihtelua aiheuttavat esimerkiksi ikä, sukupuoli, syntyperä, ihmisten erilaiset tavat ja ominaisuudet, kuten ravinnon laatu, psyykkisen rasituksen tai fyysisen aktiivisuuden määrä, lääkkeet, ylipaino, tupakointi, alkoholin käyttö ja verenluovutukset. Myös vuorokaudenaika, paasto tai hormonaalinen vaihtelu saattaa vaikuttaa tutkimustuloksiin. Näytteenottovaiheeseen liittyviä tekijöitä ovat esimerkiksi staasin käyttö, näytteenottovälineistö, pistotekniikka sekä putkien antikoagulantit. Analyysivaiheeseen taas liittyy analyysiä edeltävä käsittely, kuten säilytys, esikäsittely ja kuljetus, sekä fysikaaliset ja kemialliset tekijät. Moneen tekijään pystytään vaikuttamaan potilaalle annettavilla ohjeilla, joissa kerrotaan valmistautumisesta näytteenottoon. Suurta osaa tekijöistä joudutaan vakioimaan viiteväleillä eli viitearvoilla. Aikuisille ja lapsille on omat viitearvot, ja joissain tutkimuksissa eroja voi olla myös miesten ja naisten välillä. (Savolainen, Tienhaara, 2015.)

4.2 Näytemateriaali

Näyte voidaan ottaa laskimoverestä tai kapillaariverestä. Kapillaarinäytteen hemoglobiinipitoisuus, hematokriitti ja punasolujen ja valkosolujen määrät ovat kuitenkin hieman suurempia kuin laskimonäytteen. Verihiutaleiden määrä taas voi olla hieman pienempi, sillä ne aggregoituvat ihopistospaikkaan. Useimmiten näyte otetaan kuitenkin kyynärtaipeen laskimosta, mutta muitakin, esimerkiksi kädenselän laskimoita voidaan käyttää. Epäonnistunut näytteenotto voi vaurioittaa verisoluja tai aktivoida hyytymisjärjestelmän, joten näyte tulisi saada otettua mahdollisimman atraumaattisesti. Perusveren kuvan ja täydellisen veren kuvan näyte otetaan kokoverestä, joka sisältää sekä veriplasman että verisolut. (Savolainen, Tienhaara, 2015.)

Kokoverinäyte otetaan antikoagulanttia sisältävään putkeen. EDTA eli etyleeni-diamiinitetraetikkahappo on näihin tutkimuksiin sopivin antikoagulantti, sillä se estää veren hyytymisen. Aineen veren hyytymistä estävä vaikutus perustuu kalsiumin sitomiseen veressä. Putken tulee täyttyä merkkiviivaan asti, ja putki tulee sekoittaa huolellisesti heti näytteenoton jälkeen, jotta antikoagulantti sekoittuu vereen, ja jotta vältetään mikrohyytymiltä. Näyte tulisi analysoida mahdollisimman pian, mutta jos välitön analyysi ei ole mahdollinen, näyte säilyy parhaiten jääkaappilämpötilassa. Jos näyte on pidemmän aikaa huoneenlämmössä, solut alkavat turvota, verihiutaleiden ja leukosyyttien määrä ja osmoottinen resistenssi pienenee, ja solulaskimien antamat hälytykset lisääntyvät. (Savolainen, Tienhaara, 2015.)

4.3 Sysmex verenkuvanaalysaattori

Verenkuvanaalysaattorit toimivat automaattisilla solulaskimilla, ja niiden mittausperiaatteet ovat erilaisia. Jos verenkuvanaalysaattori antaa hälytyksiä, tai on kliininen epäily patologisesta tilasta, voidaan verestä tehdä mikroskooppisesti tarkasteltava sivelyvalmiste. (Sinisalo, Koski, 2010.) Hälytykset voivat johtua solujen

määräsuhteiden muutoksista, patologisten solujen löytymisestä tai solumorfologiasta. Punasolujen kohdalla näitä ovat esimerkiksi makrosytoosi, punasolufragmentit tai tumalliset punasolut. Valkosoluissa saattaa olla epäkypsiä granulosityttejä tai blastisoluja. Verihiutaleista analysaattorit havaitsevat niiden suurta kokoa ja kasoja. (Savolainen, Tienhaara, 2015.)

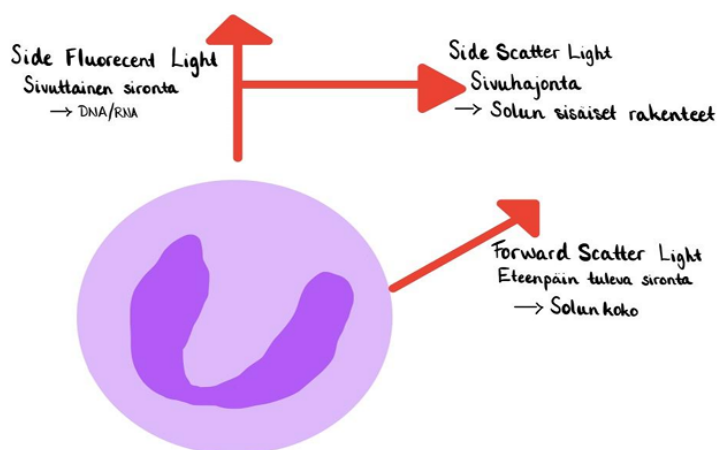
4.3.1 Menetelmät

Verenkuva-analysaattorien toiminta perustuu virtausytometriaan. Virtausytometriassa laitteen läpi nesteessä virtaavia soluja tunnistetaan erilaisilla kemiallisilla tai fysikaalisilla tekniikoilla. (Savolainen, Tienhaara, 2015.)

Sysmex XN-sarjan analysaattoreiden menetelmä perustuu fluoresenssivirtausytometriaan. Analysaattori aspiroi näytettä ja laimentaa sen sopivaan määrättyyn suhteeseen, jonka jälkeen se merkitään fluoresenssiväriaineella, joka sitoutuu erityisesti solujen nukleiinihappoihin. Sen jälkeen näyte johdetaan virtaukseen, jossa se valaistetaan puolijohdelaserilla. Laser tuottaa kolmea erilaista signaalia: eteenpäin sironnutta valoa, sivusuuntaista sironnutta valoa ja sivusuuntaista fluoresenssia. Eteenpäin sironnut valo (FSC) mittaa solun koon, eli sen tilavuuden. Sivusuuntainen sironnut valo (SSC) antaa tietoa solun sisäisestä rakenteesta, kuten sytoplasman granulaisuudesta. Sivusuuntainen fluoresenssi (SFL) havaitsee solun nukleiinihappojen (DNA ja RNA) määrän, mikä korreloi fluoresenssin voimakkuuden kanssa. Nämä kerätyt signaalit mahdollistavat eri solutyypin erottelun. Menetelmää käytetään valkosolujen laskemiseen ja erotteluun, nukleoitujen punasolujen mittaamiseen ja retikulosyyttien analysointiin. (Sysmex, n.d.b.)

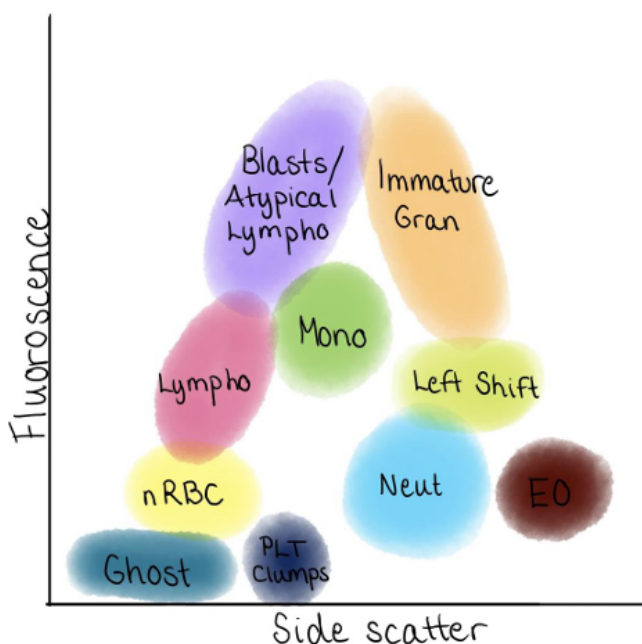
Valkosolujen mittaussignaalit liittyvät eteenpäin sirontaan (FSC), sivusirontaan (SSC) ja sivufluoresenssiin (SFL), ja näitä analysoidaan ja esitetään erilaisissa kaksisuuntaisissa sirontakuvioiden. XR-sarjan analysaattoreilla on myös 3D-sirontakuvioiden. Solut, joilla on samankaltaiset sytokemialliset ominaisuudet sijoituvat samaan alueeseen sirontakuvioiden. WBC-erittely hyödyntää kahden eri

analyysikanavan tietoa; WDF- ja WNR-kanavat. Näin voidaan määrittellä valkosolujen alaryhmien NEUT, LYMPH, MONO, EO, BASO ja epäkypsien granulocyttien (IG) absoluuttiset ja prosentuaaliset määrät. Kanava antaa myös hälytyksiä, jolloin poikkeavuudet ja epänormaalit tulokset voidaan havaita. WDF tulee sanoista "white cell differential", joka viittaa valkosolujen erittelyanalyysiin. WDF-kanavalla y-akseli kertoo sivufluoresenssista ja x-akseli sivuttaisesta sironnasta. WNR tulee sanoista "white cell nucleated red", joka viittaa tumallisiin punasoluihin. WNR-kanavalla y-akseli kertoo eteenpäin sironneesta valosta ja x-akseli sivufluoresenssista. (Sysmex, n.d.e.)



KUVA 1. Fluoresenssisironna Sysmexissä

DIFF- ja WPC-analyysin yhdistelmä tukee optimaalista erottelua epäilyjen pahanlaatuisten ja reaktiivisten näytteiden välillä. Se vaatii WPC-kanavan, joka on tietyissä XN-sarjan analysaattoreissa. WPC tulee sanoista "white blood cell precursor", joka viittaa valkosolujen esiasteisiin eli kypsymättömiin valkosoluihin. WPC-kanavan reagenssit reagoivat solukalvon lipidikoostumukseen. Esimerkiksi blastit tuottavat matalampia fluoresenssisignaaleja ja korkeampia eteenpäin sironneen valon signaaleja, koska solut säilyvät pääosin ehjinä. Neoplastiset lymfosyytit ovat sen sijaan kypsempiä ja niiden kalvot läpäistään helpommin, mikä johtaa korkeampiin fluoresenssisignaaleihin ja matalampiin eteenpäin sironneen valon signaaleihin solujen kutistuessa. Nämä erot auttavat tunnistamaan epäillyt pahanlaatuiset solut luotettavasti. (Sysmed, n.d.h.)



KUVA 2. Diffi sirontakuvaaja (Mukaiitu, Gupta, M. ym., 2018.)

Hemoglobiinin mittaamiseen käytetään syanimethemoglobiini-menetelmää. Menetelmä käyttää reagenssina syaniditonta natriumlauryylisulfaattia (SLS), joka hajottaa punasoluja ja valkosoluja näytteessä. Tästä alkaa kemiallinen reaktio, jolloin globiinin hemi hapetetaan. Sitten SLS-reagenssin hydrofiilinen ryhmä sitoutuu hemi-ryhmään, jolloin muodostuu värillinen kompleksi. Tätä kompleksia voidaan mitata fotometrisesti, jolloin SLS-HGB-kompleksi absorboi valon, ja mitattu absorbanssi on suoraan verrannollinen hemoglobiinipitoisuuteen näytteessä. (Sysmex, n.d.a.)

Sysmex-analysaattorit käyttävät DC-huippuvirtauksen tunnistusmenetelmää punasolujen ja verihiutaleiden laskemiseen (Sysmex, n.d.c). Punasolujen ja verihiutaleiden mittaamiseen käytetään tasavirtadetektiota hydrodynaamisella fokusoinnilla (Luoma, 2023). Tasavirtamittauksessa laimennettu näyte pakotetaan kulkemaan kartiomaisen mittausaukon läpi, etureagenssivaipan ympäröimänä. Mittausaukon kohdalla solu aiheuttaa detektorissa olevien elektrodien välille vastuksen, joka on suoraan verrannollinen solun kokoon. Pulssien määrän ja voimakkuuden avulla voidaan piirtää kuvaaja, josta nähdään solujen koot ja määrät. Sen

jälkeen näyte kulkee keräysputkeen, jotta solut eivät virtaa takaisin ja anna virheellisiä tuloksia verihiutaleiden määrässä. Hydrodynaaminen fokusointi lisää solujen mittaustarkkuutta ja toistettavuutta. (Arasalo, Luoma, 2010.)

RBC- ja PLT-histogrammit kertovat eri kokoisten erytrosyyttien ja trombosyyttien määrästä näytteessä. Näytteissä, joissa on pieni kokoisia punasoluja eli mikrosyyttejä, RBC-histogrammi siirtyy vasempaan reunaan. Näytteet, joissa on suuri kokoisia punasoluja, eli makrosyyttejä, RBC-histogrammi siirtyy oikeaan reunaan. Vastaavasti trombosyyttien kokoja voidaan tutkia PLT-histogrammeista. Jos näytteessä esiintyy pieniä trombosyyttejä, PLT-histogrammi piirtyy vasempaan reunaan. Näytteen sisältämät suuret trombosyytit saavat taas PLT-histogrammin siirtymään oikeaan reunaan. (Sysmex, n.d.d.)

Retikulosyyttejä kyetään tutkimaan RET-sirontakuvaajasta. Sirontakuvaajassa x-akselilla tarkastellaan solujen fluoresenssi-intensiteettiä ja y-akselilla eteenpäin sironnutta valosignaalia. Retikulosyytit tuottavat voimakkaamman signaalin, jolloin ne kyetään erottamaan kypsistä punasoluista ja trombosyyteistä. Retikulosyytit piirtyvät sirontakuvaajassa RBC-pilvestä oikealle. (Sysmex, n.d.f.) RET-kanavan y-akselilta kyetään tarkastelemaan myös punasolujen hemoglobiinipitoisuutta. Mitä korkeammalle RBC-pilvi piirtyy, sitä hemoglobiinipitoisempia punasolut ovat. Soluja kutsutaan tällöin hyperkromisiksi. Vastaavasti mitä matalammalla RBC-pilvi on, sitä kalpeampia punasolut ovat, eli niitä kutsutaan hypokromisiksi. (Sysmex, n.d.g.)

4.4 Perusverenkuva

Suomessa tehdään vuosittain miljoonia verenkuvatutkimuksia ja ne ovat yksiä yleisimmistä laboratoriotutkimuksista. Tulosten tulkitseminen oikein on tärkeää, sillä päivystystoimia vaativat tilanteet on tunnistettava, ja se auttaa valitsemaan tarpeelliset jatkotutkimukset. Perusverenkuvaan (B-PVK ja B-PVKT) kuuluvat valkosolujen (B-Leuk) ja verihiutaleiden (B-Tromb) määrä, hemoglobiinipitoisuus

(B-Hb), hemoglobiinin keskimassa (E-MCH), hematokriitti eli punasolujen tilavuusosuus (B-Hkr), punasolujen määrä (B-Eryt) ja keskitilavuus (E-MCV), ja usein myös punasolujen keskimassakonsentraatio (E-MCHC). (Sinisalo, Koski, 2010.) Perusveren kuvassa on käytössä kolmiosainen niin kutsuttu minidiffi, jossa ilmoitetaan lymfosyyttien, granulosityttien ja muiden mononukleaaristen solujen määrät. Jos epäillään esimerkiksi hematologista sairautta, minidiffianalyysi ei korvaa valkosolujen täydellistä erittelyjakautamaa. (Savolainen, Tienhaara, 2015.)

Viitearvojen määrittämistä varten on tutkittu suuri joukko terveitä ihmisiä. Saaduista tuloksista lasketaan viitearvot matemaattisesti, ja viitevälin sisällä oleva tulos on todennäköisesti ”normaali”. Normaalille ei kuitenkaan ole jyrkkää rajaa. Viitearvot vaihtelevat iän ja sukupuolen mukaan, ja joihinkin arvoihin vaikuttaa myös vuorokauden aika. Myös laboratorioilla voi olla omat itse määritetyt viitearvot, jotka saattavat poiketa hieman toisistaan. (Eerola, 2021.)

	Miehet	Naiset	Miehet ja naiset
B-Hb (g/l)	134–167	117–155	
B-Hkr (osuus)	0,39–0,50	0,35–0,46	
B-Eryt ($\times 10^{12}/l$)	4,25–5,70	3,90–5,20	
B-Trom ($\times 10^9/l$)	140–355	165–365	150–360
E-MCV (fl)			82–98
E-MCH (pg)			27–33
E-MCHC (g/l)			320–355
B-Leuk ($\times 10^9/l$)			3,4–8,2

TAULUKKO 1. Perusveren kuvan suomalaiset viitearvot (Kairisto ym., 2003.)

4.4.1 Leukosyytit (B-Leuk)

B-Leuk-tutkimus kertoo valkosolujen kokonaismäärän veressä. Leukosyyttien tehtävänä on erilaisten tulehdusten torjunta. Erityisesti bakteerien aiheuttamissa tulehduksissa valkosolujen määrä kasvaa. Leukosyyttien määrä saattaa kohota muissakin tilanteissa, kuten fyysisen rasituksen tai raskauden aikana. Vakavat

sairaudet kuten leukemia nostaa leukosyyttiarvoa jo selkeästi korkeammalle, josta voidaan jo päätellä, että kyseessä ei välttämättä ole ohimenevä tila. (Tunturi, 2024.)

Leukosyyttejä eli valkosoluja ovat granulositytit, monosyytit ja lymfosyytit. Kaikki näistä ovat tärkeitä elimistön immuunijärjestelmän kannalta, ja ne toimivat erilaisien tulehdusten torjujina ja poistajina. Granulositytit jaetaan sytoplasmien perusteella neutrofiileihin, eosinofiileihin ja basofiileihin. Neutrofiilit ovat lyhytikäisiä ja ne muodostavat valtaosan veren valkosoluista. Neutrofiilisten granulosityttien tärkein tehtävä on toimia akuuteissa tulehdusreaktioissa, ja ne saapuvatkin tulehduspaikalle ensimmäisenä ja nopeasti tuhoamaan mikrobeja. Eosinofiilejä eli eosinofiilisiä granulosityttejä esiintyy allergisissa reaktioissa ja puolustuksessa parasitteja vastaan. Ne toimivat silloin, kun kohde on liian suuri fagosytoitavaksi, esimerkiksi, kun kohteena on loismato. Basofiilit välittää yliherkkyysoireita ja tehostaa immuunivastetta (Siitonen, Koistinen, 2015). Basofiilisten granulosityttien ja kudosten syöttösoluilla eli mast-soluilla on rakkuloita, jotka sisältävät hepariinia ja tulehdusta aiheuttavia aineita: histamiinia, leukotrieneja ja prostaglandiiniyhdisteitä. Nämä rakkulat vapautuvat soluista äkillisten allergia- ja tulehdusreaktioiden yhteydessä. (Salmi, Meri, 2011.)

Kun monosyytit siirtyvät verenkierrosta kudoksiin tulehduspaikalle, ne muuttuvat makrofageiksi (Siitonen, Koistinen, 2015). Makrofagien tärkein tehtävä on solusyönti eli fagosytoosi. Ne tunnistavat elimistölle vieraan aineen tai mikrobin. Niiden toiminta ei kuitenkaan rajoitu ainoastaan mikrobien tappamiseen, vaan niillä on tärkeä elimistön puhtaanapitotehtävä ja omien vaurioituneiden solujen tuhoaminen. Makrofagit toimivat myös soluvälitteisessä immuunipuolustuksessa antigeenejä esittelevinä soluina. (Salmi, Meri, 2011.)

Lymfosyytit ovat immunologisia soluja, joiden osuus veressä kiertävistä valkosoluista on noin 20–40 % (Siitonen, Koistinen, 2015). Lymfosyyttejä ovat B- ja T-lymfosyytit. Niillä on toisistaan poikkeavia pintarakenteita ja tärkeät erilliset tehtävät immuunipuolustuksessa. B-lymfosyytit vastaavat humoraalisesta puolus-

tuksesta, eli se välittyy nesteiden kautta, joita ovat muun muassa veri, kudoste ja imuneste. B-lymfosyytit ovat humoraalisen immuunivasteen tärkeimpiä vaikuttajasoluja. Ne erilaistuvat plasmasoluiksi, jotka muodostavat vasta-aineita. (Lehdikko, Törnroos, 2016). T-lymfosyytit syntyvät luuytimen lymfoidisista kantasoluista ja kypsyvät edelleen kateenkorvassa. Ne osallistuvat soluvälitteiseen immuunipuolustukseen. T-tappajasolut tuhoavat elimistön omia soluja, joiden sisään on päässyt viruksia, T-auttajasolut muodostavat muistisoluja, joilla aktivoidaan B-lymfosyyttejä, ja T-estäjäsolut säätelevät immuunireaktiota, jotta se ei yli-reagoisi. (Lehdikko, Törnroos, 2016.) Lymfosyytit jakautuvat myös NK-soluiksi eli luonnollisiksi tappajasoluiksi. Niiden päätehtävä on tunnistaa ja tuhota infektoituneita soluja ja syöpäsoluja. Nämä eroavat T-soluista esimerkiksi siinä, että ne ovat nopeampia reagoimaan ilman kehon kehittämää erillistä immuunivastetta. NK-solut tunnistavat poikkeamia solujen pintareseptoreista, jonka perusteella ne arvioidaan infektoituneiksi tai syöpäsoluiksi. NK-solut kykenevät myös erittämään sytokiineja, jotka aktivoivat muuta immuunivastetta, kuten T-soluja ja makrofageja. (Viever, ym., 2008.)

4.4.2 Trombosyytit (B-Tromb)

Trombosyytit ovat toiselta nimeltään verihiutaleita. Morfologialtaan ne ovat epä-säännöllisen muotoisia, niiltä puuttuu tuma kokonaan sekä ne ovat kooltaan hyvin pieniä. Trombosyyteillä on tärkeä tehtävä osana veren hyytymiskaskadia. Ne pystyvät pysäyttämään verenvuotoa aggregoitumalla eli kasaantumalla toistensa kanssa. (Zhang, Neelamegham, 2006.) Trombosyytit tukkivat suonivaurion muodostamalla hemostaattisen tulpan ja käynnistävät sen pinnalla trombiinien tuotannon (Kauppila, Salomäki, 2021). Trombosyyttien muodostama tulppa on kuitenkin melko lyhytikäinen, ja niiden tärkeänä tehtävänä onkin houkutella paikalle muita veren hyytymistekijöitä, ja saada trombiini pilkkomaan fibrinogeenin fibriiniksi. Fibriinistä muodostuu verkkomainen hyytymän tukirunko, johon jää kiinni veren soluja (Nienstedt, ym., 1997: 180). Veressä trombosyyttien elinikä on 8–10 vuorokautta, ja 20–30 % veren trombosyyteistä on varastoitunut pernaan (Siitonen, Koistinen, 2015).

Trombosyyttien eli verihiutaleiden poikkeava määrä voi kertoa mahdollisista verenvuodoista tai syöpäsairauksista. Se voi liittyä myös muihin sairauksiin tai tulehdustauteihin. Trombosytoosissa verihiutaleita on liikaa, jolloin arvo ylittää $360 \times 10^9/l$ (Lehto, 2022). Trombosytopeniassa veressä on normaalia vähäisempi määrä verihiutaleita. Sitä voi aiheuttaa erilaiset lääkkeet, kuten solunsalpaajat, sairaudet tai esimerkiksi runsas alkoholin käyttö (Poikonen, 2023).

4.4.3 Hemoglobiini (B-Hb)

Hemoglobiini on globuliiniproteiini, joka kuuluu hemiproteiineihin. Hemoglobiinilla on useita eri tehtäviä ihmisen elimistössä, joista tärkein on hapenkuljetus. Muita tehtäviä ovat muun muassa osallistuminen katalyysiin, typpioksidin aineenvaihduntaan ja pH:n säätelyyn. Hemoglobiini kuljettaa happea keuhkoista kudoksiin sitoutumalla happimolekyyleihin ja vapauttamalla niitä. Hemoglobiini on rakenteeltaan tetrameeri ja se koostuu kahdesta α -yksiköstä ja kahdesta β -yksiköstä. Hemoglobiiniin on kiinnittynyt kovalenttisilla sidoksilla rautaa, joka puolestaan pystyy sitoutumaan happimolekyylisiin. Yksi hemoglobiini kykenee kuljettamaan neljä happimolekyyliä, sillä jokaiseen yksikköön kiinnittyy yksi rauta, ja jokaiseen rautaan kiinnittyy yksi happimolekyyli. (Ahmed, ym., 2020.) Alhainen hemoglobiini saattaa viitata esimerkiksi raudanpuuteanemiaan (Rämet, ym., 2015).

4.4.4 Erytrosyytit (B-Eryt)

B-Eryt-tutkimus kertoo punasolujen määrän litrassa verta. Punasoluja on noin neljännes kaikista soluistamme. Erytrosyytit eli punasolut ovat erikoistuneet hapen ja hiilidioksidin kuljettamiseen. Niiden erilaistumisen aikana syntetisoidaan suuria määriä rautaa sisältävää hemoglobiinia (Solunetti, 2006), eli verenpuna, josta veren väri johtuu. Punasolujen elinikä verenkierrossa on noin 120 vuorokautta. (Siitonen, Koistinen, 2015.)

4.4.5 Hematokriitti (B-Hkr)

Hematokriitillä tarkoitetaan punasolujen tilavuusosuutta verinäytteen tilavuudesta. Se ilmoitetaan prosentteina tai osuuksina, ja se saadaan kertomalla punasolujen määrä niiden keskitilavuudella eli $Eryt \times MCV$. (Savolainen, Tienhaara, 2015). Hematokriitti muuttuu yleensä samansuuntaisesti kuin hemoglobiini (Tunturi, 2022). Kohonneet punasolupitoisuudet saattavat olla merkki keuhko- tai sydänsairaudesta. Kohonneiden arvojen taustalla voi olla myös anabolisten steroidien käyttö. (Tunturi, 2022.)

4.4.6 Punasoluindeksit (E-MCV, E-MCH, E-MCHC, E-RDW)

MCV kertoo punasolujen keskitilavuuden, eli solun koon. Sen yksikkö on femtolitra (fl). (Tunturi, 2022.) Pienet punasolut ($MCV < 80$ fl) viittaa usein raudanpuutteeseen, kun taas suuret punasolut ($MCV > 100$ fl) saattaa viitata alkoholin liika-
käyttöön, maksasairauksiin, tai megaloplastiseen anemiaan (Sinisalo, Koski, 2010).

MCH kertoo punasolujen hemoglobiinin keskimassasta, eli paljonko yksi ainoa punasolu sisältää hemoglobiinia. Sen yksikkö on pikogramma (pg). (Tunturi, 2022.) MCH saadaan laskukaavalla $Hb / Eryt$ (Savolainen, Tienhaara, 2015).

MCHC kertoo hemoglobiinin määrän litrassa punasoluja, eli punasolujen hemoglobiinin keskimassakonsentraation (Tunturi, 2022). Se saadaan laskukaavalla Hb / HKR , ja sen yksikkö on grammaa litrassa (g/l) (Savolainen, Tienhaara, 2015).

E-RDW kertoo punasolujen koon vaihtelusta. Joissain veritaudeissa, esimerkiksi anemiassa punasolujen koko saattaa vaihdella huomattavasti. RDW siis kuvaa vaihtelun määrää, ja se ilmoitetaan prosentteina. (Tunturi, 2022).

4.5 Täydellinen verenkuv

Täydellinen verenkuv (B-TVK) eroaa perusverenkuvasta niin, että edellisten arvojen lisäksi valkosolut on eritelty koon ja muiden ominaisuuksien perusteella eri ryhmiin. Niitä ovat neutrofiilit, lymfosyytit, monosyytit, eosinofiilit ja basofiilit. Niistä on määritelty absoluuttiset määrät sekä suhteelliset osuudet. (Sinisalo, Koski, 2010).

	%	$\times 10^9/l$
Neutrofiilit	40–80	2,0–7,0
Lymfosyytit	20–40	1,0–3,0
Monosyytit	2–10	0,2–1,0
Eosinofiilit	1–6	0,02–0,5
Basofiilit	< 1–2	0,02–0,1
Retikulosyytit	0,5–2,5	50–100

TAULUKKO 2. Valkosolujen ja retikulosyyttien erittelylaskenta (Bain ym. 2016.)

	Vastasyntynyt	1kk	3-6kk	1 v	2-6 v	6-12 v
B-Hb (g/l)	180 ± 40	140 ± 25	126 ± 15	126 ± 15	125 ± 15	135 ± 20
B-Hkr (osuus)	0,60 ± 0,15	0,43 ± 0,10	0,35 ± 0,05	0,34 ± 0,04	0,37 ± 0,03	0,40 ± 0,05
B-Eryt (x10 ¹² /l)	6,0 ± 1,0	4,2 ± 1,2	4,7 ± 0,6	4,5 ± 0,6	4,6 ± 0,6	4,6 ± 0,6
B-Trom (x10 ⁹ /l)	150-450	210-650	200-550	200-550	200-450	180-400
E-MCV (fl)	110 ± 10	104 ± 12	76 ± 8	78 ± 6	81 ± 6	86 ± 9
E-MCH (pg)	34 ± 3	33 ± 3	27 ± 3	27 ± 2	27 ± 3	29 ± 4
B-Leuk (x10 ⁹ /l)	18 ± 8	12 ± 7	12 ± 6	11 ± 5	10 ± 5	9 ± 4
Neutrofiilit	4-14	3-9	1-6	1-7	1,5-8	2-8
Lymfosyytit	3-8	3-16	4-12	3,5-11	6-9	1-5
Monosyytit	0,5-2,0	0,3-1,0	0,2-1,2	0,2-1,0	0,2-1,0	0,2-1,0
Eosinofiilit	0,1-1,0	0,2-1,0	0,1-1,0	0,1-1,0	0,1-1,0	0,1-1,0
Retikulo- syytit	120-400	20-60	40-100	30-100	30-100	30-100

TAULUKKO 3. Lasten verenkuvan viitearvot (Bain ym. 2016.)

5 MGG-VÄRJÄYS

May-Grünwald–Giemsa (MGG) -värjäys kuuluu Romanowsky-värjäysryhmään. Se on hematologian standardimenetelmä, mutta siitä on tullut rutiinivärjäys myös sytopatologiassa. MGG-värjäys on neutraali värjäys, joka koostuu hapetetun metyleenisinisen ja eosini Y:n sekoituksesta. (Piaton, ym., 2016.) Solujen tumien tavanomainen violetti väri johtuu eosiniin ja atsurini B-DNA-kompleksin molekyylitason vuorovaikutuksesta. Värjäyksen intensiteetti riippuu atsurini B-pitoisuudesta ja atsurini B:n ja eosini Y:n-suhteesta. Värjäystuloksiin vaikuttavat monet tekijät, kuten kiinnitysmenetelmä, puskurin pH, puskurin koostumus sekä värjäysaika. (Kuhlman, 2018.) Oikeassa pH:ssa punasolujen tulisi näkyä vaaleanpunaisen/oranssin sävyisinä ja valkosolujen sytoplasman tulisi olla lähes läpinäkyvä, ja jyvästen selvästi erottuvia. (Piaton, ym., 2015.)

MGG-värjäyksessä käytetään kahta neutraalia väriainetta, May-Grünwaldia sekä Giemsa. May-Grünwald-värjäys perustuu happamaan eosiniin sekä emäkseen metyleenisiniseen väriaineeseen. Eosini toimii anionina värjäten punaiseksi tai oranssiksi hemoglobiinin sekä eosinofiilien granulat. Näiden lisäksi se sitoutuu kationiseen nukleoproteiiniin, jolloin sillä on myös vaikutusta värjäytyneeseen tuumaan. (Bain, 2015.) Anionit ovat negatiivisesti varautuneita ja sitoutuvat positiivisesti varautuneisiin kudoksiin ja solurakenteisiin. Kudoksia, joihin anionit sitoutuvat kutsutaan asidofiiliseksi. Tällaisia ovat esimerkiksi sytoplasma, hemoglobiini ja eosinofiilien granulat. Anioniryhmät tekevät aineista vesiliukoisia. Eosini Y:llä on kaksi anioniryhmää. Vesiliukoisuus mahdollistaa eosiniin levittymisen soluliimaan ja sytoplasmaan, jolloin se kykenee värjäämään nämä alueet. Molemmat väriaineet (May-Grünwald ja Giemsa) sisältävät eosini Y:tä. (Dey, 2018.)

Giemsa-värjäys perustuu kationina toimivaan atsuuri B-väriaineeseen, joka värjää nukleiinihapot sinivioletiksi tai siniseksi kiinnittymällä niiden fosfaattiryhmiin. Se värjää myös nukleoproteiinit, basofiilien granulat sekä hieman neutrofiilien granulaa. (Bain, 2015.) Kationit ovat positiivisesti varautuneita ja sitoutuvat negatiivisesti varautuneisiin kudoksiin ja solurakenteisiin.

tiivisesti varautuneisiin kudoksiin ja solurakenteisiin. Tällaisia kudoksia ja solurakenteita kutsutaan basofiiliseksi. Basofiilisiä solurakenteita on esimerkiksi tumat, sillä ne sisältävät negatiivisesti varautunutta DNA:ta ja RNA:ta. Kationiset väriaineet ovat vesiliukoisia ja tämän vuoksi pystyvät leviämään solussa. Tumakotelo ei ole vesiliukoinen, mutta vesiliukoiset väriaineet pääsevät tuman sisälle diffuusion avulla. May-Grünwald-väriseoksessa kationina toimii metyleenisininen. Giemsa-väriseoksessa kationina toimii sekä metyylin sininen ja atsuuri B. Atsuuri B:n tehtävä on syventää metyleenisinisen värjäämiä rakenteita väriltään ja kontrastiltaan. (Dey, 2018.) Giemsan liuos sisältää metanolin ja atsuuri-eosiini-metyleenisinin lisäksi glyserolia. Glyserolin tehtävä on parantaa värjäyksen laatua ja kirkkautta sekä toimia stabiloijana (Aho, 2000).

5.1 Virhelähteet

Värjäyksen virhelähteitä ovat esimerkiksi väärä kiinnitysmenetelmä, puskurin vääränlainen pH tai koostumus sekä liian pitkä tai lyhyt värjäysaika (Kuhlman, 2018). Puskurin pH on tärkeä, sillä esimerkiksi liiallinen vaaleanpunainen väri voi johtua liian matalasta pH:sta puskuriliuoksessa, tai liian sininen väri korkeasta pH:sta puskuriliuoksessa. Väreihin vaikuttaa myös riittämätön tai liian pitkä värjäysaika, ja riittämätön tai liiallinen huuhtelu. Väri tulee vaihtaa joka päivä, sillä se on käyttökelpoinen vain yhden päivän ajan. Värit tulee myös suodattaa säännöllisesti. Väri-liuokset tulee pitää ilmatiiviinä, sillä liuokseen joutunut vesi aloittaa reaktion ja pilaa värin. (Piaton, ym., 2016.) Värjäyksissä saattaa ilmetä myös värisakkaa tai vaihtelevaa värjäystulosta, joka voi johtua värjäysliuoksen alkoholin haihtumisesta, eosini-atsuuriväriaineen sakkautumisesta, väriaineiden hapettumisesta tai virheellisesti laimennetusta Giemsa-liuoksesta. Värjäysastioissa voi myös olla pesuainejäännöstä, kiinnitys saattaa olla liian lyhyt, kiinnitysmetanoli voi olla huonolaatuista, sivelyvalmisteet saattavat olla vanhoja, tai valmisteet on kuivattu hitaasti ja epätasaisesti. (Savolainen, Tienhaara, 2015.) Laatua valvotaan myös laadunarvioinnilla, joka tehdään punasoluilla ja leukosyyteillä, ei kasvainsoluilla tai muilla patologisilla tai muuten poikkeavilla soluilla (Piaton, ym., 2016).

5.2 Työohje

MGG-värjäyksessä käytetään kahta eri väriliuosta, May-Grünwaldia ja Giemsa. May-Grünwaldissa vaikuttavina väreinä ovat hapan eosiini ja emäksinen metyleenisininen. Giemsa on emäksinen atsuuriväri. Värjäyksen periaatteena on saada eroteltua solun sytokemialliset ominaisuudet eri värisävyillä. Värisävy on riippuvainen pH:sta, ja suositeltu pH on 6.8. (Piaton ym., 2015 & 2016; Dey, 2018.)

Reagensseina värjäykseen tarvitaan absoluuttista metanolia kiinnitykseen, May-Grünwald-väriliuosta, Giemsa-väriliuosta ja fosfaattipuskuria, jonka pH on 6.8. Väriliukset laimennetaan puskuroituun veteen (fosfaattipuskuri+ionivapaa vesi), jotta niiden pH:ksi saadaan 6.8. Lähes kaikki valmistajat tarjoavat fosfaattipuskuri-liuoksia. (Piaton, 2016.)

MGG-värjäys on kaksivaiheinen värjäys. Ensin näyte värjätään 50 %:lla May-Grünwaldilla 3–5 minuuttia, jonka jälkeen siirrytään 10 %:een Giemsa-värjäysliuokseen, jota tulee tehdä 10–30 minuuttia. Värjätyt liuokset suositellaan peitettyiksi lasikuvulla. Värjäysten jälkeen näytettä tulee huuhdella puskuroidulla vedellä 1–3 minuuttia. (Piaton, 2016.) Tampereen ammattikorkeakoulussa värjäykseen käytetään Reagenan May-Grünwald-Giemsa-värjäysliuoksia. Työohje liitteenä (liite 1.).

6 HYVÄ OPPIMATERIAALI

Oppimateriaalilla on tärkeää olla päämäärä ja tavoite. Oppimisympäristöä tehdessä tulee huomioida sen pätevyys, monimuotoisuus ja loogisuus, jotta se tarjoaisi mahdollisimman mielekäästä oppimista. Oppimisympäristöä luodessa tulee huomioida, onko oppimisen seurannan ja arvioinnin välineitä tarpeellista käyttöä. Nämä saattavat auttaa opiskelijoita suunnittelemaan omaa etenemistä kurssilla. Arviointi voi myös auttaa opiskelijaa pysymään omilla oppimistavoitteissaan. (Nevgi, Tirri, 2003; 29–50.)

Kuvat ja piirroksot ovat hyviä kehittämään teorioiden oppimista sekä visuaalista tunnistamista. Ne auttavat myös analysoimaan ja havainnollistamaan faktatietoa. (Barbazette, 2013.) Opiskelijoita parhaiten tukevia oppimisstrategioita ovat muistiharjoittelu ja jaoteltu harjoittelu. Muistiharjoituksilla tarkoitetaan tehtäviä, jotka aktivoivat muistamista. Niitä ovat esimerkiksi kertaustehtävät, harjoituskokeet ja muistikortit. Jaotellussa opiskelussa aihealueiden opiskelu jaotellaan ajallisesti, sekä painotetaan asioiden toistamista. Toimivien oppimisstrategioiden huomiointi ja toteutus opettamisessa tukee pitkäaikaista muistia. (Biwer, ym., 2020.)

Oppimistyyliä on monia erilaisia, ja on tärkeää ottaa ne huomioon opettamisessa. Audiitiiviset opiskelijat sisäistävät asioita, joita käydään ääneen läpi esimerkiksi luentojen aikana. Visuaaliset opiskelijat oppivat muistamaan asioita nähtyään esimerkiksi kuvia ja videoita. Kineettiset opiskelijat taas tarvitsevat esimerkiksi tehtäviä tai kokeiluja, sillä muistaminen tapahtuu kokemusten kautta. Taktillisilla opiskelijoilla on tärkeänä piirteänä esimerkiksi muistiinpanojen teko. Nämä kaikki oppimistyyliä ovat yksilöllisiä, ja jotkut saattavat hyödyntää useampaa kuin yhtä näistä tekniikoista. Oppimateriaalia laatiessa on hyvä ottaa mahdollisimman monipuolisesti eri tekniikoita huomioon. Esimerkiksi värien ja kuvien käyttö materiaaleissa auttaa visuaalisia opiskelijoita muistamaan asioita. Materiaaliin on myös tärkeä upottaa tehtäviä, jotta opittu asia voidaan kerrata. (Kauppila, 2003)

MGG-värjäyksen työohjeen kohderyhmänä on Tampereen ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijat sekä opettajat. Työohjetta tehdessä oli tärkeää huomioida kohderyhmä, jotta ohjeet ovat mahdollisimman selkeät ja ajantasaiset. Hyödynsimme työohjetta tehdessä koululla käytettyjä vanhoja ohjeita, sekä muilla kursseilla käytettyjä työohjeita, sillä ohjeiden ulkoasun yhdenmukaisuus auttaa hahmottamaan työn kulkua paremmin. Työohjeessa käytettiin lähteenä alan kirjallisuutta sekä laitevalmistajan ohjeita. Laitevalmistajan ohjeet ovat koulussa käytettyjen reagenssien käyttöohjeita.

7 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena työnä, jolloin syntyy aina jokin tuotos jonkun käytettäväksi. Aihealueen rajaamiseksi määritettiin kohderyhmä, jolloin pystyttiin ratkaisemaan tuotoksen sisältö. (Kostamo, Airaksinen, ym., 2022.) Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyi Moodle-kurssi hematologian perustutkimuksista ja MGG-värjäyksestä Tampereen ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoille.

Toiminnallisen opinnäytetyön toteutus aloitettiin toukokuussa 2024 aiheen valinnalla ja opinnäytetyösuunnitelman tekemisellä, jonka saimme valmiiksi syyskuussa 2024. Tämän jälkeen aloimme työstämään opinnäytetyön kirjallista osuutta ja kasaamaan teoriaa oppimateriaaliin, jonka saimme lähes valmiiksi joulukuussa 2024. Syksyn aikana aloitimme myös MGG-värjäyksen työohjeen laatimisen. Tämän jälkeen aloimme työstämään Moodle-materiaalia. Aloitimme sen tekemällä PowerPoint-esityksiä otsikkojen aiheista (liite 2.). Kokeilimme myös H5P-työkalua teoriaosuuksiin, mutta koimme sen haastavaksi ja epäselkeäksi. Työkalulla tehdyistä materiaaleista ei saanut mielestämme tarpeeksi mielenkiintoisen näköisiä, eikä oppimateriaali näyttänyt siltä kuin toivoimme. Koimme myös, että teorian ollessa kurssilla PDF-muodossa se on helpommin avattavissa esille, mikäli opiskelija tahtoo tallentaa niitä esimerkiksi omalle tietokoneelle. Tällöin opiskelijat kykenevät opiskelemaan ajasta ja paikasta riippumatta, myös ilman internet-yhteyttä.

Helmikuussa 2025 olimme saaneet Moodle-materiaaleja jo hyvälle pohjalle ja aloimme miettimään suunnitelmasta poiketen koululla materiaalin kuvaamista teoriaosuuteen. Kävimme koululla kuvaamassa valokuvaavalla mikroskoopilla anonyymejä näytteitä, joista saimme kuvia soluista, jotka toimivat malleina oppimateriaalissa. Otimme kuvat myös koululla käytettävistä analysaattoreista. Samaa aikaan saimme tehtyä tehtäviä Moodleen otsikoiden alle, sekä kertaustehtäväosion. Interaktiivisuuden ja oppimisen tueksi lisäsimme vielä ääninauhoitteet jokaiseen Powerpoint-esitykseen opiskelijoille vaihtoehtoiseksi materiaaliksi

PDF-tiedoston rinnalle. Näin myös auditiivisesti oppivat opiskelijat on huomioitu materiaalia tehdessä.

Keväällä MGG-värjäyksen työohje oli siinä vaiheessa, että se kyettiin pilotoimaan. Pilotointia varten jaoin työohjeen testikäyttöön toisen vuosikurssin oppilaille, jotka tekivät värjäyksiä koululla. Kurssin ajoitus oli täydellinen työtämme varten, sillä tämä oli juuri tavoittelemaamme kohderyhmää. Loimme anonyymien sähköisten palautelomakkeen työohjeen arviointia varten. Sen avulla saimme kerättyä palautetta ja kehitysideoita, joita kykenimme käyttämään oppimateriaalin laadunarviointiin sekä materiaalin parantamiseen (liite 3.).

Moodle-kurssi pilotoitiin huhtikuussa 2025 (liite 4.). Laitoimme sähköpostilla jake-luvien kolmelle eri vuosikurssin ryhmälle. Yksi näistä vuosikursseista oli myös kohderyhmä MGG-värjäyksen työohjeen pilotointiin. Kurssin lopussa oli anonyymi palautekysely, jonka avulla keräsimme palautetta ja kehitysideoita kurssin oppimateriaaliin (liite 5.). Palautteiden avulla kävimme vielä uudestaan kurssipohjaa läpi, mutta palautteiden ollessa positiivisia ei suuria muutoksia enää tarvinnut tehdä, jolloin pääsimme vielä jatkamaan opinnäytetyön kirjallista osuutta. Opinnäytetyö palautettiin syyskuussa 2025.

8 OPPIMATERIAALIN PILOTOINTI

Dźwigojn 2020 mukaan pilotoinnilla kyetään vahvistamaan suunta tutkimukselle sekä valittujen työkalujen eli menetelmien ja tekniikoiden hyödyllisyys. Pilotit auttavat hyödyttömien ja ylimääräisten asioiden hylkäämiseen tuotoksessa, mikäli niin palautteiden perusteella koetaan. Oppimateriaalin pilotointiin osallistui kolmen eri vuosikurssin opiskelijoita.

Työohjeen pilotoinnissa käytimme anonyymiä palautekyselyä, jonka teimme Microsoft Forms-ohjelmalla (liite 3). Palautekysely jaettiin laboraatioihin, jossa alempi vuosikurssi suoritti MGG-värjäystä. Palautekyselyyn vastattiin QR-koodin kautta. Kyselyyn vastasi 14 opiskelijaa. Arviointiasteikkona palautekyselyssä käytettiin viisitasoista tähtiluokitusta, jossa arvosana yksi tarkoitti heikointa ja arvosana viisi parasta mahdollista arvosanaa. Kysyttäessä ohjeen selkeydestä puolet vastaajista (50 %) antoivat arvosanan viisi ja puolet (50 %) arvosanan neljä. Ohjeen loogista etenemistä arviotaessa yhdeksän opiskelijaa (64,3 %) antoi arvosanan viisi ja viisi opiskelijaa (35,7 %) arvosanan neljä. Kysymykseen *”Koetko, että voit jatkokssakin käyttää ohjetta?”* vastausten keskiarvo viisitasoisella tähtiluokituksella oli 4,71, eli 71,4 % vastaajista (10 opiskelijaa) antoi arvosanan viisi ja 28,6 % vastaajista (neljä opiskelijaa) arvosanan neljä. Ohjeen laajuutta koskevassa kysymyksessä 78,6 % vastaajista koki, ettei ohje ollut lainkaan liian laaja. 14,3 % vastaajista piti ohjetta hieman liian laajana ja 7,1 % jonkin verran liian laajana. Työohjeen teoreettista taustaa pidettiin riittävän kattavana: yhdeksän opiskelijaa (64,3 %) antoi arvosanan viisi ja viisi opiskelijaa (35,7 %) arvosanan neljä. Kehitysideoita vapaalla sanalla annettiin mitattavista määristä liittyen värjäysliuosten valmistamiseen. Koulun tarvikkeilla 28 ml ja 172 ml mittaamisen kerrottiin olevan haastavaa, mutta koska koululla on käytössä 200 ml värjäysastiat, emme määriin pysty itse vaikuttamaan, sillä värjäysliuokset tehdään laimentamalla. Muuten arvostelut olivat positiivisia, ja työohjeen mainittiin olevan selkeämpi kuin vanhan.

Moodle-kurssin pilotointi ja palautekysely tuotettiin ja toteutettiin Microsoft Forms-ohjelmalla (liite 5). Anonyymi palautekysely laitettiin linkkinä Moodle-kurssin loppuun, ja palautteen sai antaa sieltä niin halutessaan. Kurssin pilotointiin osallistui kolmen eri vuosikurssin opiskelijoita, joita oli yhteensä 24. Palautekyselyyn vastasi kuitenkin vain 11 opiskelijaa, joista vain yksi oli alemmalta vuosikurssilta. Käytimme useassa kysymyksessä arviointiasteikkona samaa viisitasoista tähtiluokitusta, jossa arvosana yksi vastasi huonointa mahdollista arvosanaa ja numero viisi parhaita. Viisitasoisella tähtiluokituksella kurssin rakenne sai keskimääräisen arvosanan 4.91, ja ohjeistus 4.82. Kaikki vastaajista pitivät aihealueita selkeästi jaoteltuna sekä tehtäviä monipuolisina ja mielekkäinä. Vastaajat myös kokivat hyötyvänsä tehtävistä. Materiaalia oli myös kaikkien mielestä tarpeeksi, ja opiskelu oli mielekästä. Kysymykseen ”*Tukiko materiaali itsenäistä opiskelua?*” vastaajista yhdeksän antoi tähtiluokituksen arvosanan viisi, yksi arvosanan neljä, ja yksi arvosanan kolme. Vastaajista seitsemän kertoo kuunnelleensa PowerPoint-esitykset nauhoitteella, ja kolme vastaajista antoi niiden hyödyllisyydestä tähtiluokituksen arvosanan viisi, kaksi arvosanan neljä, ja kaksi arvosanan kolme. Vapaassa palautteessa keuhuttiin aihealueiden jaottelua, ohjeistusta, nauhoitteita, ja itsepiirrettyjä kuvia. Kokonaisuus toimi, materiaaleihin oli panostettu ja tehtäviä pidettiin spesifisinä, mutta hyödyllisinä. Kaiken kaikkiaan kurssista palautetta antaneet ovat sitä mieltä, että kurssi tukisi itsenäistä opiskelua ja kehittäisi hematologista osaamista.

9 POHDINTA

Toiminnallisen oppinäytetyön tarkoituksena oli tehdä oppimateriaali Moodle-kurssin muodossa Tampereen ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoille. Tavoitteena oli kehittää opiskelijoiden hematologista osaamista, sen oppimista ja itsenäistä opiskelua. Tuotoksesta tuli laaja ja hyvin yksityiskohtainen, mutta selkeästi rakennettu ja toimiva kokonaisuus.

Verkko-oppimateriaalia tehdessä on tärkeää kannustaa aktiiviseen ja itseohjautuvaan oppimiseen, ja huolehtia, että oppimateriaali noudattaa opetussuunnitelmaa (Sayiad, ym., 2020). Kurssin läpikäyminen pyrittiin pitämään mahdollisimman selkeänä ja ohjeistus riittävänä, jolloin itsenäinen opiskelu olisi mahdollisimman vaivatonta. Moodle käyttöjärjestelmänä oli meille jo tuttu, mutta itse kurssin tekemiseen jouduimme käyttämään hieman aikaa ja kärsivällisyyttä. Selkeyden ja itsenäisen opiskelun tukemisen kannalta teimme diaesitykset PDF-muodossa, jolloin omalle tietokoneelle tallentaminen olisi mahdollista niin halutessaan. Käytimme myös sujuvasti eri H5P-työkaluja, joiden avulla loimme mielekkäitä ja erilaisia tehtäviä eri aihealueista. Nevgin ja Tirrin 2003 mukaan oppimisympäristöä luodessa tulee huomioida sen monimuotoisuus ja loogisuus, ja esimerkiksi oppimisen arvioinnin välineiden käyttö. Arviointi voi auttaa opiskelijaa pysymään oppimistavoitteissaan.

Biwerin ym. 2020 mukaan toimivien, opiskelijoita parhaiten tukevien oppimisstrategioiden huomioiminen ja toteutus opettamisessa tukee pitkäaikaista muistia. Näitä ovat muistiharjoittelu ja jaoteltu harjoittelu. Muistiharjoituksilla tarkoitetaan esimerkiksi kertaustehtäviä ja muistikortteja, ja jaoteltu harjoittelu tarkoittaa aihealueiden jaottelua ajallisesti, sekä asioiden toistamisen painottamista. Kurssimateriaali etenee loogisesti, ja teorian opettamisessa pyrittiin johdonmukaisuuteen. Teoriaa pyrittiin myös selkeyttämään erilaisten kuvien avulla. Kuvat ovat hyviä kehittämään teorian oppimista sekä analysoimaan faktatietoa (Barbazette, 2013), ja visuaaliset opiskelijat oppivat muistamaan asioita nähtyään kuvia ja videoita

(Kauppila, 2003). Lisäsimme diaesityksiin myös nauhoitteet, jolloin otettiin huomioon myös audiitiiviset oppijat, jotka sisäistävät asioita, joita käydään läpi ääneen. Diaesityksistä pyrittiin tekemään mahdollisimman silmäystävälliset ja selkeät, mutta kuitenkin mielekkään näköiset, jolloin niiden lukeminen tai seuraaminen nauhoitteella olisi mahdollisimman helppoa. Kineettiset opiskelijat tarvitsevat esimerkiksi tehtäviä, jolloin muistaminen tapahtuu kokemusten kautta. Teimme teoriaosuuksien perään kertaustehtäviä, ja kurssin lopusta löytyy kertaustehtäviä koko kurssin laajuudelta. Oppimateriaalia laatiessa on tärkeää ottaa huomioon eri tekniikoita monipuolisesti, sillä oppimistyylit ovat yksilöllisiä. (Kauppila, 2003.)

Palautekyselyn avulla kerättiin kehitysideoita ja ehdotuksia, ja saadun palautteen perusteella kurssimateriaali on laadittu tavoitteiden saavuttamista tukevalla tavalla. Harmiksemme palautteiden ja kurssille osallistuneiden määrät jäivät kuitenkin vähäisiksi. Pysyimme pilotoinnin suhteen aikataulussa, mutta myös muilla vuosikursseilla opiskelun paine on loppukeväässä, jolloin emme saaneet kurssin pilotoinnille parasta mahdollista määrää opiskelijoita. Oppimateriaalina Moodlekurssi oli palautteiden mukaan selkeä, kompakti ja toimiva kokonaisuus, josta olisi varmasti hyötyä tulevaisuudessa hematologian itsenäisessä opiskelemissa.

Tarkoituksenamme oli rajata työ hematologisiin perustutkimuksiin ja MGG-värjäykseen, ja tässä onnistuimme hyvin. Onnistuimme myös syventymään työn aiheisiin, sillä tämä oli molemmille mielekäs ja toivottu opinnäytetyön aihe. Työtä tehdessä kuitenkin liika yksityiskohtaisuuksiin meneminen oli välillä läsnä, mutta mielestämme kaikki tämä teoria kuitenkin tuki suurempaa kokonaisuutta asioiden ymmärtämisessä. Kehityskohteeksemme nousi aikataulussa pysyminen. Alussa olimme tekemisessä jopa edellä, mutta kevään pitkä harjoittelujakso hidasti työn ”uudelleen aloittamista” pilotoinnin jälkeen, jolloin opinnäytetyön tekemiseen tuli pitkä tauko. Työnjako oli jo alussa selkeä, sillä teimme molemmat jokaista osuutta tasapuolisesti ja täydensimme toistemme tekemistä niin, että tuotoksesta tuli selkeämpi ja ymmärrettävämpi. Yhteistyö sujui mainiosti ja kommunikaatio oli sujuvaa sekä molemminpuolista.

Onnistuimme tekemään selkeän ja johdonmukaisen oppimateriaalin, joka on laadittu tavoitteiden saavuttamista tukevalla tavalla. Koska olimme itse syventyneet aiheeseen opiskelijan näkökulmasta opettajan sijaan, koemme, että tämä tukee ja helpottaa opiskelijoiden teorian ymmärtämistä ja asioiden oppimista. Opinnäytetyötä tehdessä kertaantui hematologian perustutkimukset ja Sysmexin toimintaperiaatteet, joista on ollut suuri apu harjoittelussa ja työelämässä. Toisille oppimateriaalin tekeminen myös pakotti miettimään erilaisia oppimistyytlejä, ja kuinka saada tehtyä näitä kaikkia palveleva ja tukeva oppimateriaali.

9.1 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettiset lähtökohdat

Opinnäytetyö on toteutettu hyvän tieteellisen käytännön edellyttämällä tavalla. Hyvän tieteellisen käytännön peruseriaatteita ovat luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto (TENK, 2024). Opinnäytetyö on kirjoitettu kirjallisen työn ohjeiden mukaisesti. Lähteinä opinnäytetyössä on käytetty tietokannoista (Medic, Terveysportti) ja Google Scholarista löytyviä kotimaisia sekä kansainvälisiä artikkeleita, sekä Oppiporttia, kirjoja ja laitevalmistajien sivuja. Lähteet valittiin tarkasti, jolloin myös niiden alkuperä pystytään jäljittämään. Lähteitä käytettäessä on huomioitu niiden tuoreus ja mahdollinen vertaisarviointi. Lähteet on myös asianmukaisesti merkattu niin lähdeviitteisiin kuin lähdeluetteloon. Ennen opinnäytetyön palautusta tehtiin myös luonnoksen plagioinnin tarkistus Wihi:ssä, sekä lopullinen tarkistus ennen Theseukseen tallennusta. Kuvat opinnäytetyöhön on suurimmalta osin itse tuotettu, esimerkiksi oppimateriaalin sirontakuvaajia varten lähteenä toimi kyseisen laitteen laitevalmistajan sivut, joista jäljitimme omat piirustukset. Kuvat soluista ovat anonyymejä näytteitä, joiden kuvaamiseen ja käyttöön saimme luvan koululta. Viitearvo-taulukoita tehdessä käytimme lähteenä Suomessa tällä hetkellä virallisesti käytettyjä viitearvoja.

Itse oppimateriaalia tehdessä tuli selvittää erilaisia tyytlejä oppia, ja miten eri oppimistyylyt saataisiin oppimateriaaliin. On auditiivisia, visuaalisia, kineettisiä ja taktiillisia oppijoita. Kauppilan 2003 mukaan on tärkeää ottaa mahdollisimman

monipuolisesti eri tekniikoita huomioon oppimateriaalia laatiessa. Oppimateriaalissa on kuvia ja piirroksia, jotka Barbazetten 2013 mukaan ovat hyviä kehittämään teorioiden oppimista ja visuaalista tunnistamista, sekä havainnollistamaan faktatietoa. Muistiharjoituksilla, kuten kertaustehtävillä ja jaotetulla harjoittelulla, jossa painotetaan asioiden toistamista, tuetaan taas pitkäaikaista muistia (Biber ym., 2020). Sayiad ym. 2020 mukaan oppimateriaalin tulee noudattaa opetus-suunnitelmaa, sekä kannustaa aktiiviseen ja itseohjautuvaan oppimiseen.

Kurssin pilotoinnissa ja palautekyselyissä käytimme anonyymiä itse tehtyä kyselylomaketta, johon laitoimme linkin Moodle-kurssin loppuun. Palautteissa pyrittiin rehellisyyteen ja avoimuuteen, joten korostimme palautteen antamisen vapaaehtoisuutta ja anonyymiyttä.

LÄHTEET

Ahmed, M. H., Ghatge, M. S., & Safo, M. K. (2020). Hemoglobin: Structure, function and allostery. *Sub-cellular Biochemistry*, 94, 345–382. Viitattu 9.10.2024, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7370311/>

Aho, H. (2000). Sytologiset värjäykset. *Moodi*, 2000(4–5), 142–147.
Arasalo, J., & Luoma, J. (2010). Sysmex XS-1000i verensoluautomaatin perehdytys- ja laiteohje bionalytiikan opiskelijoille (Opinnäytetyö). Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus. Viitattu 9.10.2024, <https://www.theseus.fi/handle/10024/23132>

Bain, B. J. (2015). *Blood cells: A practical guide* (5th ed.). John Wiley & Sons. Viitattu 9.10.2024, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/detail.action?docID=1834782>

Bain, B. J., Bates, I., Laffan, M. A., & Dacie, J. V. (2016). *Dacie and Lewis practical haematology* (12th ed.). Elsevier. Viitattu 9.10.2024, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/detail.action?docID=4648068>

Barbazette, J. (2013). *How to write terrific training materials: Methods, tools, and techniques*. Center for Creative Leadership. Viitattu 9.10.2024, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/detail.action?docID=1175206>

Biwer, F., oude Egbrink, M. G. A., Aalten, P., & de Bruin, A. B. H. (2020). Fostering effective learning strategies in higher education – A mixed methods study. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 9(2), 186–203. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211368120300279>

Ciesla, B. (2018). *Hematology in practice* (2nd ed.). F.A. Davis. Viitattu 23.9.2024, <https://books.google.fi/books?id=5td7DwAAQBAJ>

Dey, P. (2018). Basic laboratory techniques in histopathology laboratory. In *Basic and advanced laboratory techniques in histopathology and cytology* (pp. 58–59). EBSCOhost. Viitattu 8.10.2024, <http://libproxy.tuni.fi/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=2547214>

Dźwigoł, H. (2020). Pilot study in the research procedure. *Organizacja i Zarządzanie*, 2, 5–13. Viitattu 30.8.2024, <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-d99a6877-fba5-4dc3-a703-b5c879f666f6>

Eerola, H. (2021). Viitearvojen tulkinta. *Terveyskirjasto*. Viitattu 29.9.2024, <https://www.terveyskirjasto.fi/snk02060>

Fimlab. (2024, March 14). Tutkimusluettelo: Täydellinen verenkuva. Viitattu 14.7.2024, <https://fimlab.fi/tutkimus/6032>

Kairisto, V., Grönroos, P., Loikkanen, M., Savolainen, E-R., Punnonen, K., Syrjäjä, M., & Rajamäki, A. (2003). Perusveren kuvan uudet suomalaiset viitearvot. Suomen Lääkärilehti, 51–52, 5147–5153. Viitattu 9.10.2024, <https://www.laakarilehti.fi/pdf/2003/SLL512003-5147.pdf>

Kauppila, R. (2003). Opi ja opeta tehokkaasti: Psyykinen valmennus oppimisen tukena. PS-kustannus.

Kauppila, R., & Salomäki, T. (2021). Kun trombosyyttejä on liikaa tai liian vähän. Duodecim. Viitattu 29.9.2023, <https://www.duodecimlehti.fi/duo16286>

Kostamo, P., Airaksinen, T., & Vilka, H. (2022). Kirjoita itsesi asiantuntijaksi: Opas toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Art House. Viitattu 25.8.2025, <https://www.ellibslibrary.com/book/9789518849110>

Kuhlmann, W. D. (2018). Romanowsky-Giemsa staining. MVZ für Laboratoriumsmedizin Koblenz-Mittelrhein. Viitattu 30.8.2024, https://www.kuhlmann-bio-med.de/wp-content/uploads/2020/11/IET_histostain_06.pdf

Lehdikko, H., & Törnroos, J. (2016). Monosyytti ja lymfosyytti: Opas tunnistamisen avuksi (Opinnäytetyö). Theseus. Viitattu 26.4.2023, <https://www.the-seus.fi/handle/10024/116553>

Lehto, M. (2022). Trombosytoosi. Terveyskirjasto. Viitattu 9.10.2024, <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00636>

Luoma, J. (2023). Sysmex XN-10 & XN-20: Mittausmenetelmät ja kuvaajien tulkintaa [Luentomateriaali]. Moodle, Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 9.10.2024, https://moodle.tuni.fi/pluginfile.php/4112304/mod_resource/content/1/Mittausmenetelm%C3%A4t%20XN%20TAMK.pdf

Nevgi, A., & Tirri, K. (2003). Hyvää verkko-opetusta etsimässä: Oppimista edistävät ja estävät tekijät verkko-oppimisympäristöissä. Mielekäs oppiminen ja verkko-opiskelu. Painosalama. Viitattu 30.8.2024, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-7411-07-0>

Piaton, E., Fabre, M., Goubin-Versini, I., Bretz-Grenier, M-F., Courtade-Saïdi, M., Vincent, S., Belleannée, G., Thivolet, F., Boutonnat, J., Debaque, H., Fleury-Feith, J., Vielh, P., Egelé, C., Bellocq, J-P., Michiels, J-F., & Cochand-Priollet, B. (2016). Guidelines for May-Grünwald–Giemsa staining in haematology and non-gynaecological cytopathology. Cytopathology, 27(5), 359–368. Viitattu 30.8.2024, <https://doi.org/10.1111/cyt.12323>

Piaton, E., Fabre, M., Goubin-Versini, I., et al. (2015). Technical recommendations and best practice guidelines for May-Grünwald-Giemsa staining. Annales de Pathologie, 35(4), 294–305. Viitattu 30.8.2024, <https://doi.org/10.1016/j.annpat.2015.05.019>

Poikonen, E. (2023). Trombosytopenia. Terveyskirjasto. Viitattu 9.10.2024, <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00527/trombosytopenia-vahan-verihiutaleita>

Quinn, J. Q., Tansey, E. A., Johnson, C. D., Roe, S. M., & Montgomery, L. E. A. (2016). Blood: Tests used to assess the physiological and immunological properties of blood. *Advances in Physiology Education*, 40(2), 165–175. Viitattu 23.9.2024, <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/advan.00079.2015>

Reagena. (2022). MAY-GRÜNWARD-GIEMSA -värjäysliuokset: Käyttöohjeet. Viitattu 21.11.2024.

Robinson, K. (2003). GLPs and the importance of standard operating procedures. *BioPharm International*, 16(8), 40–45. <https://www.biopharminternational.com/view/gmps-and-importance-standard-operating-procedures>

Rämet, M., Parkkila, S., & Harila-Saari, A. (2015). Rauta-aineenvaihdunta ja raudanpuuteanemia. In K. Porkka, R. Lassila, K. Remes, & E-R. Savolainen (Eds.), *Veritaudit. Duodecim Oppiportti*. Viitattu 9.10.2024, <https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/ver01004>

Saiyad, S., Virk, A., Mahajan, R., & Singh, T. (2020). Online teaching in medical training: Establishing good online teaching practices from cumulative experience. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*, 10(3), 149–155. Viitattu 13.8.2024, https://doi.org/10.4103/ijabmr.IJABMR_358_20

Salmi, M., & Meri, S. (2011). Immuunijärjestelmän anatomia: Solut ja kudokset. In K. Hedman, T. Heikkinen, P. Huovinen, A. Järvinen, S. Meri, & M. Vaara (Eds.), *Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet (2nd ed.)*. *Duodecim Oppiportti*. Viitattu 23.9.2024, <https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/imm00201>

Savolainen, E-R., & Tienhaara, A. (2015). Hematologiset laboratoriotutkimukset. In K. Porkka, R. Lassila, K. Remes, & E-R. Savolainen (Eds.), *Veritaudit. Duodecim Oppiportti*. Viitattu 23.9.2024, <https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/ver00501>

Savolainen, E-R., & Tienhaara, A. (2015). Morfologiset tutkimukset. In K. Porkka, R. Lassila, K. Remes, & E-R. Savolainen (Eds.), *Veritaudit. Duodecim Oppiportti*. Viitattu 8.10.2024, <https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/ver00502>

Siitonen, T., & Koistinen, P. (2015). Johdanto verisolujen tuotantoon ja sen säätelyyn. In K. Porkka, R. Lassila, K. Remes, & E-R. Savolainen (Eds.), *Veritaudit. Duodecim Oppiportti*. Viitattu 23.9.2023, <https://www.oppoportti.fi/op/ver00100/do>

Sinisalo, M., & Koski, T. (2010). Mitä kertoo verenkuva? *Suomen Lääkärilehti*, 65(36), 2857–2859. Viitattu 14.5.2024, <http://www.laakarilehti.fi/pdf/2010/SLL362010-2857.pdf>

Solunetti. (2006). Veri: Erytrosyytit eli punasolut. Viitattu 23.9.2024, <https://www.solunetti.fi/fi/histologia/erytrosyytit/>

Sysmex. (n.d.-a). SLS detection method. Viitattu 9.10.2024, <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/technologies/sls-detection-method/>

Sysmex. (n.d.-b). Fluorescence flow cytometry (FFC). Viitattu 9.10.2024, <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/technologies/fluorescence-flow-cytometry/>

Sysmex. (n.d.-c). DC sheath flow detection method. Viitattu 9.10.2024, <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/technologies/dc-sheath-flow-detection-method/>

Sysmex. (n.d.-d). The microcytic (MicroR) and macrocytic (MacroR) red blood cell populations. Viitattu 11.12.2024, <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/sysmex-parameters/micrormacror/>

Sysmex. (n.d.-e). The white blood cell differential count application 'DIFF'. Viitattu 11.12.2024, <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/technologies/white-blood-cell-differential-count-application-diff/>

Sysmex. (n.d.-f). The optional reticulocyte count application 'RET'. Viitattu 11.12.2024, <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/technologies/reticulocyte-count-application-ret/>

Sysmex. (n.d.-g). Percentage of hypo-haemoglobinised red cells (HYPO-He) and hyper-haemoglobinised red cells (HYPER-He). Viitattu 11.12.2024, <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/sysmex-parameters/hypo-hehyper-he/>

Sysmex. (n.d.-h). The optional white pathological and precursor blood cell application 'WPC'. Viitattu 11.12.2024, <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/technologies/white-pathological-and-precursor-blood-cell-application-wpc/>

Tampereen ammattikorkeakoulu. (2022). MGG-värjäysohje: May-Grünwald-Giemsa-värjäys (B-MGG-Vr) [Opetusmateriaali]. Moodle. Viitattu 14.7.2024, https://moodle.tuni.fi/pluginfile.php/3162342/mod_resource/content/1/MGG-v%C3%A4rj%C3%A4ysohje

Terveyskylä. (2019). Veritaudit: Tietoa hematologiasta. Viitattu 13.8.2024, <https://www.terveyskyla.fi/syopatalo/veritaudit/tietoa-hematologiast>

Tunturi, S. (2022). Punasoluindeksit (E-MCV, E-MCH, E-MCHC, E-RDW). Terveyskirjasto. Viitattu 23.9.2024, <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03033>

Tunturi, S. (2022). Punasolujen määrä (B-Eryt) ja hematokriitti (B-Hkr). Terveyskirjasto. Viitattu 23.9.2024, <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03032>

Tunturi, S. (2024). Lasko (B-La). Terveyskirjasto. Viitattu 13.8.2024, <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03051>

Tunturi, S. (2024). Leukosyytit (B-Leuk). Terveyskirjasto. Viitattu 20.2.2025, <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03034>

Tunturi, S. (2024). Perusverenkuva ja trombosyytit (B-PVKT). Terveyskirjasto. Viitattu 14.7.2024, <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03030>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2024, April 22). Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Viitattu 11.8.2025, <https://tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytanta-htk>

Vivier, E., Tomasello, E., Baratin, M., et al. (2008). Functions of natural killer cells. *Nature Immunology*, 9, 503–510. Viitattu 25.3.2025, <https://doi.org/10.1038/ni1582>

Zhang, Y., & Neelamegham, S. (2006). Cell counter, blood. In J. G. Webster (Ed.), *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. Viitattu 23.9.2024, <https://doi.org/10.1002/0471732877.emd056>

LIITTEET

Liite 1. Työohje

1 (3)

Tampereen Ammattikorkeakoulu
Bioanalyttikokoulutus

Työohje 02/2025

Kliininen hematologia

MAY-GRÜNWARD-GIEMSA-värijäys

PERIAATE

May-Grünwald-Giemsa (MGG) on värijäys, jossa käytetään kahta neutraalia väriainetta, May-Grünwaldia sekä Giemsa. Se perustuu solujen sytokemiallisiin ominaisuuksiin, jossa väri tarttuu eri rakenteisiin niiden ominaisuuksien mukaan. Hapan eosini värjää punertavaksi positiivisesti varautuneet rakenteet kuten hemoglobiinin sekä eosinofiilien granulat, ja emäksinen metyleenisininen värjää negatiivisesti varautuneita kudoksia, kuten tumat. Giemsa-värijäys perustuu kationina toimivaan atsuuri B-väriaineeseen, joka värjää nukleiinihapot sinivioletiksi tai siniseksi kiinnittymällä niiden fosfaattiryhmiin. Se värjää myös nukleoproteiinit, basofiilien granulat sekä hieman neutrofiilien granulaa. Värijäyksen intensiteetti riippuu pH:sta. Suositeltu pH on 6.8. Glyserolin tehtävä on parantaa värijäyksen laatua ja kirkkautta.

KL. MERKITYS JA INDIKAATIOT

Värijäys tehdään ennen sivelyvalmisteen morfologista tarkastelua (B-Morfo).

NÄYTE

Tuore, antikoagulanttia sisältämätön veri tai EDTA-veri. Hepariniiveren käyttöä ei suositella. Sivelyvalmisteen tulee tehdä viimeistään kolmen tunnin kuluttua solumorfologian säilyttämiseksi.

VIRHELÄHTEET/HÄIRITSEVÄT TEKIJÄT

- Puskuroidun veden liian korkea tai matala pH
- Riittämätön/liika huuhtelu
- Liian lyhyt/pitkä värijäysaika
- Liuoksen pilaantuminen
- Alkoholien haihtuminen
- Väriaineen sakkautuminen
- Väriaineen hapettuminen
- Astioiden likaisuus tai pesuainejäämät

LAITTEISTO

May-Grünwaldin ja Giemsan liuokset soveltuvat sekä käsin tehtävään värijäykseen että värijäysautomaateille.

(jatkuu)

REAGENSIT/KOMPONENTIT

Reagenssi	Sisältö	Pitoisuus (m/v %)
May-Grünwaldin liuos	Metanoli	99 %
	May-Grünwald eosiini-metyleenisini	0,2 %
Giemsan liuos	Metanoli	73 %
	Glyseroli	26 %
	Giemsan atsuuri-eosiini-metyleenisini	0,6 %

TYÖVÄLINEET JA MATERIAALIT

- Suojakäsineet
- Suojalasit
- Suojatakki
- Biosuojakaappi
- Objekti- ja vetolasit
- Värjäysastiat
- Absoluuttinen metanoli
- May-Grünwald-väriiliuos
- Giemsan väriiliuos
- Ionivapaa vesi
- Fosfaattipuskuri 67,0 mmol/l, pH 6.8

SÄILYTYS- JA KÄYTTÖLOSUHTEET

Giemsa- ja May-Grünwald-värjäysliuokset tulee säilyttää valolta suojattuna 2–25 °C. Huomioi etiketin viimeinen käyttöpäivä. Valmiit värit tulee vaihtaa päivittäin.

VAROITUKSET, VAROTOIMET JA KÄYTTÖRAJOITUKSET

- **Perehdy käyttöturvallisuustiedotteeseen!**
- Käytä henkilösuojaimia reagensseja käsitellessäsi: suojakäsineet, hengityssuojain, kasvojensuojain sekä suojavaatetus
- Värjäysliuokset sisältävät metanolia, joka on myrkyllistä nieltynä, joutuessaan iholle tai hengitettynä
- Huolehdi riittävästä ilmanvaihdosta
- Potilasnäytteitä tulee pitää mahdollisesti tartuntavaarallisina, käytä aina suojakäsineitä
- Preparaatit tulee huuhtoa huolellisesti värjäyksen jälkeen värjäysartefaktujen välttämiseksi
- Värjäyksen suorittamisessa tapahtuvat muutokset voivat vaikuttaa lopulliseen värjäystulokseen, ja vaativat näin ollen menetelmän validoinnin

3 (3)

REAGENSSIEN VALMISTELU

Puskuroitu vesi: Fosfaattipuskuri laimennetaan ionivapaalla vedellä 1:20. (esim. 45 ml fosfaattipuskuria ja 855 ml ionivapaata vettä)

May-Grünwald-käyttöliuos: 120 ml May-Grünwald-värjäysliuos laimennetaan 80 ml puskuroidulla vedellä 3:2. (200 ml värjäysastia)

Giemsa-käyttöliuos: 28 ml Giemsa-värjäysliuosta ja 172 ml puskuroitua vettä. Giemsa-värjäysliuosta ei tarvitse suodattaa ennen käyttöä. (200 ml värjäysastia)

VÄRJÄYKSEN SUORITUS

1. Veren sivelyvalmiste kiinnitetään objektiivilasille absoluuttisella **metanolilla**. Upota lasi 10 minuutiksi astiaan.
2. Siirrä preparaatti **May-Grünwald**-käyttöliuokseen 5 minuutiksi.
3. Siirrä preparaatti **Giemsa**-käyttöliuokseen 12 minuutiksi.
4. Huuhtelee lasi **puskuroidussa vedessä** 3 eri astiassa.
 - 1. astia → 2 minuuttia
 - 2. astia → 5 minuuttia
 - 3. astia → 2 minuuttia
5. Tämän jälkeen preparaatti voidaan kuivata huoneenlämmössä tai lämpökaapissa (+40 °C). Preparaatti asetellaan pystyasentoon kuivumaan, esimerkiksi suodatinpaperin päälle.
6. Kuivaa valmiste nukkaamattomalla paperilla lasin nurjalta puolelta, jotta ylimääräinen väri saadaan pois.
7. Mikroskopointia ja säilytystä varten preparaatti tulee suojata peitinlasilla.

TULOSTEN TULKINTA

Punasolut	Oranssi/punainen
Valkosolujen tumat	Tummansininen/violetti
Sytoplasma	Vaaleansininen
Granulat	
- Basofiilit	Tummansininen
- Eosinofiilit	Punainen

JÄTTEIDEN HÄVITTÄMINEN

Värjäysliuosjäte hävitettävä ongelmajätteenä paikallisten ohjeiden mukaisesti. Objektilasit särnäisjätteeseen.

Liite 2. Esimerkkejä PowerPointista

1 (2)

B-Leuk (leukosyytit) = valkosolujen kokonaismäärä veressä

Viitearvo: $3,4-8,2 \times 10^9/l$

- Tehtävänä erilaisten tulehdusten torjunta ja poistaminen, tärkeitä elimistön immuunijärjestelmän kannalta
- Leukosyyttejä eli valkosoluja ovat
 - granulosyytit
 - neutrofiilit
 - eosinofiilit
 - basofiilit
 - monosyytit
 - lymfosyytit



B-Tromb (trombosyytit) = verihiutaleiden kokonaismäärä veressä

Viitearvo: $150-360 \times 10^9/l$

- Morfologialtaan epäsdännöllisen muotaisia, pieniä ja tumia puuttuu kokonaan
- Veressä trombosyyttien elinikä on 8-10 vuorokautta, ja 20-30 % veren trombosyyteistä on varastoitunut pernaan
- Tärkeä tehtävä osana veren hyytymiskaskadia:
 - Pystyvät pysäyttämään verenvuotoa aggregoitumalla eli kasaantumalla toistensa kanssa
 - Tukkivat suonivaurion muodostamalla hemostaattisen tulpan ja käynnistävät sen pinnalla trombiinin tuotannon
 - Houkuttelevat paikalle muita veren hyytymistekijöitä
- Trombosyyttien määrä voi kertaan mahdollisista verenvuodoista tai syöpäsairauksista. Se voi liittyä myös muihin sairauksiin tai taudustauteluihin.



B-Baso%, B-Baso $\times 10^9/l$ (basofiilit)

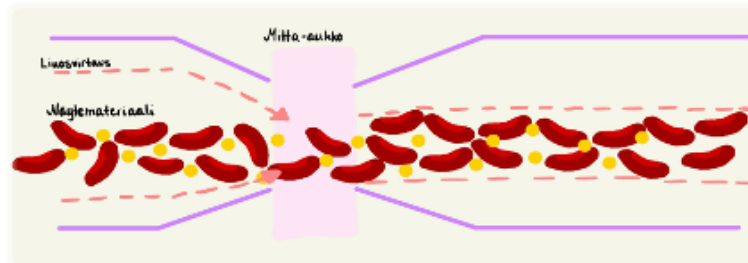
Viitearvo: $< 1-2 \%, 0,02-0,1 \times 10^9/l$

- Välittää yliherkkyysoireita ja tehostaa immuunivastetta
- Basofiileilla ja kudosten syöttösoluilla (mast-soluilla) on rakkuloita, jotka sisältävät hepariinia ja tulehdusta aiheuttavia aineita, histamiinia, leukotrieneja ja prostaglandiinijohdannaisia
- Rakkulat vapautuvat soluista äkillisten allergia- ja tulehdusreaktioiden yhteydessä



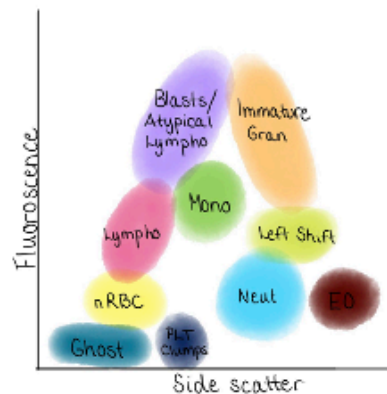
(jatkuu)

Tasavirtadetektio

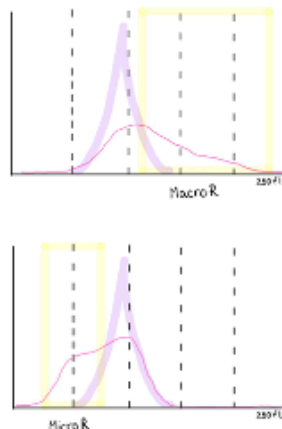


Diffi sirontakuvaaja

- Oheinen kuva havainnollistaa valkosolujen ja niiden nuoruusmuotojen paikkoja sirontakuvaajassa
- Analysaattori kykenee ilmoittamaan havainnoista "liputuksina", jos näytteessä epäillään olevan solujen nuoruusmuotoja tai epätyypillisiä lymfosyyttejä



Kuva 1. DIFF SCATTERGRAM (Mukailtu, Gupta, M. ym., 2018)





Kuvat 7-8. RBC-histogrammit (Mukailtu, Sysmex, n.d.d)

RBC- ja PLT-histogrammit

- Kertovat eri kokoisten erytrosyyttien ja trombosyyttien määrästä näytteessä
- Pienikokoiset eli mikrosyyttiset punasolut → RBC-histogrammi piirtyy vasempaan reunaan
- Suurikokoiset eli makrosyyttiset punasolut → RBC-histogrammi piirtyy oikeaan reunaan
- Pienet trombosyytit → PLT-histogrammi piirtyy vasempaan reunaan
- Suuret trombosyytit → PLT-histogrammi piirtyy oikeaan reunaan

Liite 3. Työohjeen palautelomake






May-Grünwald-Giemsä-värjäysohje, palaute


Työohje on tehty osana opinnäytetyötä. Palautekysely toimii osana opinnäytetyön tuotoksen laadunarviointia. Palauteiden pohjalta tulemme vielä tekemään tarvittaessa muutoksia, jotta työohje olisi mahdollisimman oppimista tukeva. Palautekyselyn vastaukset tallentuvat anonymisti ja palautteen anto on täysin vapaaehtoista. Kiitos paljon vastaamisesta! :)


Martta Lehtonen ja Senni Kerttula

Kun lähetät tämän lomakkeen, se ei kerää automaattisesti tietojasi, kuten nimeä ja sähköpostiosoitetta, ellei anna niitä itse.

- Kuinka selkeä ohje oli? 

- Koetko, että voisit jatkossakin käyttää ohjetta? 

- Etenikö ohje loogisessa järjestyksessä? 


- Oliko ohje mielestäsi liian laaja? 


Ei lainkaan

Hieman

Jonkin verran

Liian laaja

- Oliko työohjeessa mielestäsi riittävän kattavasti teoriaa? 

- Vapaa sana. Mitä kehitysideoita sinulla heräsi mieleen? 

Kirjoita vastaus

Liite 4. Moodle-kurssin pohja

1 (2)

Tervetuloa oppimaan hematologian perustutkimuksista ja MGG-värjäyksestä! Tiivistä kaikki

Verko-opiskelumateriaali on tuotettu osana opinnäytetyötä. Tällä kurssilla pääset opiskelemaan hematologian perustutkimuksista ja MGG-värjäyksestä. Kurssi sisältää teoriapohjaista materiaalia sekä tehtäviä. MGG-värjäykseen löydät työohjeen kyseisen otsikon alta, perehdythän siihen ennen laboraatioita. Kurssin päätteeksi on tarjolla kertausta korttien ja tehtävien muodossa sekä aihealueista, että koko kurssin laajuudelta. Käythän myös vastaamassa palautekyselyyn, kun olet kahlannut materiaalit ja tehtävät läpi, kiitos! Antoisia opiskeluhetkiä!





Etene aihealueet 1-3 numerojärjestyksessä. Jokaisessa osiossa on ensimmäisenä opiskeltava teoriaosuus, jonka jälkeen aiheeseen liittyvä/liittyviä tehtäviä. Tehtäviä voit suorittaa niin monta kertaa kuin haluat. Kun olet käynyt läpi osiot 1-3, ja tehnyt niihin kuuluvat tehtävät, siirry kurssin kertausosiioon.

1. Hematologian perustutkimukset



Hematologialla tarkoitetaan veritautioppia. Se on lääketieteen erikoisala, joka tutkii verta ja veren muodostusta, ja hoitaa veren sairauksia. Hematologisilla perustutkimuksilla tarkoitetaan veren avulla täsmennettävää yksilön terveyden tai taudin tilaa. Ne ovat tutkimuksia, jossa lasketaan veren solujen määrää, ja mitataan veren hemoglobiini sekä punasolujen indeksit.

Perehdy ensin teoriaan diojen avulla. Powerpoint-esitykseen on lisätty ääninauhointe. Nauhoitteen pystyt kuuntelemaan diasityksen ollessa päällä, tai painamalla dian alakulmassa olevasta kaiutin kuvakkeesta erikseen jokaisen dian kohdalla. PDF-tiedoston voit halutessasi tallentaa näppärästi omiin tiedostoihisi, jolloin pystyt opiskelemaan myös ilman verkkoyhteyttä. Muistiinpanoja olisi hyvä tehdä, jotta asiat jäisivät paremmin mieleen. Suosittelemme ääninauhointteiden kuuntelemista.

Tämän jälkeen voit siirtyä tekemään tehtävät 1 ja 2.

 Perusverenkuva PDF	Suoritus ▾
 Perusverenkuva, nauhoitteella PPTX	Suoritus ▾
 Täydellinen verenkuva PDF	Suoritus ▾
 Täydellinen verenkuva, nauhoitteella PPTX	Suoritus ▾

Tehtävät



 1. Mikä solu?	Suoritus ▾
 2. Valkosolujen tehtäviä	Suoritus ▾

2. Sysmex verenkuva-analysaattori



Verenkuva-analysaattorit toimivat automaattisilla solulaskimilla, ja niiden mittausperiaatteet ovat erilaisia. Ne voivat antaa hälytyksiä, jotka voivat johtua solujen määräsuhteiden muutoksista tai patologisten solujen löytymisestä, sekä solumorfologiasta.

Perehdy ensin teoriaan diojen avulla. Powerpoint-esitykseen on lisätty ääninauhointe. Nauhoitteen pystyt kuuntelemaan diasityksen ollessa päällä, tai painamalla dian alakulmassa olevasta kaiutin kuvakkeesta erikseen jokaisen dian kohdalla. PDF-tiedoston voit halutessasi tallentaa näppärästi omiin tiedostoihisi, jolloin pystyt opiskelemaan myös ilman verkkoyhteyttä. Kun olet käsitellyt teoriaosuuden ja kirjoittanut mahdolliset muistiinpanot, voit tehdä tehtävät 3 ja 4.

HUOM! Tässä osiossa olisi erityisen tärkeää kuunnella ääninauhointe, sillä asioita on avattu tarkemmin ja yksityiskohtaisemmin, jolloin esimerkiksi sirontakuvaajat saattavat avautua ja hahmottua paremmin.

 Sysmex verenkuva-analysaattorit PDF	Suoritus ▾
 Sysmex verenkuva-analysaattorit, nauhoitteella PPTX	Suoritus ▾

Tehtävät

 3. Yhdistä oikea parametri	Suoritus ▾
 4. Sysmex hälytykset ja liputukset	Suoritus ▾

(jatkuu)

3. MGG-värjäys

May-Grünwald–Giemsa (MGG) -värjäys kuuluu Romanowsky-värjäysryhmään. Se on hematologian standardimenetelmä, mutta siitä on tullut rutiinivärjäys myös sytopatologiassa. MGG-värjäyksessä käytetään kahta neutraalia väriainetta, May-Grünwaldia sekä Giemsa.

Perehdy teoriaan diojen sekä työohjeen avulla, jonka jälkeen voit tehdä tehtävän 5.

PowerPoint-esitykseen on lisätty ääninauhoite. Nauhoitteen pystyt kuuntelemaan diasityksen ollessa päällä, tai painamalla dian alkuilmassa olevasta kaiutin kuvakkeesta erikseen jokaisen dian kohdalla. PDF-tiedoston voit halutessasi tallentaa näppärästi omiin tiedostoihisi, jolloin pystyt opiskelemaan myös ilman verkkoyhteyttä. Suosittelemme kuuntelemaan ääninauhoitteen, ja tekemään omia muistiinpanoja.

Perehdy huolellisesti työohjeeseen vielä uudestaan ennen käytännön harjoittelua.

 MGG-värjäys PDF

Suoritus ▾

 MGG-värjäys, nauhoitteella PPTX

Suoritus ▾

Työohje

 MGG-värjäys työohje PDF

Suoritus ▾

Tehtävät

 5. MGG-värjäyksen periaate

Suoritus ▾

> Kurssin kertaus

> Kurssipalaute

▾ Lähteet

 Lähteet PDF

Liite 5. Moodle-kurssin palautekysely

1 (2)

...

Palautekysely Moodle-kurssista

Kurssi on tehty osana opinnäytetyötä. Palautekysely toimii osana opinnäytetyön tuotoksen laadunarviointia. Palauteiden pohjalta tulemme vielä tekemään tarvittaessa muutoksia, jotta kurssi olisi mahdollisimman itsenäistä opiskelua tukeva. Palautekyselyn vastaukset tallentuvat anonyymisti ja vastaaminen on täysin vapaaehtoista. Kyselyyn vastaaminen kestää vain muutaman minuutin. Kiitos paljon vastaamisesta :)
- Martta Lehtonen ja Senni Kerttula

Kun lähetät tämän lomakkeen, se ei kerää automaattisesti tietojasi, kuten nimeä ja sähköpostiosoitetta, ellei anna niitä itse.

*** Pakollinen**

1. Minkä vuosikurssin opiskelija olet? *

22BA

23BA

24BA

2. Kuinka selkeäksi koit kurssin rakenteen? *

☆☆☆☆☆

3. Kuinka selkeäksi koit kurssin ohjeistuksen? *


☆☆☆☆☆

4. Vastaa väittämiin *


	Kyllä	En osaa sanoa	Ei
Aihealueet olivat selkeästi jaoteltu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalia oli tarpeeksi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaalin opiskelu oli mielekästä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tehtävät olivat monipuolisia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tehtävät olivat mielekkäitä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tehtävistä oli hyötyä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

(jatkuu)


2 (2)

5. Jos vastasit johonkin kohdan 4. väittämään "Ei" tai "en osaa sanoa". Kertoisitko meille miksi, jotta voimme kehittää materiaalia. 


Kirjoita vastaus

6. Tukiko materiaali itsenäistä opiskelua? * 




7. Jos vastasit 1-2 tähteä kysymykseen 6. Voisitko kertoa miksi, jotta voimme kehittää materiaalia. 

Kirjoita vastaus


8. Koitko oppimateriaalin hyödylliseksi opinnoissa? * 




9. Kuuntelitko Powerpoint-esitykset nauhoitteella? * 

Kyllä

En

10. Jos vastasit kohtaan 9. "kyllä", arvioisitko kuinka hyödylliseksi koit nauhoitteet itsenäisen opiskelun kannalta? 



11. Vapaa palaute. Toivomme mahdollisimman rehellistä ja konkreettista palautetta, jotta voimme kehittää materiaalia palautteiden pohjalta. 

Kirjoita vastaus

Lähetä