

Sonja Ruotsalainen

## **Luuydintutkimuksen oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille**

Luuydintutkimuksen vaiheet bioanalyttikon näkökulmasta

## **Luuydintutkimuksen oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille**

Luuydintutkimuksen vaiheet bioanalyttikon näkökulmasta

Sonja Ruotsalainen  
Opinnäytetyö  
Syksy 2023  
Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä(t): Sonja Ruotsalainen  
Opinnäytetyön nimi: Luuydintutkimuksen oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille  
Työn ohjaaja(t): Jaana Holappa-Girginkaya ja Katja Nummilinna  
Työn valmistusluku- ja -vuosi: Syksy 2023  
Sivumäärä: 20 + 2

---

Luuydintutkimus on tärkeä osa pahalaatuisten veritautien diagnosoimisessa ja poissulkemisessa. Opinnäytetyönä toteutettiin oppimateriaali luuydintutkimuksen vaiheista, jotka ovat luuydinnäytteenotto, luuydinnäytelasien valmistus, niiden tarkastelu ja luuydinlausunto. Opinnäytetyön tarkoitus oli luoda laadukas oppimateriaali, joka tukee bioanalyttikko-opiskelijoita hematologian opintojaksolla ja hematologian harjoittelussa. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä NordLab Oulun hematologian laboratorion kanssa, koska luuydintutkimuksesta tarvittiin enemmän tietoa käytännön työvaiheista. Luuydintutkimuksen vaiheet ovat kuvattu NordLabin käytäntöjen mukaisesti. Luuydintutkimuksen oppimateriaali on tarkoitettu bioanalyttikko-opiskelijoille ja NordLabin työntekijöille. Opinnäytetyö toteutettiin sen eettisten suositusten mukaisesti käyttämällä hyvää tieteellistä käytäntöä, ihmisiin kohdistuvan tutkimuksen yleistä periaatetta ja eettistä ennakoarviointia.

Opinnäytetyön toteutusta varten tuli hakea tutkimuslupa-anomus, jotta voitaisiin ottaa kuvia ja videoita luuydinnäytteestä, luuydinnäytelaseista ja luuydinnäytelasien valmistamisesta. Oppimateriaaliin tulleiden kuvien ja videoiden ottamiseen meni kolme päivää. Oppimateriaali sisältää kuvien ja videon lisäksi teoriaa luuydintutkimuksesta ja luuydinnäytteen kuin luuydinnäytelasien laadusta, sekä tietoa luuydinnäytelasien värjämisestä ja luuydintutkimuksen viimeistelystä. Oppimateriaali koottiin Power-Point ohjelmalla ja opetusvideo tehtiin Windows videoeditorilla.

Oppimateriaali esitettiin bioanalyttikko-opiskelijoille seminaarissa ja oppimateriaali annettiin heille sen jälkeen luettavaksi. Bioanalyttikko-opiskelijat saivat sen jälkeen täytettäväksi kyselyn, jonka avulla mitattiin opinnäytetyön laatutavoitteita. Laatutavoitteet olivat selkeä ja ymmärrettävä oppimateriaali, sekä ajankohtainen ja oleellinen luuydinnäytteisiin liittyvä teoria. Kyselyyn vastasi 29 bioanalyttikko-opiskelijaa. Lähes kaikki bioanalyttikko-opiskelijoista kokivat oppimateriaalin selkeänä ja omaa oppimista tukevana. Oppimateriaaliin tehtiin muokkauksia kyselyn tulosten perusteella, jotta oppimateriaali olisi tavoitteiden mukaisesti helppolukuinen.

Oppimateriaali on jatkossa valmis bioanalyttikko-opiskelijoiden käyttöön hematologian opintojaksolla. NordLab saa oppimateriaalin omaan käyttöönsä ja voi jakaa sitä internetsivuillaan tai henkilökunnan kesken. Oppimateriaali jakaa nykyhetkistä tietoa luuydintutkimuksen vaiheista ja luuydinnäytelasien laadukkaasta valmistamisesta.

---

Asiasanat: Luuydintutkimus, oppimateriaali, luuydinnäytelasi, luuydin, hematologia.

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Program in Biomedical Laboratory Science

---

Author(s): Sonja Ruotsalainen

Title of thesis: The learning material on bone marrow research for students of biomedical laboratory science

Supervisor(s): Jaana Holappa-Girginkaya and Katja Nummilinna

Term and year when the thesis were submitted: Fall semester 2023

Number of pages: 20 + 2

---

Bone marrow research is a crucial part of diagnosing and ruling out malignant blood diseases. The thesis involved the creation of a learning material about the phases of bone marrow research. The purpose of the thesis was to create the high-quality learning material that supports students of the biomedical laboratory science in the hematology's course and in hematology's internship. The thesis was done in collaboration with the NordLab's hematology laboratory in Oulu, as more practical information was needed for bone marrow research. The stages of the bone marrow research are described in accordance with NordLab's practices. The learning material on bone marrow research is intended for students of biomedical laboratory science and employees of NordLab. The thesis was carried out in accordance with its ethical recommendations, following good scientific practice, the general principle of research involving humans and ethical pre-assessment.

For the implementation of the thesis, a research permit application had to be submitted to take pictures and videos of bone marrow samples and bone marrow slides. The learning material included a theory on bone marrow research and quality of bone marrow samples and slides. It also covered the staining of bone marrow slides and final stages of bone marrow research. The learning material was compiled using Power-Point software, and the teaching video was created using Windows video editor.

The learning material was given to students of biomedical laboratory science for evaluation. They answered to a survey given to them about the learning material, with purpose of measuring the quality goals of the thesis. Most of students of biomedical laboratory science found the learning material clear and supportive of their learning. In the future, the learning material will be available for use by students of biomedical laboratory science and employees of NordLab.

---

Keywords: Bone marrow research, learning material, bone marrow slide, bone marrow, hematology.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	LUUYDINTUTKIMUKSEN PERIAATE JA VAIHEET .....	7
2.1	Luuydin.....	8
2.2	Luuydinnäytteenotto ja luuydinnäytelasien tekeminen .....	9
2.3	Luuydinnäytelasien värjäys .....	10
2.4	Luuydintutkimuksen viimeistely .....	12
3	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	14
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	17
5	POHDINTA.....	18
	LÄHTEET.....	19
	LIITTEET .....	22

# 1 JOHDANTO

Luuydintutkimus tarjoaa tietoa luuytimen tilasta ja täydentää muita diagnostisia menetelmiä hematologian laboratoriossa. Luuydintutkimuksessa olennaisinta on laadukkaat luuydinnäytelasit, jotta niistä voisi antaa luotettavan lausunnon. Vastuu luuydinnäytelasien laadukkuudesta on bioanalyytikolla, koska hän valmistaa ja värjää luuydinnäytelasit. Luuydintutkimuksesta ja sen vaiheista on hyvä opiskella bioanalytiikan tutkinto-ohjelmassa, koska se tukee bioanalyttikoiden ammattitaitoa työelämässä. Luuydintutkimuksen luuydinnäytteenotto voi tulla eteen niin terveyskeskuksissa kuin sairaaloissa, joissa myös ammattitaitoisia bioanalyttikoita tarvitaan.

Opinnäytetyön idea syntyi näkemyksestä, kuinka luoda bioanalytiikan tutkinto-ohjelmaan lisää oppimateriaalia luuydintutkimuksesta käytännössä. Opinnäytetyö on toiminnallinen ja sen toteutuksena on koottu oppimateriaali luuydintutkimuksen vaiheista bioanalyttikon näkökulmasta. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä NordLab Oulun hematologian laboratorion kanssa ja luuydintutkimuksen vaiheet ovat kuvattu kyseisen laboratorion käytäntöjen mukaisesti.

Opinnäytetyön oppimateriaali on tarkoitettu bioanalyttikko-opiskelijoiden ja NordLabin henkilökunnan käyttöön. Opinnäytetyö kertoo pääsääntöisesti luuydintutkimuksesta, sen indikaatioista, luuydinnäytteenotosta ja luuydinnäytelasien teoista luuydintutkimuksen valmistumiseen saakka. Oppimateriaaliin on otettu kuvia ja videoita luuydinnäytelaseista ja niiden valmistamisesta havainnollistamaan, miltä luuydinnäytteet näyttävät ja miten luuydinnäytelaseja tehdään.

Opinnäytetyön tarkoitus on tukea bioanalyttikko-opiskelijoita hematologian opintojaksolla ja harjoittelussa. Oppimateriaali sisältää teorian lisäksi myös paljon käytännön tietoa, mitä olen työelämässä oppinut. Haluan oppimateriaalin olevan mahdollisimman hyödyllinen ja selkeä opiskelijoille. Oppimateriaali esiteltiin bioanalyttikko-opiskelijoille ja he ovat saaneet vaikuttaa sen sisältöön kyselyn kautta. Materiaalia on muokattu opiskelijoiden toiveiden mukaisesti.

## 2 LUUYDINTUTKIMUKSEN PERIAATE JA VAIHEET

Luuydintutkimukseen (Bm-MGGFe eli MGG- ja rautavärjäys luuytimestä) kuuluu aspiraationäytteenotto, luuydinlasien valmistus, niiden tarkastelu ja lausunto. Se on olennainen osa pahalaatuisen verisyöpien diagnosoimisessa tai poissulkemisessa. Luuydintutkimuksen avulla voidaan tutkia anemioiden, leukemioiden ja muiden veritautien syntyä. Tutkimus on suhteellisen edullinen ja lyhytkestoinen toteuttaa. (Savolainen & Tienhaara, 2015; Matinlauri & Vilpo, 2010, luku 20.4; NordLab, 2015, 1.)

Luuydinnäytelaseista voi nähdä mikroskoopin avulla viitteitä raudanpuutteesta, hemolysistä tai verisolujen tuotantohäiriöistä. Kaikkien verisairauksien selvittelyyn luuydintutkimus ei ole yksinään spesifi laboratoriolöydös, mutta niissäkin tapauksissa luuydintutkimus voi tukea muiden tutkimusten löydöksiä. Tärkeimmät indikaatiot luuydintutkimuksen suorittamiseen ovat leukemiadiagnoosin löytäminen ja hoitojen seuranta. Tarkempi selvitys luuydintutkimuksen indikaatioista löytyy taulukosta 1. (Savolainen & Tienhaara, 2015; Matinlauri & Vilpo, 2010, luku 20.4.)

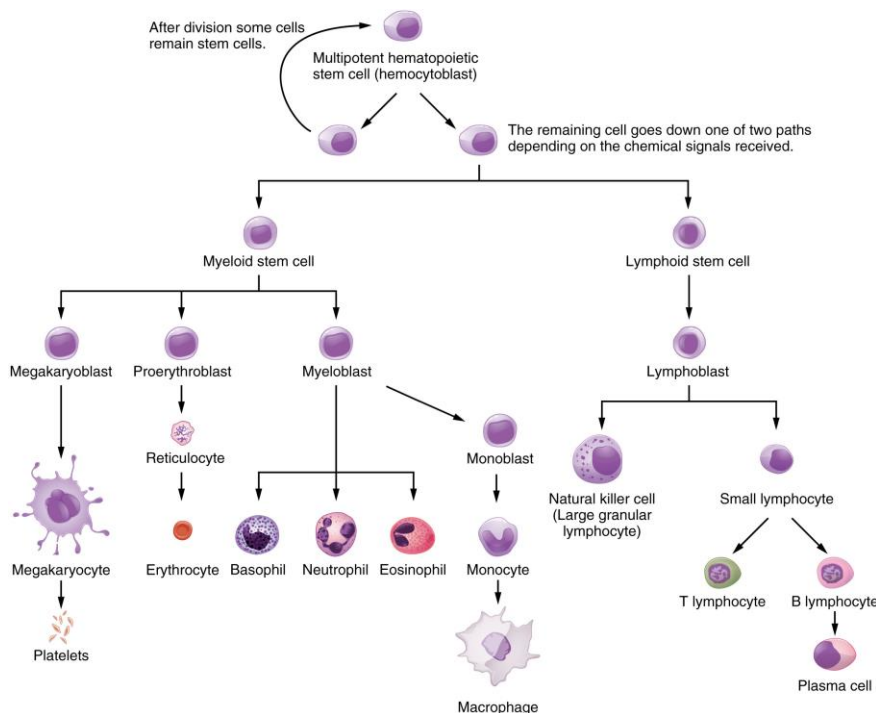
TAULUKKO 1. Luuydintutkimuksen indikaatiot. (Mayo Clinic, 2022; Savolainen & Tienhaara, 2015.)

<b>Luuydintutkimuksen indikaatiot</b>
<b>Epäselvä anemia</b>
<b>Epäselvä trombositopenia</b>
<b>Epäselvä leukopenia/leukosytoosi</b>
<b>Epäselvä kuumeilu</b>
<b>Imusolmukesuurentumat</b>
<b>Epäily pahanlaatuisesta kasvaintaudista</b>
<b>Kemoterapian seuranta</b>
<b>Lymfooman levinnäisyystutkimus</b>
<b>Paikalliset luukivut</b>
<b>Luun metabolisen sairauden selvittely</b>

## 2.1 Luuydin

Luuydin (bone marrow) on nestemäinen kudos, joka sijaitsee luun sisällä. Aikuisilla sitä löytyy enimmäkseen kylkiluista, lantiosta ja rintalastasta. Lapsilla sitä esiintyy vielä jokaisen luun ytimestä. Luuytimen tarkoitus on luoda verisoluja, josta veri muodostuu. Luuydinnäytelasilta lääkäri tutkii luuytimen solujakaumaa, morfologiaa ja mahdollisia verisolujen tuotantohäiriöitä. Tämän takia luuydintä on olennaista tutkia, kun epäillään pahanlaatuisia verisyöpiä. (Salonen, 2020; Matinlauri & Vilpo, 2010, luku 20.4.)

Luuytimessä tapahtuvaa verisolujen muodostumista kutsutaan hematopoieesiksi (Kuvio 1). Hematopoieesissa kantasolu jakaantuu ja kypsyy eri verisoluiksi, kuten punasoluiksi, valkosoluiksi tai verihiutaleiksi. Punasolut ovat kypsyessään tumattomia koveria kiekkomuotoisia soluja. Ne kantavat muun muassa hemoglobiinia ja sitovat happea. Valkosolut jaetaan neutrofiileihin, basofiileihin, eosinofiileihin, lymfosyytteihin ja monosyytteihin, jotka voidaan erottaa valkosolujen erittelylaskennalla tai soluja värjäämällä antigeeneillä virtausytometriassa. Jokaisella valkosolulla on oma tehtävänsä ihmisen immuunipuolustusjärjestelmän ylläpitämisessä. Luuydin sisältää myös epäkypsiä eli varhaismuotoisia verisoluja. Epäkypsiä soluja ovat blastit, promyelosyytit, myelosyytit, metamyelosyytit, epäkypsät punasolut kuten erythroblastit ja megakaryosyytit. Epäkypsät verisolut eivät kuulu terveeseen ihmisen verenkiertoon. (Chow & Frenette, 2018.)



KUVIO 1. Hematopoieesi luuytimessä. (Wikipedia Commons, 2020.)

## 2.2 Luuydinnäytteenotto ja luuydinnäytelasien tekeminen

Luuydinnäytteenotossa lääkäri aspiroi eli imee ruiskun avulla potilaasta nestemäistä luuydintä joko potilaan rintalastasta sternaalipunktiona tai suoliluun takaharjasta kristapunktiona. Lääkärin apuna toimii sairaanhoitaja. Toimenpide suoritetaan paikallispuudutteen avulla, mutta lapsilta näyte otetaan kevyessä narkoosissa eli nukutuksessa. Laboratoriohoitaja tekee luuydinnäytelasit paikan päällä luuydinnäytteenotossa, koska luuydinnäyte ei säily pitkään laadukkaana. Hematologian laboratorion lääkäri tarkastelee ja antaa kirjallisen lausunnon luuydinnäytelaseista saaduista löydöksistä. (Mayo Clinic, 2022; Matinlauri & Vilpo, 2010, luku 20.4; NordLab, 2015, 1.)

Luuydinnäytelasien tekemistä varten laboratoriohoitaja valmistelee itselleen aputyöpöydän, missä on objektilaseja, spaatteli, kuivain ja kellolaseja. Laboratoriohoitajalla on kellolasilla valmiina 3–5 tippaa 3,5 % natriumsitraattiliuosta, joka hidastaa luuydinnäytteen hyytymistä. Lääkäri aspiroi 2 ml ruiskuun luuydinnäytettä aspiraationeulan kautta, ja laboratoriohoitaja ottaa näytteen vastaan kellolasille. Luuydinnäytettä tarvitaan 0,5 ml. Toimenpiteessä tulee olla nopea, koska luuytimessä aktivoituu hyytymisprosessi heti, kun aspiraationeula menee luupinnan läpi eli luuydinnäyte hyytyy helposti. Hyytynyttä luuydinnäytettä ei voida käyttää luuydintutkimuksessa. (NordLab, 2015, 1.)

Kun lääkäri on siirtänyt luuydinaspiraatin kellolasille, laboratoriohoitaja sekoittaa luuydinnäytteen pikaisesti 3,5 % natriumsitraatin kanssa kellolasia heiluttelemalla ja arvioi luuydinnäytteen laadun. Luuydinnäyte on hyvä, jos se sisältää selkeästi luuydinfragmenteja veren seassa. Luuydinnäyte ei aina aspiroidu oikeasta paikasta, jolloin siinä ei ole tarpeeksi tai ollenkaan luuydinfragmenteja. Sen takia laboratoriohoitaja arvioi aina luuydinnäytteen ja siinä olevien luuydinfragmenttien määrän. Luuydinaspiraatio suoritetaan uudelleen eri kohdasta uudella puhtaalla aspiraationeulalla, jos ensimmäinen luuydinnäyte ei ole tarpeeksi laadukas tai se ehtii hyytyä. (Mayo Clinic, 2022; NordLab, 2015, 1.)

Luuydinnäytelasit tehdään objektilasille, johon kerätään muutama luuydinfragmentti ja yhden pisan verran verta. Puristevalmisteen teko tapahtuu asettamalla toinen objektilasi luuydinnäytteen päälle niin, että luuydin jää lasien väliin ja veri lähtee leviämään. Objektilaseja ei saa puristaa yhteen, vaan luuydinnäytteen tulisi levitä päällimmäisen objektilasin painolla. Poikkeuksena luuydinnäytteen leviämistä voi auttaa hellästi painamalla päällimmäistä objektilasia, jos luuydinnäyte koostumukseltaan kovempaa kuin normaalisti. (NordLab, 2015, 1; Savolainen & Tienhaara, 2015.)

Puristevalmiste tehdään pitämällä molempia objektilaseja käsissä. Pöytää vasten liikkeestä tulee helposti liian lujaotteinen. Ennen kuin veri leviää objektilasien reunoille asti, objektilasit vedetään erilleen toisistaan nostamatta tai painamatta objektilaseja enempää. Luuydinnäytelasi kuivataan välittömästi mielellään hiustenkuivaajan kylmäasetusta käyttäen, jotta luuydinsolujen morfologia eli rakenne säilyy hyvänä. (NordLab, 2015, 1; Savolainen & Tienhaara, 2015.)

Lääkäri voi ottaa potilaasta myös luuydinbiopsian. Luuydinbiopsia on pieni pala luuytimeä. Sitä voidaan sivellä objektilasille luuydinaspiraationäytteen korvaamiseksi, jos luuydinnäytelaseja ei olla saatu siitä tarpeeksi. Biopsiasivelyssä on kuitenkin riskinä, ettei aina saada luuydinfragmenttisolukkoa tarttumaan objektilasille. Luuydinbiopsia puolestaan lähetetään patologian laboratorioon tutkimuksiin. (NordLab, 2015, 2.)

### **2.3 Luuydinnäytelasien värjäys**

Luuydintutkimukseen tehdään luuydinnäytelaseja kahdeksan kappaletta, jos luuydinnäytettä on riittävästi. Luuydinnäytelaseista kaksi laitetaan MGG-värjäykseen eli May-Grünwald-Giemsavärjäykseen ja toiset kaksi rautavärjäykseen. Tutkimusta varten tehdään myös neljä kappaletta perifeerisen veren sivelyvalmistetta. Niistä kaksi värjätään MGG-värjäyksellä. (NordLab, 2015, 1; Savolainen & Tienhaara, 2015.)

Lasten luuydinnäytteestä pyritään tekemään 10–16 luuydinnäytelasia, koska niistä noin neljä luuydinnäytelasia laitetaan MGG-värjäykseen ja kaksi luuydinnäytelasia rautavärjäykseen. Lapsilta otetaan myös biopsianäyte, josta tehdään aina sivelylasit. Niistä on hyvä laittaa yksi tai kaksi lasia MGG-värjäykseen, jotta lääkäriillä olisi varmasti luuydinnäytelaseja, joista löytyisi luuydinsolukkoa. (Savolainen, Paavola & Pelkonen, 2019, 1.)

Värjäämättömät luuydinnäytelasit jäävät varalaseiksi. Niitä on hyvä olla 2–4 kappaletta. Varanäytelaseja tarvitaan, jos esimerkiksi ensimmäinen värjäyserä menee pieleen. Aina luuydinnäyte ei riitä varalaseihin asti, jos luuydinnäyte ehtii hyytyä tai siinä on ollut vähäinen määrä luuydinfragmenteja. Jos laadukkaita luuydinnäytelaseja ei saada vedettyä tarpeeksi eli yli neljä luuydinnäytelasia, lääkäri päättää riittävätkö luuydinnäytelasit vai otetaanko luuydinnäyte uudelleen. Rautavärjäys voidaan jättää pois lääkärin luvan kanssa, jotta luuydinnäytelaseja jäisi MGG-värjäykseen. (NordLab, 2015, 1; Savolainen & Tienhaara, 2015.)

Luuydiaspiraationäytteenotossa voidaan ottaa vielä lisäksi muita luuydinnäytteitä esimerkiksi kromosomi- tai virtausytometriin tutkimuksiin. Näistä muista luuydinnäytteistä huolehtii lääkäriä avustava sairaanhoitaja sillä välin, kun laboratoriohoitaja tekee luuydinnäytelaseja. Luuydiaspiraationäyte otetaan ensimmäisenä laadunvarmistamiseksi, jotta laboratoriohoitaja voi todeta näytteen sisältävän luuydinfragmenteja. Tämän jälkeen voidaan ottaa muut luuydinnäytteet. (NordLab, 2015, 1; The Leukemia & Lymphoma Society, 2023.)

MGG-värjäyksen on tarkoitus tuoda tarkasti esiin solujen rakenteet sekä niiden mahdolliset poikkeamat. MGG-värjäys on onnistunut, kun luuydinnäytelasi tai verensivelyvalmiste on värjäytynyt sinivioletiksi. Värjäys voi puolestaan epäonnistua monesta syystä, minkä takia värjäysprosessissa tulee olla huolellinen, jotta voidaan välttää virhelähteet. (Taulukko 2.) Rautavärjäys taas kertoo solujen rautavarastojen tilanteesta, ja tuo esiin sideroplastien eli rautajyväsiä sisältävien varhaisen asteen punasolujen tarkan morfologian. Värjäyksen jälkeen kaikki lasit päällystetään peitinlasilla. (Savolainen & Tienhaara, 2015.)

TAULUKKO 2. May-Grünwald-Giemsa-värjäyksen virhelähteet. (Savolainen ym. 2019.)

MGG-värjäyksen virheet	Virheen syytä
<b>Epätasainen värjäystulos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Värjäysliuksesta ehtinyt haihtua alkoholi.</li> <li>➤ Sakkaantunut värjäysliuos</li> <li>➤ Hapettuneet väriaineet</li> <li>➤ Väärässä mittasuhteessa tehty värjäysliuos.</li> </ul>
<b>Siniseksi värjäytynyt luuydinlasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Liian emäksinen puskuriliuos.</li> <li>➤ Emäksiset pesuainejäännökset</li> <li>➤ Hapettuneet väriaineet</li> <li>➤ Luuydinlasit olleet värjäysliuksessa liian pitkään.</li> <li>➤ Huuhtelu ollut liian lyhyt tai huolimaton.</li> <li>➤ Luuydinlaseja ei ole kiinnitetty kunnolla.</li> <li>➤ Metanoli ollut liian kauan huoneilmassa.</li> <li>➤ Luuydinlasit ovat vanhoja.</li> </ul>
<b>Punaiseksi värjäytynyt luuydinlasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Liian hapan puskuriliuos</li> <li>➤ Luuydinlaseja on huuhdeltu liian pitkään.</li> <li>➤ Luuydinlaseja ei ole kuivattu kunnolla.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Luuydinlaseja ei ole pidetty tarpeeksi pitkään värjäysliuoksessa.</li> </ul>
<b>Ylivärjäytyminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Luuydinlaseja ei ole pidetty tarpeeksi pitkään värjäysliuoksessa.</li> <li>➤ Luuydinlaseja on pidetty liian kauan värjäysliuoksessa tai niitä ei ole huuhdeltu tarpeeksi hyvin.</li> </ul>
<b>Solujen morfologia ei erotu tarkasti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Luuydinlasia ei ole kiinnitetty kunnolla.</li> <li>➤ Metanoli ollut liian kauan huoneilmassa.</li> </ul>
<b>Vesipeiliartefakta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Metanoli ollut liian kauan huoneilmassa, jolloin metanoli kerää vettä itseensä.</li> </ul>

## 2.4 Luuydintutkimuksen viimeistely

Laboratoriohoitajan työtehtävä ei lopu luuydinnäytelasien valmisteluun luuydintutkimuksessa. Luuydintutkimus viimeistellään keräämällä värjätyt luuydin- ja perifeerisen veren näytelasit tarjottimelle järjestykseen hematologian laboratorion lääkäreiden suorittamaa mikroskopointia varten. MGG-värjätyt perifeerisen veren sivelyvalmisteet tulevat ensin. Sen jälkeen laitetaan MGG-värjätyt luuydinnäytelasit ja lopuksi rautavärjätyt luuydinnäytelasit. Mukaan tulevat myös varanäytelasit, jotka hävitetään oikeaoppisesti lasijätteeseen, kun lääkäri on antanut lausunnon luuydintutkimuksesta. Värjätyt luuydinnäytelasit säilötään aina arkistoon, jotta niihin voidaan palata tarvittaessa uudelleen. Luuydinnäytelaseja säilytetään arkistossa 100 vuotta. (Savolainen ym. 2019, 1.)

Luuydinnäytelasien mukana seuraa luuydintutkimuslähete, jonka tutkimuksen pyytävä lääkäri on tehnyt. Lääkäri on kirjannut läheteeseen valmiiksi jo potilaan henkilötiedot ja anamneesin, joka on lyhyt esittely potilaan tilasta ja mitä luuydintutkimuksella halutaan selvittää. Laboratoriohoitaja täyttää läheteeseen tutkimukselle annetun juoksevan numeron ja perusverenkuva- ja leukosyyttien erittelylaskennan vastaukset. Luuydinnäyte ja verinäyte tulee olla otettuna samana päivänä. Läheteeseen liitetään tuloste perusverenkuva-analysaattorilta, jossa nähdään solujen sirontakuvaaja. (Savolainen ym. 2019, 1.)

Jos potilaalle on tehty aikaisemmin luuydintutkimus, etsitään luuydinlasien arkistosta enintään vuoden vanhat edelliskerran luuydinnäytelasit. Tämän jälkeen luuydintutkimus on laboratoriohoitajan

osalta valmis. Tarjottimelle kerätyt luuydinnäytelasit, perifeerisen veren näytelasit ja luuydintutkimuslähete viedään hematologian laboratorion lääkärille. Hematologian laboratorion lääkäri mikroskopoi värjätyt näytelasit, ja antaa niistä lausunnon. (Savolainen ym. 2019, 1.)

### 3 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön toteutusta varten tehtiin tutkimuslupa-anomus video- ja kuvamateriaalin ja luuydin-  
näytelasien keräämiseen Oulun NordLabilta. Lupaprosessin jälkeen materiaali kerättiin vuonna  
2021 helmikuun aikana. Oppimateriaaliin kuvattiin eri luuydinnäytteitä kellolasilla, erilaisia luuydin-  
näytelaseja, välineitä mitä luuydinnäytelasien tekemiseen tarvitaan, värjättyjä luuydinnäytelaseja ja  
mikroskooppikuvia luuydinnäytelaseista solujen morfologian vertailuun. Luuydinnäytelaseilta solu-  
jen morfologian erojen vertailu jäi lopulta projektista pois, koska se ei ole varsinaisesti bioanalyti-  
kon tehtävä. Videokuva otettiin luuydinnäytelasien tekemisestä ja sen oikeasta tekniikasta. (Tau-  
lukko 4.) Kuvaamiseen ja luuydinnäytelasien keräämiseen käytettiin kolme päivää.

TAULUKKO 4. Oppimateriaaliin tarvittava video- ja kuvamateriaali.

<b>Video- ja kuvamateriaali</b>	<b>Kuvaus mitä tarvitaan</b>
<b>Kuvia luuydinnäytteestä kellolasilla</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Luuydinnäyte, jossa on hyvin luuydinframenteja.</li><li>➤ Luuydinnäyte, jossa on vähän luuydinframenteja.</li><li>➤ Luuydinnäyte, johon ei ole aspiroitu luuydinframenteja.</li><li>➤ Hyytynyt luuydinnäyte</li></ul>
<b>Kuvia värjäämättömistä luuydinnäytelaseista</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Esimerkkejä luuydinnäytelaseista, jotka ovat vedetty laadukkaasti, ja joissa on luuydintä mukana.</li><li>➤ Esimerkkejä huonolaatuisista luuydinnäytelaseista.</li><li>➤ Luuydinnäytelasi, jossa on niukasti luuydintä.</li><li>➤ Luuydinnäytelasi, jossa ei ole ollenkaan luuydinframenteja</li></ul>
<b>Kuvia värjättyistä luuydinnäytelaseista</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Luuydinnäytelasi hyytyneestä näytteestä.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Esimerkkejä luuydinnäytelaseista, jotka ovat vedetty laadukkaasti, ja joissa on luuydintä mukana.</li> <li>➤ Esimerkkejä huonolaatuisista luuydinnäytelaseista</li> <li>➤ Luuydinnäytelasi, jossa on niukasti luuydintä.</li> </ul>
<p><b>Mikroskooppikuvia MGG-värjätyistä luuydinnäytelaseista</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Luuydinnäytelasi, jossa ei ole ollenkaan luuydinfragmenteja.</li> <li>➤ Luuydinnäytelasi, joka on laadukkaasti tehty.</li> <li>➤ Luuydinnäytelasi, joka ei ole kuivattu teon jälkeen.</li> <li>➤ Esimerkkejä luuydinnäytelaseista, jotka ovat tehty käyttämällä liikaa voimaa.</li> </ul>

Oppimateriaali koottiin Power-Point ohjelmalla. Se sisältää kuva- ja videomateriaalia sekä teoriaa. Oppimateriaalissa esitellään luuydintutkimus, sen indikaatiot ja bioanalyytikon rooli tutkimuksessa. Oppimateriaali sisältää myös opetusvideon luuydinnäytelasien valmistamisesta. Sen jälkeen seuraa käytännön osuus luuydinnäytelasien teosta, johon kuuluu opetusvideo. Opetusvideo tehtiin Windowsin videoeditorilla. Oppimateriaaliin on liitetty teoriaa ja havainnollistavia kuvia luuydinnäytelasien laadusta ja mikä laatuun vaikuttaa. Loppu kertoo siitä, miten luuydinnäytelasi värjätään ja päällystetään, ja mitä sen jälkeen vielä tulee tehdä ennen kuin luuydintutkimus on valmis.

Valmis oppimateriaali esitettiin seminaarissa hematologian opintojaksolla bioanalytikko-opiskelijoille. Myöhemmin oppimateriaali annettiin opiskelijoille luettavaksi, jotta he saivat tutustua siihen rauhassa. Sen jälkeen opiskelijat täyttivät kyselyn oppimateriaalista. Kyselyn avulla kartoitettiin kirjoitus- tai asiavirheitä, kokivatko opiskelijat oppimateriaalin yhtenäisenä, ja onko oppimateriaali soveltuva opiskeluun. Kyselyn tarkoitus oli varmistaa, että oppimateriaali ja tavoitteet kohtaavat.

Projektin tavoitteena oli, että bioanalytikko-opiskelijat oppivat syvemmin luuydintutkimuksesta ja ymmärtävät heidän roolinsa siinä. He oppisivat teoriassa, miten arvioida luuydinfragmenttien

määrä kellolasilla, miten luuydinnäytelasit tehdään, mikä vaikuttaa luuydinnäytelasien laatuun, ja milloin luuydintä on oikea määrä luuydinnäytelasilla. Mittarina tavoitteiden saavuttamiseen käytettiin opiskelijoiden kokemusta ja laatukriteereitä. Laatuarviointi varmistettiin kyselyllä, johon vastasi lopulta 29 bioanalyttikko-opiskelijaa. Kyselyn avulla he saivat antaa palautetta oppimateriaalista, joka otettiin huomioon oppimateriaalin parantamisessa. Oppimateriaali tehtiin ammattiosaajien eli opettajien ja yhteistyökumppanin NordLab Oulun hematologian laboratorion avustuksella, joka takasi teorian ja käytännön laadukkuuden.

## 4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Toiminnallisessa opinnäytetyössä mitattiin laatutavoitteita kyselyn avulla (LIITE 1). Opinnäytetyön laatukriteerit olivat selkeä ja ymmärrettävä oppimateriaali, ja ajankohtainen ja oleellinen luuydinnäytteisiin liittyvä teoria. Opinnäytetyö toteutettiin sen eettisten suositusten mukaisesti käyttämällä hyvää tieteellistä käytäntöä, ihmisiin kohdistuvan tutkimuksen yleistä periaatetta ja eettistä ennakkoarviointia (Arene, 2020, 5.) Projekti toteutettiin niin, että kaikki potilastiedot pystyttiin salaamaan. Videoita otettiin vain niistä luuydinnäytteistä, missä potilas itse antoi luvan.

Kyselyyn vastasi 29 bioanalyttikko-opiskelijaa. Yli 90 prosenttia opiskelijoista eivät olleet vielä hematologian harjoittelussa ja noin 80 prosenttia opiskelijoista eivät olleet osallistuneet kertaakaan luuydinnäytteenoton seuraamiseen. Suurimmalle osalle aihe oli uusi, mikä sopii hyvin oppimateriaalin testaamiseen. Opiskelijat olivat onnistuneet huomaamaan muutamat kirjoitusvirheet, mitkä korjattiin oppimateriaalin uudistamisen yhteydessä. Lähes kaikki kokivat oppimateriaalin selkeänä. Oppimateriaali on muokattu opiskelijoiden toiveiden mukaisesti helppolukuisemmaksi vähentämällä tekstimäärää yhtä diaa kohden ja kirjoittamalla opiskelijoita hämmentävät kohdat selkeämmin. (LIITE 1)

Opetusvideo auttoi kaikkia opiskelijoita ymmärtämään paremmin, miten luuydinnäytelaseja tehdään. Suurin osa opiskelijoista kokivat myös videon rakenteen hyväksi. Videota ei uudistettu, koska se oli sopiva sellaisenaan. Videoon olisi myös haluttu osa luuydinnäytteenotosta, mutta niitä ei kuvattu potilastietojen salassapidon turvaamiseksi. Opiskelijat arvioivat oppimateriaalin hyödyllisyyden 9/10. Alin arvosana oli 8. Kukaan ei kokenut materiaalia täysin hyödyttömänä. Vähän alle puolet opiskelijoista antoivat todella rakentavaa palautetta materiaalin kokonaisuudesta, minkä avulla sain hyviä ideoita materiaalin korjaamiseen. Oppimateriaali on muokattu opiskelijoiden ehdotuksien mukaan. (LIITE 1)

Eryisesti opinnäytetyössä haluttiin panostaa toteutukseen, kuten kattavan ja oleellisen materiaalin keräämiseen ja niiden yhdistämiseen teorian kanssa. Opinnäytetyötä tehtiin vaadittujen rakenteiden mukaisesti huomioiden eettisyyden kuin salassapitovelvollisuuden koko työn ajan. Opiskelijat olivat kyselyn perusteella tyytyväisiä oppimateriaaliin. Tavoite on hyvin saavutettu ja suunnitelma kuin toteutus onnistuttiin tekemään aikataulujen mukaisesti.

## 5 POHDINTA

Luuydintutkimuksen vaiheet bioanalyytikon näkökulmasta oli hyvä valinta minulle opinnäytetyöksi. Pystyin asettamaan selkeät tavoitteet itselleni, kun aihe oli jo tuttu töiden puolesta. Luuydintutkimuksen vaiheiden lisäksi opinnäytetyöhön olisi hyvin voinut sisällyttää enemmän videoita esimerkiksi perifeeristen verensivelyvalmisteiden teosta tai luuydinnäytteenotosta. Päätin rajata silti toteutuksen kokonaisuutta itselleni sopivammaksi, ettei toteutuksen osuudesta tulisi yhdelle ihmiselle liian suuri.

Opinnäytetyö auttoi minua syventämään tietämystäni luuydintutkimuksen teoriaosuudesta kuin mitkä asiat luuydinnäytelasien laatuun vaikuttavat. Opinnäytetyöstä syntyi minulle mielenkiintoinen projekti, jonka ansiosta kehityin paljon työntekijänä. Luuydintutkimus on itseasiassa osa isompaa kokonaisuutta hematologian laboratoriossa, ja olisi ollut hienoa sisällyttää opinnäytetyöhön mukaan muitakin tutkimuksia kuten luuytimen immunofenotyypitys, jos aikaa olisi ollut rajattomasti.

Yhteistyö NordLabin hematologian laboratorion kanssa mahdollisti minulle havainnollistavia kuvia ja videoita luuydinnäytteistä ja luuydinnäytelaseista, joita ennestään löytyi vielä vähän. Myös työskentely itse hematologian laboratoriossa antoi minulle syvempää ymmärrystä työvaiheista. Se toi myös uudenlaisen haasteen opinnäytetyötä tehdessä, koska pelkkä opittu tieto käytännöstä ei riittänyt, vaan tarvitsin jokaiseen oppimaani asiaan lähteitä tueksi. Opinnäytetyön tekeminen osoitti minulle, että pystyn luomaan jotain uutta. Siitä totuudesta aion pitää kiinni ja jatkaa itseni kehittämistä ja uuden luomista.

## LÄHTEET

Arene 2020. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Hakupäivä 9.4.2023. [http://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?\\_t=1578480382](http://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?_t=1578480382).

Chow, Andrew & Frenette, Paul 2018. The Normal Hematologic system. Wintrobe's Clinical Hematology. Wolters Kluwer. Hakupäivä 17.9.2023. <https://ebookcentral-proquest-com.ezp.oamk.fi:2047/lib/oamk-ebooks/detail.action?docID=6023344>.

Mayo Clinic 2022. Bone marrow biopsy and aspiration. Hakupäivä 30.9.2023. <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/bone-marrow-biopsy/about/pac-20393117>.

Matinlauri, Irma & Vilpo, Juhani 2010. Laboratoriolääketiede, Kliininen kemia ja hematologia. Helsinki. Kandidaattikustannus 2010. Hakupäivä 16.4.2023. <https://www-kandidaattikustannus-fi.ezp.oamk.fi:2047/artikkeli/laboratoriolaaketiede/etusivu-3/3212/>.

Porkka, Kimmo & Lassila, Riitta & Remes, Kari & Savolainen, Eeva-Riitta & Tienhaara, Anri 2015. Veritaudit. Hematologiset laboratoriotutkimukset. Morfologiset tutkimukset. © 2020 Kustannus Oy Duodecim.

NordLab 2015. Näytteenotto luuydintutkimusta varten. Hakupäivä 16.4.2023. [https://www.nordlab.fi/sites/default/files/pdf\\_uploads/naytteenotto\\_luuydintutkimus.pdf](https://www.nordlab.fi/sites/default/files/pdf_uploads/naytteenotto_luuydintutkimus.pdf).

Salonen, Jonna 2020. Luuydinnäyte. Lääkärikirja Duodecim 22.12.2020. Hakupäivä 9.4.2023. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk01142](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01142).

Savolainen, Eeva-Riitta & Paavola, Timo & Pelkonen, Ilpo 2019. Bm-Luuydintutkimus, MGG –ja rautavärjäys Bm-MGGFe. Menetelmätyöohje, 1.

The Leukemia & Lymphoma Society (LLS) 2023. Hakupäivä 30.9.2023. <https://www.lls.org/treatment/lab-and-imaging-tests/bone-marrow-tests>.

Wikipedia Commons 2020. Hakupäivä 30.9.2023. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hematopoietic\\_System\\_of\\_the\\_Bone\\_Marrow.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hematopoietic_System_of_the_Bone_Marrow.jpg).

**Kysely: Luuydintutkimuksen vaiheet - oppimateriaali****Oletko minkä vuosikurssin opiskelija?**

Vastaajien määrä: 29

	n	Prosentti
Bio17sp	0	0,0%
Bio18sm	0	0,0%
Bio19sp	29	100,0%
Bio20sm	0	0,0%

**Oletko ollut harjoittelussa hematologian laboratoriossa?**

Vastaajien määrä: 29

	n	Prosentti
Kyllä	2	6,9%
En	27	93,1%

**Oletko päässyt osallistumaan luuydinnäytteenottoon jossain muussa harjoittelussa tai työelämässä?**

Vastaajien määrä: 27

	n	Prosentti
Kyllä	5	18,5%
En	22	81,5%

**Oliko oppimateriaalissa kirjoitusvirheitä?**

Vastaajien määrä: 29

	n	Prosentti
Kyllä	4	13,8%
Ei	25	86,2%

**Oliko oppimateriaalissa joku kohta, mihin olisit halunnut tarkennusta?**

Vastaajien määrä: 29

	n	Prosentti
Kyllä	1	3,4%
Ei	28	96,6%

**Autoiko oppivideo selventämään sinulle, miten luuydinlaseja tehdään?**

Vastaajien määrä: 29

	n	Prosentti
Kyllä	29	100,0%
Ei	0	0,0%

**Olisitko kaivannut jotain lisää oppivideoon?**

Vastaajien määrä: 29

	n	Prosentti
Kyllä	2	6,9%
En	27	93,1%

**Kuinka hyödylliseksi koet oppimateriaalin?**

Vastaajien määrä: 29

Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
8,0	10,0	8,8	9,0	255,0	0,8