



- OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

BIOANALYYTIKON TYÖTEHTÄVÄT LUUYTIMEN ASPIRAATIONÄYTTEEN KÄSITTELYSSÄ

Posterit bioanalytiko-opiskelijoille hematologian luokkaan

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Bioanalytiikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Minja Kokko	
Työn nimi Bioanalyytikon työtehtävät luuytimen aspiraationäytteen käsittelyssä - posterit bioanalyttikko-opiskelijoille hematologian luokkaan	
Päiväys	11.11.2013
Sivumäärä/Liitteet	38/2
Ohjaaja Sanna Kolehmainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Savonia-ammattikorkeakoulu	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Luuydintutkimuksen avulla voidaan selvittää hematologisia sairauksia, kuten anemian syitä sekä diagnosoida pahanlaatuisia veritauteja tai jotain muuta luuytimeen levinnyttä sairautta. Tutkimukseen voidaan päätyä, jos verisolulaskennan tulokset ovat normaalista poikkeavat tai, jos potilaan oireet ja kliiniset löydökset viittaavat hematologiseen sairauteen. Luuytimen aspiraationäyte otetaan steriilisti luun ytimestä ruiskulla imemällä. Näytteenotto-paikkana on sternum eli rintalasta tai krista eli suoliluun takaharjanne. Näytteenoton suorittaa aina lääkäri, mutta toimenpiteessä on mukana avustamassa myös sairaanhoitaja sekä bioanalyttikko, joka käsittelee näytteen. Bioanalyytikon tehtävänä on valmistaa tuoreesta aspiraationäytteestä morfologisia puriste- ja sivelyvalmisteita.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa posterit oppimateriaaliksi Savonia-ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoille. Oppimateriaali kertoo bioanalyytikon työtehtävistä luuydinnäytteen käsittelyssä. Oppimateriaali eli tuotos tehtiin posterin muotoon ja sen sijoituspaikka on Savonia-ammattikorkeakoulun hematologian luokka. Luuydinnäytteen käsittely on osa bioanalyytikon laajaa työnkuvaa ja posterin avulla opiskelijat saavat tietoa tästä tutkimusprosessista. Opinnäytetyön tavoitteena oli posterin avulla tukea bioanalyttikko-opiskelijoiden hematologian opiskelua. Opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö ja sen aihe on saatu Savonia-ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opettajalta. Toimeksiantajana toimii Savonia-ammattikorkeakoulu.</p> <p>Toiminnallisen opinnäytetyön sisältö koostuu toiminnallisesta osuudesta sekä opinnäytetyöraportista. Tämä opinnäytetyöraportti sisältää työn kannalta keskeisimmät teoreettiset asiat, sekä valokuvia käytännön toiminnasta. Toiminnallisena osuutena oli posterin tuottaminen opinnäytetyöraportin teoriaosuuden pohjalta. Posterissa kerrotaan luuytimen aspiraationäytteenottotapahtumasta, bioanalyytikon työtehtävistä toimenpiteessä, näytteiden käsittelystä ja työvälineistä. Teoriatekstin lisäksi käytännön ymmärtämistä tuetaan valokuvien ja kuvatekstien avulla. Opinnäytetyö rajattiin luuydintutkimuksien osalta luuytimen aspiraationäytteen sively- ja puristevalmisteisiin. Kaikki opinnäytetyössä käytetyt valokuvat ovat itse kuvattuja.</p>	
Avainsanat luuydin, luuydinnäytteenotto, aspiraationäyte, puristevalmiste, sivelyvalmiste, posterit	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Biomedical Laboratory Science			
Author Minja Kokko			
Title of Thesis Duties of biomedical laboratory scientist in bone marrow aspiration handling – poster for biomedical laboratory scientist students for class of haematology			
Date	11.11.2013	Pages/Appendices	38/2
Supervisor Sanna Kolehmainen			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>Examination of bone marrow can be used to determine haematological diseases, such as anemia, as well as to diagnose the causes of malignant blood diseases or some other diseases which can spread to the bone marrow. The research can be carried out, if the blood cell counting results are abnormal or if the patient's symptoms and clinical findings suggest a haematological disease. A sample of bone marrow aspiration is taken from the bone core with a sterile syringe. The sampling place is at the sternum a.k.a breastbone or krista a.k.a the back of the iliac crest. Sampling is always carried out by a doctor but is assisted by a nurse and a biomedical laboratory scientist who handle the samples. A biomedical laboratory scientist prepares a fresh aspiration sample using two techniques: the wedge-spread and crush technique.</p> <p>The purpose of the thesis was to produce educational material for biomedical laboratory science students at Savonia University of Applied Sciences. The theme of study material is about biomedical laboratory tasks with bone marrow treatment. The study material, the output, was made into a poster and this poster will be situated in the haematology class at Savonia. Bone marrow treatment is a part of the biomedical laboratory scientist's job description and a poster will inform students about the process of this research. The aim of the thesis was to support the students in Biomedical Laboratory haematology studies with a poster. The thesis is a functional thesis and the subject has been suggested by a Savonia biomedical laboratory science teacher. The principal of the work is Savonia University of Applied Sciences.</p> <p>The functional thesis consists of a functional part and a project report. This report presents the work of the most important theoretical issues, as well as photographs of actual practice. The functional part of the production is a poster which was created from the theory basis of the thesis. The poster describes the sampling of bone marrow, tasks of a biomedical laboratory scientist, sample handling and work instruments. The theoretical text is enhanced with photos and captions to facilitate understanding. The thesis was limited to the bone marrow sampling of the bone marrow aspiration samples with the wedge-spread and crush technique. All photos of the thesis are self-photographed.</p>			
Keywords bone marrow, sampling of bone marrow, aspiration sample, wedge-spread technique, crush technique, poster			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	LUUYDIN JA VERISOLUJEN MUODOSTUMINEN LUUYTIMESSÄ.....	6
2.1	Erytrosyytit.....	8
2.2	Trombosyytit	8
2.3	Leukosyytit.....	8
3	YLEISIMMÄT LUUYDINSAIRAUDET	11
3.1	Anemiat	11
3.2	Leukemiat	12
4	LUUYTIMEN ASPIRAATIONÄYTTEENOTTO	13
4.1	Näytteenkäsittely ja valmisteiden teko.....	15
4.2	MGG-värjäys.....	21
4.3	Rautavärjäys	23
4.4	Mikroskopointi	24
4.5	Muita luuydintutkimuksia	25
5	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE	26
6	KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS	27
6.1	Toiminnallinen opinnäytetyö	27
6.2	Kehittämistyön tuotos eli posterit	27
6.3	Opinnäytetyöprosessi ja aikataulu	28
7	POHDINTAA.....	30
7.1	Työn luotettavuus.....	30
7.2	Opinnäytetyön eettisyys	30
7.3	Tavoitteiden toteutuminen.....	31
7.4	Oman oppimisen arviointi ja ammatillinen kasvu	31
	LÄHTEET	33

LIITTEET

Liite 1 Kuvaluettelo

Liite 2 Posterit

1 JOHDANTO

Luuydintutkimuksen avulla voidaan selvittää hematologisia sairauksia, kuten esimerkiksi anemian syitä tai, jos potilaalla epäillään pahanlaatuista veritautia tai muuta luuytimeen levinnyttä sairautta. Luuydintutkimukseen voidaan päätyä, jos verisolulaskennan tuloksissa on huomattu muutosta tai jos potilaan oireet ja kliiniset löydökset viittaavat hematologiseen sairauteen. Luuydintutkimuksen aspiraationäyte otetaan luun sisältä, ytimeistä, joko sternumista eli rintalastasta tai kristasta eli suoliluun takaharjanteesta. Näyte otetaan steriilisti imemällä luuydintä ruiskuun erikoisneulalla. Näytteenoton suorittaa aina lääkäri, mutta toimenpiteessä on mukana avustamassa myös sairaanhoitaja sekä bioanalyytikko, joka käsittelee näytteen. Bioanalyytikon tehtävänä on valmistaa tuoreesta luuydinnäytteestä morfologisia valmisteita. (Mahlamäki 2004, 282–283.)

Opinnäytetyön aihe on bioanalyytikon työtehtävät luuytimen aspiraationäytteen käsittelyssä. Opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö, joka koostuu raportista ja tuotoksesta. Tuotoksena tehtiin posterit hematologian luokkaan bioanalyytikko-opiskelijoiden oppimateriaaliksi. Posterissa kerrotaan luuydinnäytteenottotapahtumasta, kuvataan luuydinnäytteenotossa tarvittavat työvälineet sekä kuvataan näytteenkäsittelyä ja valmiita luuytimen puriste- ja sivelyvalmisteita. Posterit sijoitetaan koulun seinälle hematologian luokkaan. Savonia-ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opetussuunnitelman (2010) mukaan terveysalan ammatinharjoittajalta edellytetään oman erityisalan asiantuntijuutta laaja-alaisesti. Kliinisen laboratoriotieteen ja muiden tieteenalojen teorettinen tieto tukee bioanalyytikon ammattitaitoa. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2010, 2, 4.) Luuydinnäytteen käsittely on oleellinen osa bioanalyytikon laajaa työnkuvaa. Luuytimen aspiraationäytteenotossa ja näytteenkäsittelyssä tarvitaan monitieteistä ja ammatillista osaamista sekä moniammatillista yhteistyötä muiden terveydenhoitoalan ammattilaisten kanssa.

Opinnäytetyön aihe saatiin Savonia-ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opettajalta ja toimeksiantajana toimii Savonia-ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä posterit, josta opiskelijat saavat tietoa bioanalyytikon työtehtävistä luuydinaspiraationäytteen käsittelyssä. Opinnäytetyön tavoitteena on tukea bioanalyytikko-opiskelijoiden kliinisen hematologian opiskelua. Tämä työ rajattiin näytteiden osalta luuytimen aspiraationäytteen sively- ja puristevalmisteisiin.

2 LUUYDIN JA VERISOLUJEN MUODOSTUMINEN LUUYTIMESSÄ

Ihmiskehon luut muodostuvat tiivistä ja kovasta kuorikerroksesta sekä luun keskustassa olevasta ontelomaisesta hohkaluusta. Hohkaluiden pylväiden välissä on verta muodostavaa kudosta, jota sanotaan luuytimeksi. Luuydinkudos on pehmeää ja hyytelömäistä. (Beattie 2007, 36.; Korkeila 2006, 279.) Lapsella verta muodostavaa luuydinkudosta on kaikkien luiden luuydinonteloissa, mutta aikuisella tätä löytyy vain elimistön litteistä luista. Tällaisia luita ovat mm. kylkiluut, nikamat sekä olkavarren ja reisiluiden proksimaalipäät. Kuvassa 1 on kuvattu aikuisen verta muodostavan luuydinkudoksen kohdat luurangon avulla. Iän myötä luuydinontelon rasvan määrä lisääntyy ja hematopoieettinen kudos vähenee. Lapsen luuytimessä on rasvakudosta vain 25 %, mutta vanhuksella jo 60–70 %. (Koistinen & Siitonen 2007, 17; Trehwhitt 2001, 1410.)



KUVA 1. Verta muodostava luuydinkudos.

Verisolut syntyvät pääasiallisesti luuytimessä hematopoieettisista kantasoluista solunjakautumisen, linjavalinnan, erilaistumisen sekä kypsymisen seurauksena. Tätä tapahtumasarjaa, jota kutsutaan hematopoiesiksi, jatkuu läpi elämän. Monikykyisiä hematopoieettisia kantasoluja on arvioitu olevan vain hyvin pieni osa luuytimen soluista, mutta niiden taito tuottaa lisää itsensä kaltaisia soluja mahdollistaa sen, että luuydin voi tuottaa päivittäin yli 10^{12} uutta verisoluja. Aikuisen ihmisen keho tuottaa keskimäärin 3-4 kertaa painonsa verran verisoluja yhdessä vuodessa. (Koistinen & Siitonen 2007, 16.)

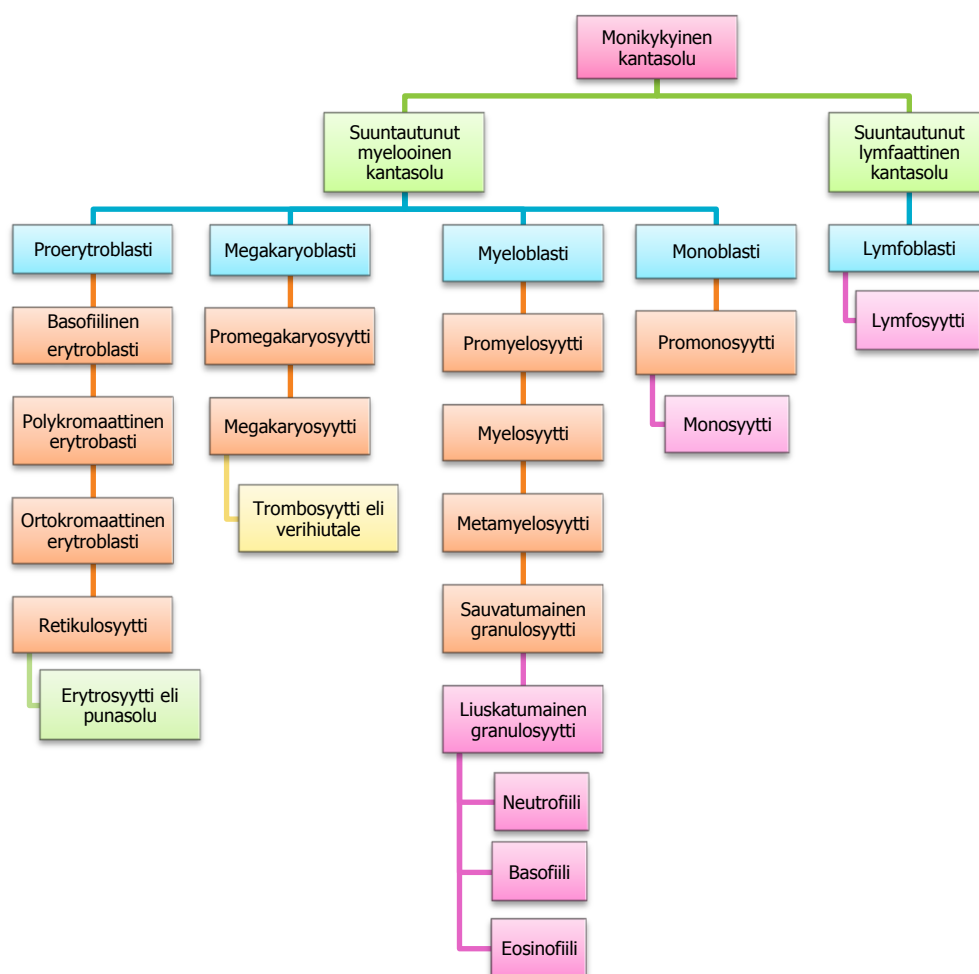
Verisolujen muodostuminen on tarkkaan säädeltyä ja siihen osallistuu luuytimen mikroympäristön, eli strooman, lisäksi myös hematopoieettiset kasvutekijät. Strooma koostuu stroomasoluista, ve-

risuonista sekä soluväliaineesta. Stroomasoluja ovat rasvasolut, makrofagit, lymfosyytit, fibroblastit, plasmaselut ja luuytimen verisuoniston endoteelisolut. Stroomasolut tuottavat soluväliaineeseen hematopoeettisia kasvutekijöitä. (Hänninen & Mahlamäki 2004, 264.)

Verisolujen muodostumisen neljä päävaihetta ovat:

- monikykyiset kantasolut
- suuntautuneet kantasolut
- jakautuvat (kypsyvät) solut
- kypsät solut

Tytärsolut jakautuvat ja kypsyvät kantasoluiksi suuntautuen hiljalleen oman linjansa mukaisesti kypsiksi verisoluiksi. Verisolujen muodostuminen on kuvattu kuviossa 1. Tuman pieneneminen, kromatiinin rakenteen tiivistyminen, nukleolien häviäminen sekä sytoplasman kypsyminen jokaisen solutyyppin ominaiseen tapaan on tunnusomaista kypsymiselle. (Matinlauri & Vilpo 2010, 247–248.) Kypsät verisolut siirtyvät luuytimestä verenkiertoon, jossa ne suorittavat niille kuuluvia tehtäviä (Iivanainen, Jauhiainen & Pikkarainen 2006, 670).



KUVIO 1. Hematopoeesi eli verisolujen muodostuminen luuytimessä.

2.1 Erytrosyytit

Erytrosyytit eli punasolut syntyvät erytropoieesin seurauksena luuytimessä. Erytropoieesin ensimmäisen vaiheen solu on proerytroblasti. Proerytroblasti kypsyy kypsäksi punasoluksi noin seitsemän vuorokauden aikana useiden vaiheiden kautta: Proerytroblasti – basofiilinen erytroblasti - polykromaattinen erytroblasti – ortokromaattinen erytroblasti – retikulosyytti – erytrosyytti. Retikulosyytti on varhaisin solu, joka normaalisti vapautuu luuytimestä verenkiertoon. 1-2 vuorokaudessa solu kehittyy kypsäksi punasoluksi. Kypsä punasolu on kiekkomainen, pyöreä, kaksoiskovera eikä siinä ole lainkaan tumaa. (Hänninen & Mahlamäki 2004, 265.) Se on kooltaan 6-8,5 µm. Normaalialue punasolun kokoa voi verrata pieneen lymfosyyttiin. Punasolujen ensisijainen tehtävä verenkierron hapen kuljetus (Vilpo 2010a, 21; Bain 2001, 66.) Punasolutuotanto pyritään pitämään luuytimessä sellaisella tasolla, että veren hapenkuljetuskyky pystyy vastaamaan elimistön hapentarvetta. (Bjålie, Haug, Sand, Sjaastad & Toverud 2009, 271.)

2.2 Trombosyytit

Trombosyyttejä eli verihiutaleita muodostuu syntymän jälkeen normaalisti vain luuytimessä, megakaryopoieesissa. Sen ensimmäinen morfologisesti tunnistettava solu on megakaryoblasti. Megakaryoblasti kypsyy noin viidessä vuorokaudessa promegakaryosyyttivaiheen kautta kypsäksi megakaryosyytiksi. Tämä on kooltaan luuytimen suurin solu. Trombosyytit muodostuvat megakaryosyyttien sytoplasmasta kuroutumalla pieniksi, tumattomiksi, kiekkomaisiksi soluiksi. Yhdestä megakaryosyytistä voi kehittyä jopa 5000 trombosyyttiä. Trombosyytin koko perifeerisessä veressä on 2-3 µm. Ne osallistuvat verenkierron verisuonten seinämien ylläpitämiseen, trombosyyttitulppien muodostamiseen verenvuodon tyrehtyttämiseen ja veren hyytymiseen. (Hänninen & Mahlamäki 2004, 268; Koistinen & Siitonen 2007, 28.)

2.3 Leukosyytit

Leukosyyttejä eli valkosoluja ovat liuskatumaiset granulotsyytit, monosyytit sekä lymfosyytit. Granulotsyytit ja monosyytit muodostuvat punaisessa luuytimessä. Lymfosyytitkin saavat alkunsa luuytimessä, mutta niiden lisääntyminen jatkuu ytimen lisäksi myös imukudoksissa. (Arstila, Björkqvist, Hänninen & Nienstedt 1999, 173.) Veren valkosolujen yhtenäinen nimi (leukosyytti) tulee niiden vaaleasta väristä, koska niissä ei ole värillisiä molekyylejä, kuten hemoglobiinia. Mikroskooppitutkimuksia varten leukosyytit värjätään, jotta eri solutyypit voidaan erottaa toisistaan. (Bjålie ym. 2009, 274.)

Granulotsyytit. Granulotsyytit muodostuvat luuytimessä granulopoieesissa. Granulopoieesin varhaisin tunnistettava solu on myeloblasti, jonka kypsyminen kypsäksi granulotsyytiksi kestää noin viikon. Granulopoieesissa on useita kehitysvaiheita: myeloblasti - promyelosyytti - myelosyytti - metamyelosyytti - sauvatumaisten granulotsyytti - liuskatumaisten granulotsyytti. Normaalisti luuytimestä vapautuu perifeeriseen vereen vain sauva- ja liuskatumaisia granulotsyyttejä - eli neutrofiilejä, basofiilejä ja eosinofiilejä. (Hänninen & Mahlamäki 2004, 266.)

Neutrofiilit. Neutrofiilit ovat tärkein ja ensimmäinen puolustuskeino elimistön bakteeri-infektioita vastaan (Bain 2001, 87). Neutrofiilejä on sekä sauvatunaisia että liuskatunaisia. Nuoren, sauvatunaisen neutrofiilin tuma on muodoltaan yhtenäinen ja muistuttaa sauvaa. Tuma lohkokoutuu vähitellen 3-5 osaan, jolloin solua kutsutaan liuskatunaiseksi neutrofiiliksi. (Koistinen & Siitonen 2007, 25.) Lohkot ovat kiinni toisissaan kromatiinisidoksilla. Neutrofiilien sytoplasma on väriltään punertavaa ja granulat erottuvat sytoplasmasta selvästi. Kromatiini näkyy tumassa tummina kasoina ja se tiivistyy usein tuman reunoille. Normaali neutrofiili on halkaisijaltaan noin 13 µm. (Bain 2001, 87.) Luuytimessä on epäkypsien solujen lisäksi suuri liuskatunaisen neutrofiilien varasto. Neutrofiilien määrä luuytimessä on 25 kertaa suurempi kuin veren neutrofiilien määrä ja infektion uhatessa elimistöä varastossa olevat solut voivat vapautua verenkiertoon. (Hänninen & Mahlamäki 2004, 267.) Solut ovat veressä vain alle vuorokauden, jonka jälkeen ne siirtyvät kudoksiin, kuten keuhkoihin ja suoleen. Kudoksissa neutrofiilit tuhoutuvat apoptoottisesti 2-3 vuorokauden kuluessa, jolloin makrofagit fagoositoivat eli syövät ne. (Koistinen & Siitonen 2007, 27.)

Basofiilit. Veressä kiertävissä leukosyyteissä on vain hyvin vähän basofiilejä (>1 %). Basofiilisoluissa on huomiota herättävän paljon tumman sinistä tai violettiä granulaa ja se peittää yleensä alleen nukleolin. Basofiilit sisältävät histamiinia, serotoniinia ja hepariinia. (Bain 2001, 94.) Ne välittävät yliherkkyysoireita ja tehostavat immuunivastetta (Hänninen & Mahlamäki 2004, 267). Basofiilit ovat kooltaan hieman suurempia kuin neutrofiilit. Verenkierrossa ne viipyvät vain muutaman tunnin. (Koistinen & Siitonen 2007, 27.)

Eosinofiilit. Eosinofiilit ovat hieman suurempia kuin neutrofiilit, halkaisijaltaan 12–17 µm. Eosinofiilisolujen tuman muoto ei ole tasainen, vaan yleensä solusta löytyy kaksi tumalohkoa. Sytoplasma on väriltään vaaleansinistä ja utumaista. Sytoplasmassa on selvästi nähtävää karkeaa granulaa, joka on väriltään syvänpunaista tai oranssia. Eosinofiilien tehtävänä on puolustaa elimistöä allergisissa reaktioissa sekä puolustaa elimistöä parasiiteilta tuhoamalla ne. (Bain 2001, 93–94.) Verenkierrossa eosinofiilisolut ovat basofiilien tavoin vain muutaman tunnin ajan (Koistinen & Siitonen 2007, 27).

Monosyytit. Monosyytit syntyvät monosytopoiesissa, joka saa alkunsa luuytimessä olevista myeloidisista kantasoluista. Kantasolusta muodostuu monoblasti, josta taas syntyy promonosyyttivaiheen kautta kypsä monosyytti. Kypsymisen jälkeen monosyytti vapautuu nopeasti verenkiertoon. (Hänninen & Mahlamäki 2004, 267.) Monosyytit ovat veressä kiertävistä leukosyyteistä suurimpia. Ne ovat halkaisijaltaan 15–18 µm leveitä ja niiden sytoplasma on väriltään siniharmaata. Monosyytin tuma on suuri, kaareva ja muistuttaa usein hevosenkengän muotoa. Se voi olla myös laskostunut tai kiertynyt, mutta pysyy aina yhtenäisenä, eikä koskaan jakaudu useampaan osaan. Monosyytin tuman kromatiini on tasaista ja erottuu tumasta jopa selvemmin kuin neutrofiilissä. Monosyyttien tehtävänä puolustaa elimistöä ja vahvistaa vastustuskykyä. Niiden määrä veressä kasvaa kroonisten tulehdusten sekä muiden tulehdustilojen yhteydessä. (Bain 2001, 94.) Solut ovat verenkierrossa noin kolmen vuorokauden ajan (Koistinen & Siitonen 2007, 27).

Lymfosyytit. Lymfosyytit syntyvät myös luuytimessä. Monikykyisestä kantasolusta muodostuu ensiksi suuntautunut lymfaattinen kantasolu, josta taas kehittyy lymfoblasti. Osa lymfoblasteista muut-

tuu luuytimessä B-lymfosyyteiksi. (Hänninen & Mahlamäki 2004, 267.) Lymfoblasteja kehittyy lymfosyyteiksi myös kateenkorvassa ja näitä lymfosyyttejä sanotaan T-lymfosyyteiksi. T-lymfosyytit siirtyvät kateenkorvasta pernaan ja imusolmukkeisiin. (Koistinen & Siitonen 2007, 31.) Verenkierrossa kiertävistä lymfosyyteistä 80 % on T-lymfosyyttejä ja 20 % B-lymfosyyttejä. Lisäksi on pieni määrä ns. NK-soluja eli tappajasoluja. (Hänninen & Mahlamäki 2004, 267.) B-lymfosyytit osallistuvat elimistön immunologiseen puolustusjärjestelmään tuottamalla vasta-aineita. T-lymfosyytit taas vastaavat solun sisäisestä vastustuskyvystä. NK-solujen tehtävänä on tunnistaa ja tuhota omalle elimistölle vieraita soluja, kuten mikrobeja. (Vilpo 2010a, 24–26.) Lymfosyytit jaotellaan mikroskopoidessa ainoastaan pieniin ja suuriin lymfosyytteihin. Suurin osa verenkierrossa olevista lymfosyyteistä on pieniä. Pienet lymfosyytit ovat muodoltaan pyöreitä. Tuman koko on soluun nähden suuri ja sytoplasmaa pienessä lymfosyytissä on niukasti. Tuma on halkaisijaltaan noin 9 µm ja väriltään hyvin tummanvioletti. Noin 10 % verenkierrossa olevista lymfosyyteistä on suuria lymfosyyttejä. Suuressa lymfosyytissä on sytoplasmaa paljon runsaammin kuin pienessä lymfosyytissä. Suuren lymfosyytin ulkomuoto on pyöreähkö, sytoplasma on väriltään vaaleansinistä ja siinä näkyy granuloita. Tuma on väriltään tummanvioletti ja siinä voi nähdä joitakin homogeenisia kromatiinin kasautumia. (Bain 2001, 94–95.)

3 YLEISIMMÄT LUUYDINSAIRAUDET

3.1 Anemiat

Anemioiksi kutsutaan elimistön tiloja, jossa veren hapenkuljetuskyky on heikentynyt. Tällöin veren punasolujen määrä on vähentynyt verenkierrossa tai/ja hemoglobiinipitoisuuden määrä punasoluissa pienentynyt. (Bjålie 2009, 272.) Perifeerisen veren hemoglobiinipitoisuus laskee siis alle iän ja sukupuolen mukaisen viitearvon (Hänninen 2004, 290). Anemian oireita ovat väsymyksen tunne, kalpeus, huimaus ja hengenahdistus. Oireet voivat olla voimakkaita, jos anemia on vaikea. (Mustajoki 2011.) Anemiat luokitellaan punasolujen keskitilavuuden (MCV) mukaan kolmeen eri ryhmään: mikrosyyttisiin-, normosyyttisiin- ja makrosyyttisiin anemioihin. MCV:n viitearvot terveellä aikuisella on 82–98 fl. Mikrosyyttisissä anemioissa MCV laskee alle viitearvon. Normosyyttisissä anemioissa punasolujen keskitilavuus pysyy normaalilla tasolla kun taas makrosyyttisissä anemioissa MCV kohoaa viitearvon yli. (Hänninen 2004, 291.)

Yleisin mikrosyyttinen anemia on raudanpuuteanemia, joka on myös kaikista anemiatyypeistä yleisin. Tavallisimpia syitä tähän anemiaan on puutteellinen ruokavalio, naisilla kuukautiset tai raskaus sekä miehillä ja vanhemmilla naisilla patologiset verenvuodot. (Hänninen 2004, 292.) Raudanpuuteanemia voi johtua myös raudan heikosta imeytymisestä suolistossa (Bjålie 2009, 272). Raudanpuuteanemiassa luuytimestä ei löydy rautavarastoa (Hänninen 2004, 294).

Tavallisimpia normosyyttisiä anemioita ovat sekundaarianemiat eli kroonisen taudin anemiat (Punnonen 2010, 259). Kroonisen taudin anemiat johtuvat pitkittyneestä infektiosta, kroonisesta tulehdussairaudesta tai syöpäsairaudesta. Tälle anemialle on ominaista, että seerumin rautapitoisuus on pieni vaikka kudoksen rautavarastot ovat runsaat. Kroonisen taudin anemia on raudanpuuteanemian jälkeen yleisin anemian muoto Suomessa. (Pettersson 2007, 191.) Kroonisen taudin anemiassa luuytimen rautavarastot ovat normaalit tai jopa lisääntyneet, mutta raudan käyttöhäiriöstä kertoo rautagranuloita sisältävien erytroblastien määrän alentuminen luuytimessä. (Mahlamäki 2004, 283.) Normosyyttinen anemia voi johtua myös akuutista verenvuodosta (Punnonen 2010, 259).

Makrosyyttisistä anemioista yleisin on megaloblastinen anemia (Pelliniemi 2007, 175). Sen aiheuttavat tavallisimmin B₁₂-vitamiinin ja foolihapon puutteesta johtuva DNA-synteesin häiriö (Hänninen 2004, 295). B₁₂-vitamiinin puutteen syynä on yleensä imeytymishäiriö. Foolihapon puute taas voi johtua esimerkiksi yksipuolisen ravinnon, aktiivisen maksasairauden tai sydämen vajaatoiminnan takia. (Pelliniemi 2007, 178, 182.) Megaloblastisen anemian merkkejä ovat vilkastunut erytropoieesi, rautavarastoiden runsas määrä sekä tyypillinen tuman kehityshäiriö, jonka seurauksena punasolut joutuvat makrosytoosiin (Mahlamäki 2004, 283–284).

Anemioita tutkiessa luuydinnäytteestä arvioidaan erytropoieesin määrää sekä mahdollisia punasolujen kypsymiseen liittyviä poikkeavuuksia. Luuytimen rautavärjäys kuuluu vahvasti anemioiden diagnosoimiseen. Sen avulla voidaan erottaa raudanpuuteanemia ja kroonisen taudin anemia toisistaan. (Mahlamäki 2004, 283.)

3.2 Leukemiat

Leukemia on verisyöpä, jossa luuytimen valkosolujen esiasteet muuttuvat pahanlaatuisiksi syöpäsoluiksi. Leukemiassa ei muodostu konkreettista kasvainta kuten muissa syöpäsairauksissa, vaan syöpäsoluja on mukana verenkierrossa ja luuytimessä. Leukemioita on useita eri alatyyppejä, mutta yleisimmin leukemiat luokitellaan akuutteihin ja kroonisiin leukemioihin. (Salonen 2013a.)

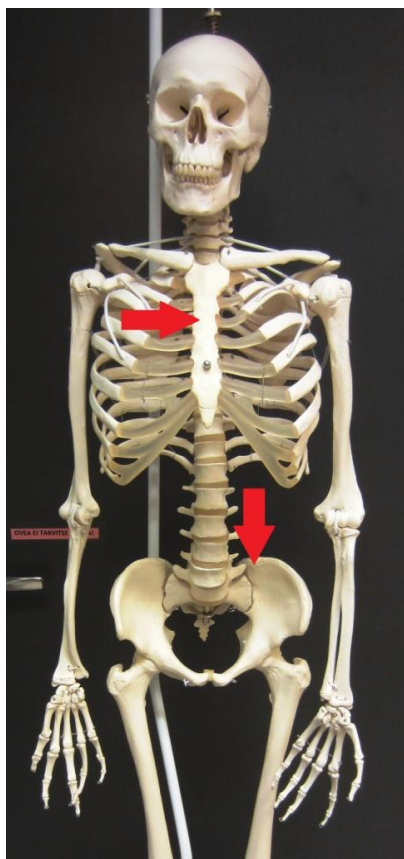
Akuutit leukemiat ovat yhdestä varhaisesta kantasolusta lähtöisin olevia pahanlaatuisia verisairauksia. Ominaista akuuteille leukemioille on, että normaalien verisolujen muodostuminen estyy ja epä kypsät blastivaiheen solut lisääntyvät luuytimessä. (Elonen 2007, 285.) Akuutti leukemia voi olla alkuvaiheessa oireeton, mutta aikanaan tauti johtaa anemiaan, neutropeniaan ja tromposytopeniaan sekä blastisolujen ilmaantumiseen verenkiertoon (Jantunen 2010, 144). Muita oireita ovat väsymys, luukivut, limakalvojen verenvuodot sekä lisääntynyt tulehdustaipumus. Yleensä hoitoon hakeudutaan kuumeisen tulehdustaudin vuoksi, jonka tutkimisen yhteydessä huomataan poikkeavat verisoluarvot. Joillakin potilailla voi ilmetä myös imusolmukkeiden, maksan tai pernan suurentumista. (Salonen 2013b.) Diagnoosivaiheessa verestä löytyy yleensä blasteja, mutta osassa tapauksissa niitä ei todeta tai niitä on niin vähän, että ne eivät aina tule esille tavanomaisen perifeerisen veren erittelylaskennan yhteydessä. Siksi akuutin leukemian diagnoosi perustuu luuydinnäytteen löydöksiin. (Mahlamäki 2004, 281.) Pahanlaatuisten solujen erilaistumisen perusteella leukemiat jaetaan myelooisiin ja lymfaattisiin leukemioihin. Näillä molemmilla leukemioilla on useita alatyyppejä, jotka on luokiteltu biologisten ja kliinisten piirteiden perusteella. Aikuisilla todetuista akuuteista leukemioista noin 80 % on myelooisia ja 20 % lymfaattisia. (Elonen 2007, 285, 290.)

Krooniset leukemiat etenevät hitaasti. Potilas voi siksi olla pitkään oireeton, vaikka verikokeiden perusteella leukemia on jo havaittavissa. Kroonisia leukemioita on kahta päätyyppiä, lymfaattisia ja myelooisia kroonisia leukemioita. Uusia kroonisen leukemian tapauksia todetaan Suomessa vuosittain 150–200 ihmisellä. (Salonen 2013a.) Krooninen myeloinen leukemia (KML) todetaan usein vähäoireisessa vaiheessa. Diagnoosissa potilailla on neutrofiilinen leukosytoosi ilman infektiota. Leukosyyttien erittelyssä on mukana paljon epäkypsiä muotoja, erityisesti myelosyyttejä ja metamyelosyyttejä. Blastien osuus kroonisessa vaiheessa on alle 10 % ja lisäksi todetaan eosinofiliaa ja basofiliaa. Ilman hoitoa tauti etenee keskimäärin 3-6 vuodessa akuuttia leukemiaa muistuttavaksi blastikriisiksi. (Matinlauri & Vilpo 2010, 268.) Krooninen lymfaattinen leukemia (KLL) on yleisin leukemiatyyppi Suomessa. Lähestulkoon kaikki (90 %) sairastuneet ovat yli 50-vuotiaita. (Matinlauri & Vilpo 2007, 272.) Taudinkuvan alkuvaiheen tyypillisin piirre on lymfosytoosi (Sinisalo 2010, 132). KLL on lymfosyyttien eli imusolujen syöpäsairaus ja on useimmiten hitaasti etenevä. Taudin edetessä imusolmukkeet kaulalla, kainaloissa ja nivustaipeissa voivat suurentua. KLL-potilailla voi ilmetä terveiden verisolujen vähenemistä, koska sairaat solut vievät tilaa luuytimestä ja häiritsevät samalla normaalien verisolujen muodostusta. Tautia sairastavien potilaiden vastustuskyky on myös heikko. (Salonen 2013c.)

4 LUUYTIMEN ASPIRAATIONÄYTTEENOTTO

Luuytimen aspiraationäytteenottoon päädytään, jos halutaan selvittää anemian syytä tai verisolujen muodostuksen häiriötä, epäillään pahanlaatuista verisairautta tai muuta luuytimeen levinnyttä sairautta (Mahlamäki 2004, 282). Luuydinnäyte voi antaa hyödyllistä tietoa anemiasta, jos on syytä etsiä erityisiä viitteitä esimerkiksi raudanpuutteesta, hemolyyysistä tai kypsymishäiriöstä (Jansson & Siitonen 2007, 105). Tutkimuksen lähtökohtana voivat olla muutokset verisolulaskennan tuloksissa tai potilaan hematologiseen sairauteen viittaavat oireet ja kliiniset löydökset (Mahlamäki 2004, 282). Epäselvä kuumeilu, suurentuneet imusolmukkeet, paikalliset luukivut sekä kemoterapian seuranta ovat aiheita, jotka voivat johtaa luuydinnäytteen ottamiseen (Matinlauri & Vilpo 2010, 253). Verisolujen muodostumisen tutkiminen onnistuu parhaiten luuydinnäytteestä. Luuydinaspiraationäyte tukee ja täydentää tietoa, joka on saatu verenkuvatutkimuksen ja veren sivelyvalmisteiden avulla. (Holmia, Murtonen, Myllymäki & Valtonen 2004, 349; Jansson & Siitonen 2007, 105.)

Luuytimen aspiraationäyte (Bm-MGGFe) otetaan aikuiselta yleensä sternaalipunktiona eli rintalastan yläosasta tai kristapunktiona eli suoliluun takaharjasta. (KUVA 2.) Pieniltä, alle 2-vuotiailta lapsilta, hyvä paikka luuydinnäytteenotolle on tibian eli sääriluun ylä- ja keskikolmanneksen rajalta. Myös suoliluun takaharja on mahdollinen paikka ja tämä onkin paras paikka yli 2-vuotiaiden lapsien kohdalla. Lasten luuydinnäytteenotto tapahtuu nykyään monissa sairaaloissa siten, että lapsi on kevyessä narkoosissa. Jokaisen lääkärin tulee osata suorittaa luuydinpunctio. (Matinlauri & Vilpo 2010, 253.)



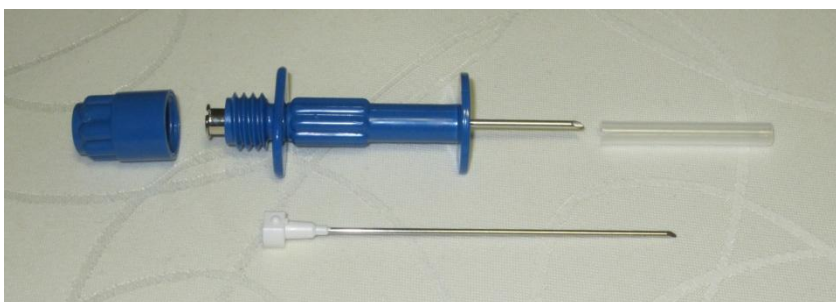
KUVA 2. Luuydinnäytteenottopaikat aikuisella.

Toimenpiteessä on lääkärin lisäksi mukana avustamassa myös sairaanhoitaja sekä bioanalyytikko, joka käsittelee näytteen valmistamalla siitä morfologisia valmisteita (Mahlamäki 2004, 283). Luuydinnäytteen ottamisen suorittaa lääkäri. Sairaanhoitajan tehtävänä on valmistella potilas toimenpiteeseen sekä asettaa toimenpiteessä tarvittavat välineet valmiiksi pöydälle. Lisäksi hän avustaa lääkärää näytteenotossa sekä tarkkailee potilaan vointia ja avustaa häntä toimenpiteen jälkeen. Lääkärin tehtävänä on selvittää potilaalle miksi luuydinnäyte otetaan ja mitä toimenpiteen kulkuun kuuluu. Potilaan asento määräytyy sen mukaan, mistä luuydinnäyte päädytään ottamaan. Jos näyte otetaan rintalastasta, potilaan tulee maata selällään, tyyny pään alla. Suoliluunharjanteesta näytettä otettaessa potilas makaa vatsallaan tai kyljellään. (Holmia ym. 2004, 350.)

Ennen näytteenottoa pistokohta puhdistetaan, jonka jälkeen suoritetaan ihon ja pistokohdan puudutus, aina luukalvoon saakka. Punktiokohta ympäröidään steriilein liinoin ja lääkäri käyttää näytteenotossa steriilejä käsineitä. Näyte imetään luuytimeistä erikoisvalmisteisen neulan ja ruiskun avulla. Neulassa on kierrettävä estolevy, jonka avulla voidaan säätää neulan pistosyvyyttä ja estää pistäminen liian syvälle luun sisälle. Kuvassa 3 näkyy kahvallinen näytteenottoneula. Neulat ovat steriilisti pakattuja ja paketti avataan juuri ennen näytteenottoa. Kuvassa 4 taas on kahvaton neulamalli, jonka kaikki neulan osat ovat erillään. Näytteen imeminen ruiskuun voi aiheuttaa hetkellistä kipua potilaalle, koska luuytimen sisällä olevia hermoja ei voi puuduttaa. Koska neula pistetään ihon läpi, on toimenpiteen tärkeää tapahtua aseptisesti. (Holmia ym. 2004, 350.) Näytettä imetään ruiskuun voimakkaalla vedolla vähintään 1-2 millilitran verran (Kunnamo 2008). Janssonin ja Siitosen (2007, 103) sekä Matinlaurin ja Vilpon (2010, 235) mukaan näytettä tulisi imeä ruiskuun vain 0,2-0,5 millilitraa, jotta luuydinsolukko ei laimentuisi liikaa vereen. Bioanalyytikon tehtävänä on arvioida näytteen laatu ja määrän riittävyys sekä informoida tästä lääkärille (Nordlab 2012a).



KUVA 3. Kahvallinen luuydinneula steriilissä paketissa.



KUVA 4. Kahvaton luuydinneula.

Toimenpiteen jälkeen punktiokohta peitetään sidetaikoksella tai laastarilla, jonka voi poistaa muutama päivän kuluttua näytteenotosta. Potilaan vointia tulee tarkkailla toimenpiteen jälkeen hetken aikaa yleistilan äkillisten muutosten takia. Myös pistokohdan vuotamista ja mahdollisen mustelman muodostumista on hyvä tarkkailla. (Holmia ym. 2004, 351.)

4.1 Näytteenkäsittely ja valmisteiden teko

Bioanalyytikon tulee huolehtia kaikki näytteen tutkimisessa tarvittavat välineet näytteenottopaikalle ja olla mukana koko toimenpiteen ajan (Holmia ym. 2004, 351). Luuydinnäytteenottokärrystä tulee löytyä kaikki näytteenkäsittelyssä ja valmisteiden teossa tarvittavat välineet (Islab 2007). Kuvassa 5 on Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymän Puijon hematologian laboratoriossa käytössä oleva näytteenottokärry.



KUVA 5. Toimenpiteessä tarvittavien välineiden kuljetuskärry.

Islab:n Puijon hematologian laboratoriossa käytettävän näytteenottokärryn välineistö on seuraava:

- näytteenotto-ohjekansio
- natriumsitraattia (3,8 % / 0,13 mol/l) (Reagena)
- ruiskuja (2ml)
- kellolaseja
- mattapäisiä objektilaseja
- vetolaseja
- peitinlaseja
- pinsettejä
- lyijykynä
- teline tai pahvi / muovi-alusta näytelaseille
- astia käytetyille kellolaseille
- tarvittaessa erikoisnäyteputket
- avoneuloja erikoisnäyteputkia varten
- verinäytteenottovälineet (neulat, holkki, puhdistusaine, tufferit, näyteputket, teippi)

(Islab 2007.)

Näytteenottotapahtuman alussa bioanalyttikko laittaa kellolasille valmiiksi natriumsitraattiliuosta muutaman tipan, eli 100–200 µl verran (Islab 2007). (KUVA 6.) Sitraattiliuoksen tehtävänä on estää näytteen hyytyminen (Iivanainen, Jauhiainen & Pikkarainen 2006, 674). Aspiraationäytteen käsittelystä on paljon erilaisia suosituksia eri käsikirjoissa, mutta yleisesti on tapana käyttää noin 0,14 mol/l natriumsitraattia. Islab:n Puijon hematologian laboratoriossa käytetään 0,13 mol/l sitraattiliuosta (Islab 2007). Jos luuydinnäyte on vähäinen, sitraattia voi olla liian runsaasti. Tämä voi johtaa valmisteiden hitaaseen kuivumiseen. (Jansson & Siitonen 2007, 104.)



KUVA 6. Kellolaseja, natriumsitraattia ja pinsetit.

Luuydinnäytteestä tulee tehdä sekä sively- että puristevalmisteita välittömästi näytteenoton jälkeen, jotta näyte ei ehdi hyytyä (Mahlamäki 2004, 283). Valmisteita tulee valmistaa kahdella eri tapaa, koska solut näkyvät puriste- ja sivelyvalmisteissa eri tavoin. Esimerkiksi puristevalmisteissa näytteen solukkuus ja megakaryosyyttien määrä on hieman korkeampi kuin sivelyvalmisteissa mutta sivelyvalmisteissa taas solujen tunnistaminen on helpompaa. Valmisteen tekotapa vaikuttaa luuydinnäytteen tutkimiseen ja solujen laskemiseen. Tämän takia onkin tärkeää valmistaa näytelaseja molemmilla tavoilla. (Hellmann, Kovalik, Lewandowski, Pawlaczyk & Rogowski 2012.)

Lääkäri siirtää ruiskusta luuydin-veriseoksen bioanalyttikon kädessä olevalle, sitraattiliuosta sisältävälle, kellolasille (Nordlab 2012a). (KUVA 7.) Kellolasia voi pyörittää varovasti, jotta näyte sekoittuisi sitraattiin tasaisesti. Aspiroidun näytteen määrä arvioidaan, eli lasilta tulee löytyä tarpeeksi silmin nähtäviä luuydinpartikkeleita. Bioanalyttikon tehtävänä on myös kertoa näytteenottajalle, eli lääkärille, onko näytettä riittävästi ja onko näytteen laatu hyvä. Tällöin lääkäri tietää, pitääkö näytettä ottaa luuytimestä mahdollisesti lisää. (Nordlab 2012a; Holmia ym. 2004, 351.) Kuvassa 8 on runsas näyte, josta löytyy paljon luuydinfragmentteja.



KUVA 7. Näytteen siirtäminen ruiskusta kellolasille.



KUVA 8. Luuydinnäytteen fragmentteja.

Valmisteiden teossa luuydinfragmentit poimitaan kellolasin reunalle luuydinneulan mandriinilla, eli neulan sisällä olevalla metallitikulla, tai jollain muulla terävällä välineellä (Jansson & Siitonen 2007, 104). Islabin Puijon hematologian laboratoriossa fragmenttien poimimisessa käytetään pinsettejä. (KUVA 9.) Partikkeleita tulee käsitellä varovasti, jotta estettäisiin solujen rikkoutuminen (Nordlab 2012a).

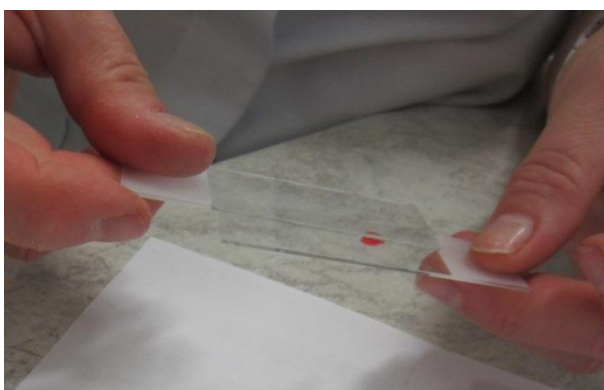


KUVA 9. Fragmenttien poimimista pinsettien avulla.

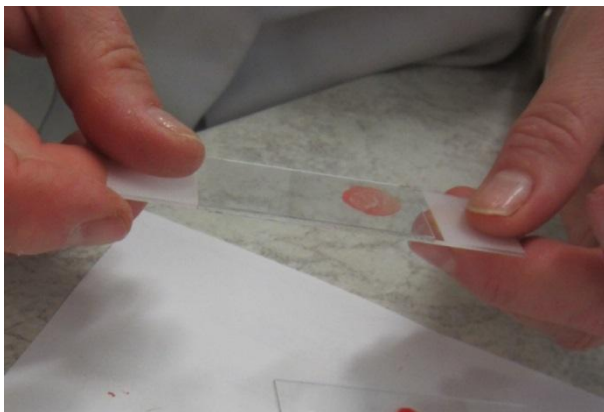
Puristevalmiste. Puristevalmisteen teossa kellolasin reunalta siirretään 3-5 luuydinfragmenttia sekä verta objektilasin keskikohdan ja mattapään (eli hiosalueen) välille. (Nordlab 2012a.) Valmisteen teko tehdään siten, että objektilasi ja vetolasi pidetään käsissä. (Kuva 10.) Pöydän päällä valmistetta tehdessä käytetään usein liikaa voimaa ja solut hajoavat helposti. Objektilasin päälle asetetaan vetolasi, jolloin näytetippa jää kahden lasin väliin. (Kuva 11.) Näyte leviää kapillaarivoimien vaikutuksesta lasien väliin (Kuva 12.), jolloin päällimmäinen lasi (vetolasi) vedetään nimipäästä poispäin hitaasti kiihtyvällä liikkeellä, puristamatta kuitenkaan soluja ulos kuduskappaleista. (Kuva 13.) Jos vetolasin vetäisee pois liian nopeasti, solut hajoavat, mikä johtuu todennäköisesti liikkeen aiheutuvasta kitkasta. Hyvin onnistuneen puristevalmisteen keskellä näkyy selkeästi luuydinfragmentteja. (Kuva 14.) Valmistuksen jälkeen näytelasit kuivataan nopeasti ilmassa heiluttamalla. Liian hidas kuivuminen voi aiheuttaa solumorfologian muuttumisen pyknoottiseksi eli solut kutistuvat pieniksi. Puristevalmisteita tulisi tehdä niin monta, että rutiinivärjäysten lisäksi jää muutamia valmisteita varalle. (Jansson & Siitonen 2007, 104.) Esimerkiksi Nordlabissa ja Islabissa käytettävien työhöjeiden mukaan tulisi puristevalmisteita valmistaa vähintään 6 kappaletta (Nordlab 2012a; Islab 2007). Valmisteesiin tulee kirjoittaa selkeällä käsialalla hoitoyksikkö, näytteenottopäivämäärä, potilaan nimi, henkilötunnus sekä näytemateriaali eli Bm= bone marrow (Islab 2007). Lasille tulisi jäädä myös tilaa näytenumerolle, joka merkitään hematologian laboratoriossa. (Nordlab 2012a.)



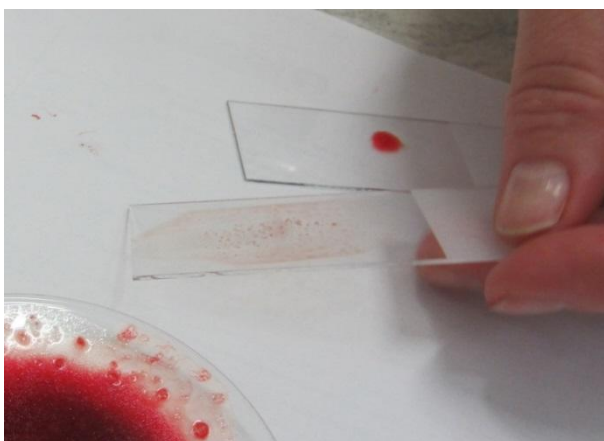
KUVA 10. Objektilasille on laitettu pisara näytettä.



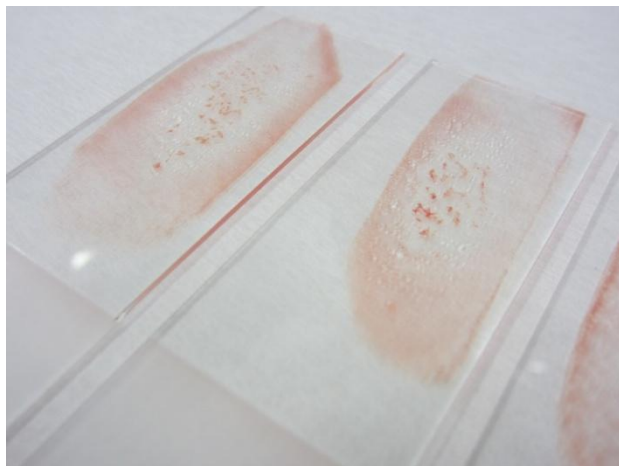
KUVA 11. Objektilasin päälle asetetaan vetolasi.



KUVA 12. Näytepisara leviää lasien väliin ja lasit vedetään erisuuntiin.

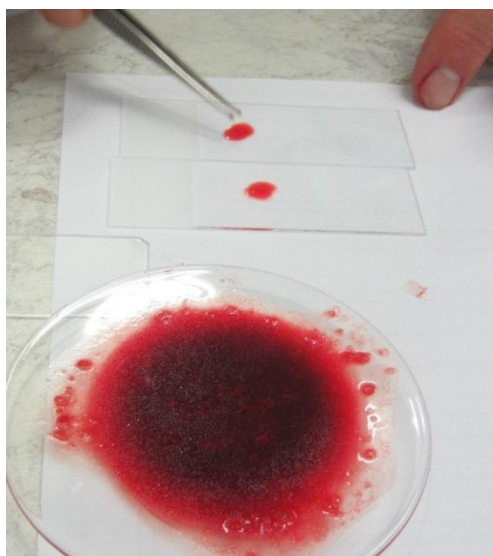


KUVA 13. Valmis puristevalmiste.

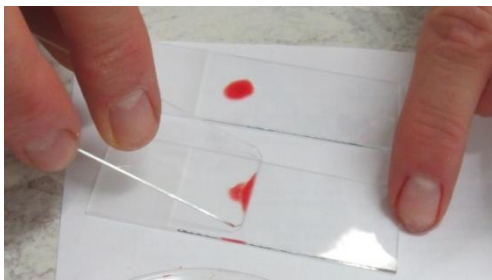


KUVA 14. Onnistuneita puristevalmisteita.

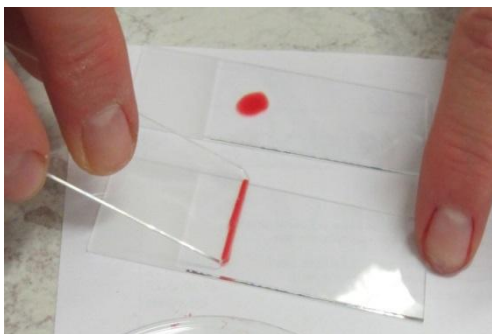
Sivelyvalmiste. Sivelyvalmiste valmistetaan samalla tavalla kuin perifeerisen veren sivelyvalmiste. Objekttilasille asetettu luuydinpartikkeleita sisältävä näytepisara vedetään sivelyksi. (Kuva 15.) Vetolasia pidetään sivelyvaiheessa 30–45°:n kulmassa ja ennen näytteen levittämistä pisaran annetaan levittyä vetolasin reunaan. (Kuva 16.) Vetolasia työnnetään tasaisesti lopussa keventäen, jolloin näytepisara leviää aluslasille ja ohenee tasaisesti alkupäästä loppupäähän ja loppuosa kaareutuu tasaiseksi puoliympyräksi. (Kuvat 17 ja 18.) Tällä tavoin sivelyvalmisteessa olevat punasolut eivät ole liian tiiviisti toisissaan kiinni ja mikroskopointi on helpompaa. Näytettä levitetään objekttilasille noin 3 cm:n matkalle. Vetolasin kulmaa ja näytepisaran kokoa voidaan säätää, jotta sivelyvalmiste saataisiin sopivan mittaiseksi ja paksuiseksi. Valmiste ilmakeuhkautetaan välittömästi. Kuvassa 19 on valmis, mutta hieman epäonnistunut sivelyvalmiste, koska sivelyn loppuosa ei ole kauniin puoliympyrän muotoinen. Sivelyvalmisteeseen tulee merkitä tunnistetiedot selkeästi lyijykynällä tai liuottimen kestäväällä tussilla aluslasin mattapäähän. Kirjoitettavia tunnistetietoja ovat hoitoyksikkö, potilaan nimi ja henkilötunnus, näytteenotto päivämäärä, näytenumero sekä tutkimuksen nimi. Sekä sivelyvalmisteet kuin puristevalmisteet kiinnitetään metanolilla 20 minuutin kuluttua valmisteen teosta. (Nordlab 2012b; Mahlamäki 2004, 283.) Sivelyvalmisteita tehdään vähintään 3 kappaletta (Islab 2007).



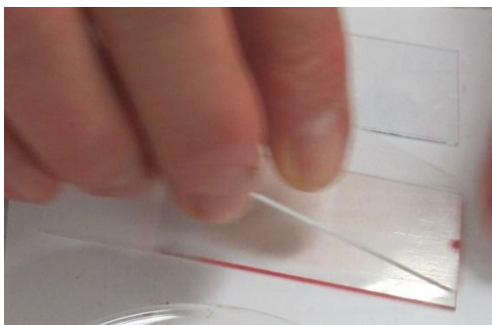
KUVA 15. Luuydinfragmenteja sisältävän pisaran laittaminen objekttilasille.



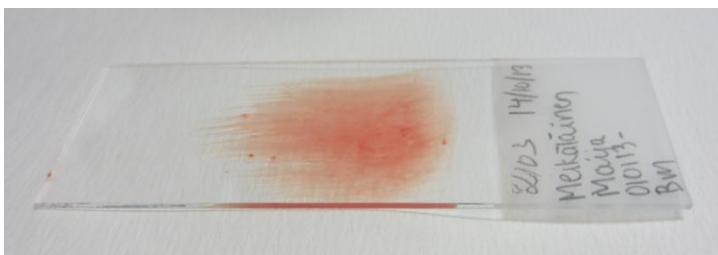
KUVA 16. Vetolasi asetetaan objektilasin päälle 30–45 °:n kulmaan.



KUVA 17. Pisaran annetaan levittyä vetolasin reunaan.



KUVA 18. Vetolasi työnnetään objektilasin pätyyn lopussa keventäen.



KUVA 19. Sivelyvalmiste.

4.2 MGG-värjäys

Kaksi onnistunutta luuytimen sivelyvalmistetta, kaksi puristevalmistetta sekä yksi perifeerisen veren sivelyvalmiste värjätään. Suomessa käytetään yleensä klassista May-Grünwald-Giemsan (MGG) tekniikkaa perifeerisen veren ja luuytimen sivelyvalmisteiden värjäamisessä. Tällä tekniikalla saadaan esille hieno värisävyjen erittely solun eri osien sytokemiallisten osien mukaan. May-Grünwaldin reagenssi perustuu kahteen eri väriaineeseen: eosiini Y:hyn ja metyleenisineen. Hapan eosiini värjää punasolut punertaviksi ja emäksinen metyleenisini leukosyyttien tumat sinisiksi. Giemsa-reagenssi

taas koostuu eosiini Y:stä, metyleenisinestä sekä atsuuri B:stä, jotka värjäävät leukosyyttien eri granulat sekä tumat sinipunaisiksi. MGG-värjäyksessä näyte kiinnitetään objektilasille ensiksi metanolilla, jonka täytyy olla absoluuttisen vedetöntä. Metanolissa oleva vesi aiheuttaa vesipeiliartefaktaa. Tämän jälkeen näyte värjätään May-Grünwald-väriliuksella ja Giemsa-väriliuksella. (Jansson & Siitonen 2007, 109.) Ylimääräinen väri pestään pois useilla puskuroiduilla vesillä, jonka jälkeen näytelasi kuivataan ja lasin päälle kiinnitetään eli peitataan peitinlasi montteerausaineella. (Islab 2013a.)

Islabin Puijon hematologian laboratoriossa, käytetään näytelasien värjämisessä kahta Midas III / Mirastainer II -värjäysautomaattia. (Kuva 20.) Värjäys tapahtuu May-Grünwald-Giemsa-värjäys -työohjeen mukaan (Islab 2013a.), kuten taulukossa 1 on esitetty.



KUVA 20. Islabin hematologian laboratorion värjäysautomaatti.

Taulukko 1. MGG-värjäys. (Islab 2013a.)

Vaihe	Liuos	Allas	Aika (min)
1	Metanoli	1	10
2	May-Grünwald	2	5
3	Giemsa	3	12
4	Puskuroitu vesi	4	2
5	Puskuroitu vesi	5	5
6	Puskuroitu vesi	6	2

Kuvassa 21 on MGG-värjätyt luuytimen sivelyvalmiste ja puristevalmiste. Luuydin näkyy puristevalmisteen keskellä voimakkaan sinisenä kasautumana.



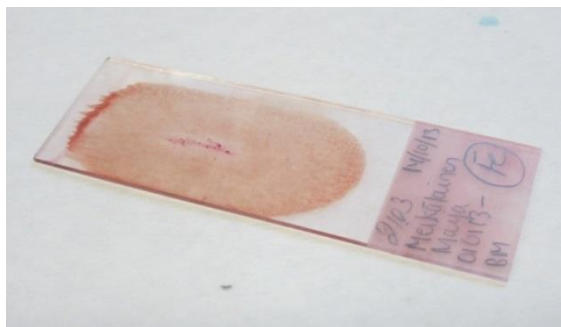
KUVA 21. MGG-värjätty sivelyvalmiste (vas.) ja puristevalmiste.

4.3 Rautavärjäys

Rautavärjäyksessä tulee värjätä useita saman potilaan laseja. Värjäyksessä käytetään yleisesti preussinsinireaktiota, jonka avulla saadaan selville raudan määrä kudoksesta. Värjäyksen vaiheet on esitetty taulukossa 2. Rautavärjäyksessä käytetään MGG-värjäyksen tapaan myös metanolia näytteen kiinnitykseen objektilasille. Kiinnityksen jälkeen valmisteiden pitää kuivua kunnolla ennen kuin ne siirretään kaliumferrosyanidisuolahappoliuokseen ($\text{Fe}(\text{CN})_6\text{HCl}$), koska muuten solujen sytoplasmarakenne kärsii. Värjäyksen jälkeen näytelaseihin kiinnitetään peitinlasit montteerausaineen avulla. (Jansson & Siitonen 2007, 104, 109; Islab 2013a.) Kuvassa 22 on valmis rautavärjätty luuytimen puristevalmiste, jossa luuydin näkyy keskellä tummemman punaisena.

Taulukko 2. Rautavärjäys. (Mahlamäki 2004, 285.)

TYÖVAIHE	OHJE
Ilmakuivaus	Näytelasi kuivataan huolellisesti.
Metanolikiinnitys	Kiinnitys 10–20 min tai formaliinimetanolilla 1 min (1 osa 40 % formaliinia ja 9 osaa metanolia).
Ilmakuivaus	Kuivataan huolellisesti.
Preussinsinivärjäys	Liuokset tulee sekoittaa välittömästi ennen värjäämistä. (1 osa 4 % kaliumferrosyanidia $\text{Fe}(\text{CN})_6$ ja 1 osa 0,4 mol/l HCl) Käytetään huoneen lämpöisenä. Värjäysaika 5-15 min.
Huuhtelu	Näytelasit huuhdellaan huolellisesti juoksevalla tislatusvedellä. Huuhteluaika 20 min.
Ilmakuivaus	Kuivataan huolellisesti.
Jälkivärjäys	Värjätään suodatetulla 1 % neutraalipunaväriliuoksella. Värjäysaika 3 min.
Huuhtelu	Huuhtelu tislatusvedellä.
Ilmakuivaus	Kuivaus rauhallisesti yön yli.



KUVA 22. Fe-värjätty puristevalmiste.

4.4 Mikroskopointi

Luuydinnäytteiden mikroskopoinnin tekee yleensä laboratorion erikoislääkäri. MGG-värjätystä puristevalmisteesta lääkäri arvioi näytteen edustavuutta eli riittävää fragmenttien määrää, värjäyksen onnistumista, solukkuutta ja yksittäisten solusarjojen osuutta sekä morfologisia poikkeavuuksia ja mahdollisia metastaattisia soluja. Taulukossa 3 on kuvattu aikuisen normaalin luuytimen solujakauma. Leukemioiden kohdalla arvioidaan myös blastisolujen määrää ja niiden morfologiaa. Luuytimen sivelyvalmistetta käytetään tarvittaessa yksittäisten solujen morfologian arviointiin, koska solut säilyvät siinä puristevalmistetta paremmin. Rautavärjäys kuuluu vahvasti anemian diagnoimiseen. (Mahlamäki 2004, 283.) Näytteen tutkimisen jälkeen lääkäri tekee johtopäätökset, antaa lausunnon ja raportoi tuloksista (Vilpo 2010b, 36).

Taulukko 3. Normaalin luuytimen solujakauma aikuisella. (Turgeon 1993, 356.)

Solutyyppi	Määrä (%)
Erytrosyyttisarjan soluja	21,5
Neutrofiiliarjan soluja	56,0
Eosinofiiliarjan soluja	3,2
Basofiileja	<0,1
Lymfosyyttejä	15,8
Monosyyttejä	1,8
Megakaryosyyttejä	<0,1
Retikulosyyttejä	0,3
Plasmasoluja	1,8

Koska luuydintutkimukseen liittyy oleellisesti myös veren sivelyvalmisteen tutkiminen, tulee veren perifeerinen sivelyvalmiste myös mikroskopoida. Tämä kuuluu bioanalyttikon työtehtäviin. Mikroskopoinnissa tulee aluksi tehdä yleissilmäys hallitsevasta leukosyyttijakaumasta sekä patologisten solujen alustava tunnistaminen. (Jansson & Siitonen 2007, 102.) Yleissilmäyksen jälkeen tehdään leukosyyttien erittelylaskenta, jossa näytelasilta lasketaan 100 tai 200 leukosyyttiä, sekä punasolujen tarkastelu. Erittelylaskennassa voi tulla esille myös solujen varhaisempia esiasteita, kuten promy-

elosyyttejä tai blasteja. Esimerkiksi akuuttien leukemioiden diagnoosivaiheessa verestä löytyy usein blasteja, mutta joissakin tapauksissa niitä ei todeta tai niitä voi olla niin vähän, että ne eivät tule esiin erittelylaskennassa. Mikroskooppilaskennan tulokset, eli eri solujen määrät, ilmoitetaan yleensä prosentteina. Koska manuaalinen laskenta on epätarkka pienen solumäärän takia, voidaan tuloksia pitää vain viitteellisinä. Tämän takia suositellaankin ensisijaisesti käytettäväksi koneellista erittelylaskentaa. (Mahlamäki 2004, 280–281.)

4.5 Muita luuydintutkimuksia

Luuytimen puriste- ja sivelyvalmisteiden lisäksi on myös useita muita aspiraationäytteestä tehtäviä tutkimuksia. Aspiraationäytteestä voidaan tehdä mm. luuytimen kromosomitutkimus, akuutin leukemian immunofenotyyppitys sekä akuutin leukemian jäännöstaudin immunofenotyyppitys. (Huslab 2013.) Aspiraationäytteen lisäksi tehdään myös luuydinbiopsioita (Jansson & Siitonen 2007, 106).

Luuytimen kromosomitutkimus. Luuytimen kromosomitutkimuksessa (Bm-Kromos tai Bm-KromHem) tutkitaan 1-3 päivän ajan viljeltyjä soluja. Luuydintä imetään 2-5 ml steriilisti kuivaan ruiskuun ja siirretään välittömästi 9 ml:n ravintonesteputkeen. Kromosomisto tutkitaan G-raitavärijätyiltä kromosomipreparaateilta mikrokoopilla ja tietokoneanalysointilla. (Huslab 2013; Islab 2013b.) Kromosomitutkimuksia käytetään akuuttien leukemioiden, myelodysplastisten syndroomien tai muiden pahanlaatuisten veritautien diagnostiikassa sekä hoitojen seurannassa. (Mahlamäki 2004, 286.)

Luuytimen akuutin leukemian immunofenotyyppitys. Luuytimen akuutin leukemian immunofenotyyppitys (Bm-LMark-H) perustuu virtaussytometriaan. Tutkimukseen päädytään epäiltäessä akuuttia leukemiaa tai akuutin leukemian uusiutumista. Tutkimukseen tarvitaan 2 ml luuydintä ja samalla otetaan myös morfologinen luuydinnäyte (Bm-MMGFe). Tutkimuksessa tutkitaan blastipopulaation erilaistumista eri solulinjoja tunnistavien vasta-aineiden avulla. (Huslab 2012a.)

Luuytimen akuutin leukemian jäännöstaudin immunofenotyyppitys. Luuytimen akuutin leukemian jäännöstaudin immunofenotyyppitys (Bm-Resid) perustuu myös virtaussytometriaan. Tutkimusta käytetään hoitovasteen arvioinnissa akuutin leukemian potilailla, joiden blasteissa on diagnoosihetkellä löytynyt poikkeava fenotyyppi. Bm-MGGFe-tutkimus tehdään tämän tutkimuksen kanssa samalla kertaa. (Huslab 2012b.)

Luuydinbiopsia. Luuytimestä on mahdollista ottaa aspiraationäytteen lisäksi myös biopsianäyte eli koepala. Luuydinbiopsiassa (Bm-Biopsia tai Bm-PAD) yleisin näytteenottoaika on suoliluun takaharjanne. (Jansson & Siitonen 2007, 106.) Biopsiassa käytetään suurempaa neulaa kuin aspiraationäytteenotossa. Neulalla leikataan luuytimestä 2-3 mm:n pituinen lieriö, histologinen koepala, joka laitetaan formaliiniin. Myöhemmin näytteestä tehdään histologisia leikkeitä. (Matinlauri & Vilpo 2010, 254.) Tutkimukseen päädytään epäiltäessä luuytimeen levinnyttä tautia (lymfooma, metastaasi) tai fibroosia (Mahlamäki 2004, 282).

5 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa oppimateriaali Savonia-ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoille. Oppimateriaali kertoo bioanalyytikon työtehtävistä luuytimen aspiraationäytteen käsittelyssä. Oppimateriaali eli tuotos tehtiin posterin muotoon ja se sijoitetaan Savonia-ammattikorkeakoulun hematologian luokkaan.

Luuydinnäytteen käsittely on osa bioanalyytikon laajaa työnkuvaa ja posterin avulla bioanalyttikko-opiskelijat saavat tietoa tästä tutkimusprosessista. Opinnäytetyön tavoitteena on tukea bioanalyttikko-opiskelijoiden hematologian opiskelua.

6 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS

6.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö. Toiminnallinen opinnäytetyö voidaan nähdä työelämän kehittämistyönä, jonka tavoitteena on käytännön toiminnan kehittäminen, ohjeistaminen, järjestäminen tai järjeistämisen ammatillisessa kentässä. Toiminnallisella opinnäytetyöllä on siksi usein toimeksiantaja. Toteutustapana voi olla kohderyhmä huomioiden esimerkiksi kirja, opas, joku muu tuotos, tuote tai projekti. Toiminnallinen opinnäytetyö koostuu kahdesta osasta: toiminnallisesta osuudesta sekä opinnäytetyöraportista. Ammattikorkeakoulussa tehdystä toiminnallisesta opinnäytetyössä tulee yhdistyä sekä käytännöntoteutus sekä toteutuksen raportointi tutkimusviestinnän keinoin. (Vilkkä & Airaksinen, 2003, 9.) Tässä opinnäytetyössä kehittämistyön avulla haluttiin tukea opiskelijoiden ammatillista oppimista. Toiminnallinen kehittämisosuus sisälsi tuotoksen eli posterin. Kohderyhmänä olivat terveysalan opiskelijat, etenkin bioanalytiikan opiskelijat. Opinnäytetyön aihe oli perusteltu, koska työn tuotos tukee bioanalyttikko-opiskelijoiden oppimista.

Opinnäytetyöraportti sisältää opinnäytetyöprosessin dokumentoinnin ja arvioinnin tutkimusviestinnän keinoin. Toiminnallisen kehittämistyön tuotoksen tulee pohjautua ammattiteorialle sekä sen tuntemukselle. Työssä tulee siis olla aina myös teoreettinen viitekehysosuus. Toiminnallisen opinnäytetyön tekijältä edellytetään kehittävää ja tutkivaa otetta, vaikka tutkimus onkin usein tällaisessa opinnäytetyön teossa lähinnä selvityksen tekemistä ja toimii tiedonhankinnan apuvälineenä. Tutkiva ote tulee toiminnallisesta opinnäytetyössä esille teoreettisen lähestymistavan perusteltuna valintana, opinnäytetyöprosessissa tehtyjen valintojen ja ratkaisujen perusteluna sekä pohtivana, kriittisenä suhtautumisena omaa tekemistä ja kirjoittamista kohtaan. Teoreettinen lähestymistapa ohjaa työn tietoperustaa ja sen pohjalta kehittyvän viitekehyksen rakentumista. (Virtuaali-ammattikorkeakoulu 2012.) Teoreettinen lähestymistapa tulee opinnäytetyössäni esille lähteiden valinnan ja aiheen rajaamisen myötä. Tein opinnäytetyöni yksin, joten aiheen rajaaminen oli tärkeää työn hallittavuuden ja käytännön toteutuksen vuoksi. Tässä työssä keskityin pääasiassa luuydinaspiraation puriste- ja siveilynäytteiden käsittelyyn bioanalyttikon näkökulmasta ja mielestäni valokuvat aiheesta tukevat hyvin asian ymmärtämistä.

6.2 Kehittämistyön tuotos eli poster

Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyi poster, jonka aiheena oli "Bioanalyttikon työtehtävät luuydinäytteen käsittelyssä". Poster pohjautui raportissa käytettyyn teoretiseen tietoon sekä itse kuvaamiini aiheesta kertoviin valokuviiin.

Poster tarkoittaa tietotaulua, tutkimusjulistetta tai julistetta. Postereita on kahdenlaisia: tieteellisiä ja ammatillisia. Tieteellinen posterilla ilmaistaan tutkimusta ja sen tuloksia lyhyellä ja ytimekkäällä tavalla. Siitä löytyy johdanto, aineisto- ja menetelmäkuvaukset, tulokset sekä johtopäätökset. Ammatillinen poster taas kuvaa esimerkiksi jonkin ryhmän toimintaa tai projektin tapahtumia. Ammatillisen posterin sisältö on hyvin vapaamuotoinen. Mainostavassa posterissa käytetään kuvia enemmän

ja niiden on oltava laadukkaita, tekstin jäädessä suppeammaksi. Posterin tulee olla selkeä, informaatiova, tyylikäs ja se tulee nähdä myös muutaman metrin päästä. Se on myös käyntikortti itsestäsi ja edustamastasi tahosta. (Perttilä 2007.) Posterin tarkoituksena on tutustuttaa ihmiset heille uuteen asiaan ja sen avulla jakaa tietoa suurellekin ihmismäärälle. Posterin avulla voidaan tavoittaa enemmän ihmisiä kuin esimerkiksi pelkällä esitelmällä, koska posterit ovat useimmiten esillä pidemmän aikaa. Posterissa yhdistyy tekstin, kuvien ja grafiikan avulla tutkimuksen ydinasiat. (Silén 2012.)

Tähän opinnäytetyöhön kuuluvaa posteria on vaikea luokitella vain tietyn tyylin alaiseksi, mutta ehkä se olisi enemmän teoretiseen pohjautuva ammatillinen posterit. Tekemässäni posterissa on paljon valokuvia ja ne tukevat hyvin asiasisällön ymmärtämistä. Kuvat myös elävöittävät posteria ja herättävät lukijan mielenkiinnon.

Vilkan (2003, 129.) mukaan tuotoksen tekstityyliksi tulee valita kohderyhmää puhutteleva ja sisällön kannalta tarkoituksen mukainen kirjoitustyyli. Tuotoksen kokoamisessa tulee ottaa huomioon kohderyhmän ikä, asema ja tietämys kyseisestä aiheesta sekä käyttötarkoitus. Tekstityyliksi valitsin kirjakielen, koska tämä tuo posteriin luotettavuutta. Tuotoksen kohderyhmänä olivat aikuiset opiskelijat. Vaikka posterin tarkoitus olikin tukea etenkin bioanalytiikka-opiskelijoiden oppimista, kokosin posterin selkeäksi ja vältin runsasta ammattisanaston käyttöä. Näin posterin sisältö aukeaa helpommin myös esimerkiksi juuri opintonsa aloittaneille opiskelijoille.

Posterin suunnittelussa tulee ottaa huomioon posterin todellinen koko, graafinen suunnittelu sekä tekstin ja kuvien sijoittelun tasapaino. Myös fontin malli, koko ja väri pitää huomioida suunnittelussa jotta posterin luettavuus on hyvä. Otsikot tulee kirjoittaa suuremmalla fonttikoolta, jolloin ne erottuvat selvästi muusta tekstistä. Yhteenkuuluvat tekstit tulee sijoittaa lähemmäksi ja uuteen asiaan siirtäessä tulee käyttää suurempaa väliä. (Perttilä 2007.) Posterin kooksi valitsin A1-koon, joka on 594 x 841 mm. Mielestäni A0-kokoisen posterin (841 x 1189 mm) sijoittaminen olisi ollut vaikeaa ja posteria olisi pitänyt silmäillä ja lukea kauempaa. A2-kokoiseen (420 x 594 mm) posteriin olisi ollut haastavaa saada mahtumaan tarpeeksi asioita, ilman että, luettavuus kärsii. Koska posterit tullaan sijoittamaan hematologian luokkaan, mielestäni tämä A1-koko oli paras vaihtoehto.

Kuvaamisessa käytin Canon Ixus 220 HS -digikameraa. Olen harrastevalokuvaaja, joten valokuvien laatua, valotusta, kuvakulmia ja asettelua pohdin maallikon silmin. Ammatillaisen ottamana kuvista olisi voinut tulla hienompia, mutta mielestäni onnistuin kuvissani ilmaisemaan asiat ymmärrettävästi.

6.3 Opinnäytetyöprosessi ja aikataulu

Opinnäytetyöprosessin aloitin keväällä 2013, jolloin tein työni aihekuvauksen, etsin koulun informaation kanssa hyviä lähteitä opinnäytetyölleni ja tein ohjauksopimuksen koululle. Toukokuussa 2013 aloitin työsuunnitelman tekemisen. Työsuunnitelman kirjoitin loppuun alkusyksystä, jonka jälkeen hain tutkimuslupaa Itä-Suomen Laboratoriokeskuksen Liikelaitoskuntayhtymältä eli Islabiltä. Tutkimusluvan työille sain syyskuussa 2013. Tähän opinnäytetyöhön tarvittavat kuvat kävin kuvaamassa Islabin Puijon hematologian laboratoriossa lokakuussa 2013 kahtena eri päivänä. Hematolo-

gian laboratoriosta sain mukaani muutamia luuydinnäytteiden sively- ja puristevalmisteita, jotka oli valmiiksi värjätty ja peitattu. Näitä näytteitä kuvasin Savonia-ammattikorkeakoulun hematologian luokassa. Mikroskooppikuvia en kuitenkaan lisännyt opinnäytetyöhöni, koska niiden laatu oli hieman heikko. Luurankoa valokuvasin Savonia-ammattikorkeakoulun tiloissa lokakuun alussa. Opinnäytetyöhöni kirjoitin teoriaosuuden syksyn 2013 aikana ja aloin suunnittelemaan posteria kerättyäni teoriaosuuden. Posterini pohjautuu opinnäytetyöni kirjalliseen osuuteen eli raporttiin.

Opinnäytetyöprosessin viimeistelyyn kuuluu seminaareihin sekä menetelmätyöpajoihin osallistuminen, kypsyysnäytteen kirjoittaminen ja opinnäytetyön julkistaminen (Savonia-ammattikorkeakoulu 2010, 34). Menetelmätyöpajat suoritin lokakuun 2013 aikana saaden paljon hyviä vinkkejä niin työni kirjoitusasuni muokkaamiseen kuin posterin sisällön suunnitteluun. Ohjaajan kanssa keskustelu ja häneltä saamani palaute ohjasi minua opinnäytetyöprosessin edetessä. Tämä auttoi minua hahmottamaan prosessin kokonaisuutta ja asioiden rajaamisen tärkeyttä. Opinnäytetyöseminaari ja posterin julkistaminen tapahtui vuoden 2013 marraskuun lopussa.

7 POHDINTAA

7.1 Työn luotettavuus

Tiedonhankintaprosessi on ensimmäinen askel itsenäisen ja luotettavan tiedon tuottamiseen kirjallisessa työssä. Laadukkaaseen kirjalliseen työhön edellytetään aina kunnollista lähdemateriaalia. Hyvän lähdemateriaalin kriteerinä pidetään yleensä monipuolisuutta ja riittävyttä käsiteltävän aiheen kannalta. Yleisellä tasolla lähteille asetetut vaatimukset riippuvat työn laajuuden ja esityksen tieteellisyden tasosta. Tutkimustyöhön liittyvän tiedonhaun tavoitteena on yleensä päästä tutustumaan sopivaan ensisijaiseen tietoaaineistoon. Tällaiset tietolähteet sisältävät alkuperäistä uutta tietoa tai ennestään tunnetun tiedon uutta tulkintaa. Primaarilähteiden ryhmään kuuluvat mm. teokset, aikakauslehtiartikkelit, tutkimusraportit, opinnäytetyöt ja standardit. Edellä mainituissa lähteissä annetaan täydellinen tai ensikäden selostus tutkimuksista tai tutkimuksen suorittamisesta. Julkaisijoina ovat siten yleensä itse tutkimuksen suorittajat. Opiskelijan tulisi pyrkiä käyttämään mahdollisimman paljon primaareita tiedonlähteitä tieteellisiä kirjoitelmia laatiessaan, jotta voidaan varmistaa käytetyn lähdemateriaalin aitous ja luotettavuus. (Tampereen Yliopisto 2011.) Aineistosta analysoitua tutkimustietoa selitetään teoreettisen tiedon kautta. Toiminnallisessa opinnäytetyössä on tarkoitus löytää tietoa, jota kirjoittaja voi itse perustellusti rajata ja täsmentää, jotta se palvelisi paremmin haluttua lopputulosta. (Vilka 2010.)

Lähteitä hankkiessa käytin lääketieteellisiä tietokantoja kuten PubMed:ia, Cinahlia ja Terveysporttia. Hakusanoina käytin mm. seuraavia: luuydin, bone marrow, luuyd..., näytteenotto, specimen handling, bone marrow examination, bone marrow aspiration, KLL, ALL. Lähteiden määrän rajaamiseen vaikuttivat mm. seuraavat asiat: otsikon aihe, artikkeleiden saaminen kokonaisuudessaan, ilmainen saatavuus ja julkistamisvuosi. Alan kirjallisuutta löysin Savonia-ammattikorkeakoulun kirjaston omasta Aapeli-tietokannasta. Käytin lähteinä myös laboratoriodien työohjeita. Raportin teoriaosuutta kirjoittaessani huomasin useamman lähteen kertovan asioista samalla tavalla. Tällöin lähteiden luotettavuus on perusteltua.

7.2 Opinnäytetyön eettisyys

Etiikka koostuu arvoista, periaatteista ja ihanteista. Korkeatasoinen tutkimus kunnioittaa tutkittavien oikeuksia ja sen tavoitteena olla tavoiltaan eettisesti hyväksyttävä. Tutkimusetiikan pohjana ovat elämän kunnioittaminen, oikeudenmukaisuus, potilaan itsemääräämisoikeus, hyödyn tuottaminen sekä haitan välttäminen. (Pirttilä 2008, 65.) Tutkimus on inhimillistä ja arvoperäistä toimintaa. Sillä pyritään löytämään totuus tieteellisesti hyväksytyillä menetelmillä. Tutkija ja koko tiedeyhteisö ovat vastuussa yhteiskunnalle, itselleen ja toisille tutkimusyhteisöille tutkimuksensa eettisistä ratkaisuista. Erityisen keskeiseen rooliin eettisyys nousee, kun tutkimuksessa käytetään ihmisiä tietolähteinä. Tutkimusetiikassa kyse on siis siitä, kuinka tutkimus tehdään eettisesti hyvin ja luotettavasti. (Leino-Kilpi & Välimäki 2003, 185.) Lääketieteellisessä tutkimuksessa kerättävä tieto on arkaluonteista ja tutkittavien tietosuoja tulee ottaa erityisesti huomioon. Terveystilaa sekä sairauksia koskeva tieto

on luottamuksellista ja henkilötietolain 11 §:ssa ilmaistaan, että tällaisten henkilötietojen käyttö on kielletty. (Pirttilä 2008, 70.)

Posteritullaan sijoittamaan Savonia ammattikorkeakoulun hematologian luokkaan ja tavoitteena on tukea opiskelijoiden oppimista. Savonia-ammattikorkeakoulun hematologian opettajan mielestä tätä aihetta käsittelevälle posterille oli tarvetta, joten opinnäytetyön aiheen valinta oli myös perusteltua. Kuvasin posterissa ja raportissa käytetyt kuvat itse. Kuvattavat kohteet olivat luuydinnäytteenotossa käytettävät työvälineet, luuydinnäytteet ja niiden käsittelyn eri vaiheet sekä luurangon kuvaaminen. Valokuvat rajasin tarkasti siten, että kuvista ei voi tunnistaa potilaita eikä henkilökuntaa. Näin pystyin varmistamaan, että kuvaus tapahtui varmasti eettisesti oikein ja yksityisyysuoja huomioitiin. Itse kuvaamalla otin huomioon valokuvien tekijänoikeudet.

7.3 Tavoitteiden toteutuminen

Opinnäytetyöni tavoitteena oli laatia luuydinnäytteenkäsittelyä kuvaava posterit, joka tukee bioanalyttikko-opiskelijoiden hematologian opiskelua. Posterin tuli olla informoiva, selkeä ja mielenkiintoa herättävä. Onnistuin tavoitteessa mielestäni hyvin. Tuotokseni kuvat ovat selkeitä ja antavat paljon lisätietoa näytteenkäsittelyn eri työvaiheista. Haasteita posterin suunnittelussa aiheutti posterin koko sekä valokuvien ja teorian tietomäärän rajaaminen. Vain tärkeimpien asioiden esille nostaminen posterissa aiheutti ongelmia. Neuvojen ja vinkkien kyseleminen niin ohjaajalta, opponoijalta kuin ulkopuolisilta ihmisiltä auttoi minua hahmottelemaan mielestäni toimivan posterin. Tavoitteena minulla oli valmistua bioanalyttikoksi vuoden 2013 lopulla ja tämä toi omat haasteensa opinnäytetyöntekoon.

7.4 Oman oppimisen arviointi ja ammatillinen kasvu

Ammatillinen kasvu on käytännöllisen ammatillisen taidon ja teoreettisen tiedon yhdistämistä, siten että tiedosta on alan ihmisille jotakin hyötyä. Opinnäytetyön teossa ajanhallinta, kokonaisuuksien hallinta, yhteistyö ja työelämän innovatiivinen kehittäminen sekä kirjallisen ja suullisen ilmaisemisen taito ovat osa ammatillista kasvua. (Vilkkä 2003, 159–160.) Työssäni olen mielestäni yhdistänyt onnistuneesti teoriatietoa ja käytäntöä, mutta ajan ja kokonaisuuksien hallinnassa minulla on vielä hieman opeteltavaa.

Ammatillisessa kasvussa nivoutuu yhteen ammattitaito, ammattitietous sekä ammatti-identiteetti. Ammattitaitoa ovat toimintatavan perusteltavuus, argumentointitaidot, kommunikaatiotaidot, yhteistyötaidot sekä tilanteiden hallinta- ja organisointitaidot. Ammattitietous on muun muassa tieto omasta tehtävästään sekä tieto tehtävää ohjaavista säädöksistä, tavoitteista ja sisällöstä. Ammatti-identiteetti koostuu siitä miten näkee itsensä työntekijänä ja toimijana, omasta toimintafilosofiasta, tärkeänä pitämistä asioista sekä miten toimii työntekijänä. (Niikko 2001, 57.) Savonia-ammattikorkeakoulun opetussuunnitelman mukaan (2010, 4.) bioanalyttikon ammattitaidon perustana on kliinisen laboratoriotieteen ja sitä tukevien muiden tieteenalojen teoreettinen tieto sekä näiden tietojen soveltaminen käytäntöön. Bioanalyttikon ammattipätevyyden ja ydinosaamisen perus-

tana on laboratoriotutkimusprosessin hallinta ja eri analyttisten vaiheiden osaaminen. Ammattitaitoni ja ammattipätevyyteni ovat lisääntyneet opinnäytetyötä tehdessäni, vaikka en voi vielä sanoa olevani alan asiantuntija.

Opinnäytetyötä työstäessäni olen perehtynyt syvällisesti luuytimen aspiraationäytteenottoon ja bioanalyttikon työnkuvaan aspiraationäytteen käsittelyssä. Olen saanut laajemman kuvan bioanalyttikon työstä ja opinnäytetyötä tehdessäni olen huomannut moniammatillisuuden ja monitieteisyyden merkityksen käytännön työelämässä. Bioanalyttikon rooli luuydinäytteenotossa on tärkeä. Yhteistyö- ja kommunikointitaidot nousevat suureen rooliin laadukkaan ja edustavan näytteen saamiseksi. Bioanalyttikko voi omalla työpanoksellaan ja huolellisuudellaan tähän vaikuttaa.

Postereita en ole aikaisemmin tehnyt, joten opinnäytetyöprosessin myötä opin posterin suunnittelua ja sen koostamista. Kuvien merkitys posterissa on suuri. Niiden avulla voidaan herättää katsojan mielenkiinto ja ne auttavat ymmärtämään asiasisältöä. Mielestäni onnistuin hyvin kuvien ja tekstin yhteensovittamisessa.

LÄHTEET

- AIRAKSINEN, T. ja VILKKA, H. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.
- ARSTILA, A., BJÖRKQVIST, S-E., HÄNNINEN, O. ja NIENSTEDT, W. 1999. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY.
- BAIN, B. J. 2001. Blood cell morphology in health and disease. Teoksessa: BAIN, B. J., BATES, I. ja LEWIS, S M. (toim.) Dacie and Lewis: Practical Haematology. 9. painos. Lontoo: Churchill Livingstone, 65-99.
- BEATTIE, S. 2007. Bone marrow aspiration and biopsy: Perfect your skills before you assist with a bone marrow exam. Healthcare Traveler 4, 36–39.
- BJÅLIE, J. G., HAUG, E., SAND, O., SJAASTAD, Ø. V. ja TOVERUD, K. C. 2009. Ihminen – fysiologia ja anatomia. (Suom. Meditrans Oy: Mannila Kari ja Oikarinen Leena.) 1-6. painos. Helsinki:WSOY.
- ELONEN, E. 2007. Akuutit leukemiat. Teoksessa: LASSILA, R., PORKKA, K., RAJAMÄKI, A. ja RUUTU, T. (toim.) Veritaudit. Helsinki: Duodecim, 285–309.
- HELLMANN, A., KOVALIK, M. M., LEWANDOWSKI, K., PAWLACZYK, R. JA ROGOWSKI, J. 2012. Microscopic examination of bone marrow aspirate in healthy adults – comparison of two techniques of slide preparation. Blackwell Publishing Ltd. International Journal of Laboratory Hematology 34, 254-261.
- HOLMIA, S., MURTONEN, I., MYLLYMÄKI, H. ja VALTONEN, K. 2004. Verisairauksia sairastavien hoitotyö. Teoksessa: Sisätautien, kirurgisten sairauksien ja syöpätautien hoitotyö. Helsinki: WSOY, 346–377.
- HUSLAB 2012a. Immunofenotyyppitys, akuutti leukemia, luuytimestä (Bm-LMark-H). [verkkojulkaisu]. [ohjekirja]. [viitattu 2013-10-17]. Helsingin ja Uudenmaan Sairaanhoidopiiri. Saatavissa: <http://huslab.fi/ohjekirja/8355.html>
- HUSLAB 2012b. Immunofenotyyppitys, akuutin leukemian jäännöstauti, luuytimestä (Bm-Resid). [verkkojulkaisu]. [ohjekirja]. [viitattu 2013-10-17]. Helsingin ja uudenmaan sairaanhoidopiiri. Saatavissa: <http://huslab.fi/ohjekirja/8301.html>
- HUSLAB 2013. Kromosomitutkimus, hematologinen, luuytimestä (Bm-kromHem). [verkkojulkaisu]. [ohjekirja]. [viitattu 2013-10-12]. Helsingin ja uudenmaan sairaanhoidopiiri. Saatavissa: http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=2152&terms=bm-krom

HÄNNINEN, A. 2004. Verisolujen yleisimmät sairaudet. Teoksessa: PENTTILÄ, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 290–310.

HÄNNINEN, A. ja MAHLAMÄKI, E. 2004. Verisolujen muodostus. Teoksessa: PENTTILÄ, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 264-268.

IIVANAINEN, A., JAUHAINEN, M. ja PIKKARAINEN, P. 2006. Verisairaudet. Teoksessa: Sairauksien hoitaminen – terveyttä edistäen. Helsinki: Tammi, 670–686.

ISLAB 2007. Luuydinnäytteiden morfologisten valmisteiden tekeminen. [työohje]. Kuopio: Itäsuomen laboratorionkeskuksen liikelaitoskuntayhtymä.

ISLAB 2013a. May-Grünwald-Giemsa -värjäys (MGG). [työohje]. Kuopio: Itäsuomen laboratorionkeskuksen liikelaitosyhtymä.

ISLAB 2013b. Bm-kromosomitutkimus luuytimen soluista (Bm-kromos). ITÄ-SUOMEN LABORATORIOKESKUKSEN WEB-OHJEKIRJA. [verkkójulkaisu]. [viitattu 2013-10-12].

Saatavissa: <https://ekstra1.kuh.fi/csp/islabohje/labohje.csp?indeksi=591>

JANSSON, S-E. ja SIITONEN, S. 2007. Hematologiset laboratoriotutkimukset: Morfologiset tutkimukset. Teoksessa: LASSILA, R., PORKKA, K., RAJAMÄKI, A. ja RUUTU, T. (toim.) Veritaudit. Helsinki: Duodecim, 100–111.

JANTUNEN, E. 2010. Akuutit leukemiat. Teoksessa: VILPO, J. (toim.) Ilmari Palvan veritaudit. Helsinki: Medivil Oy, 143–150.

KOISTINEN, P. ja SIITONEN, T. 2007. Verisolujen tuotanto ja sen säätely. Teoksessa: LASSILA, R., PORKKA, K., RAJAMÄKI, A. ja RUUTU, T. (toim.) Veritaudit. Helsinki: Duodecim, 16–31.

KORKEILA, K. 2006. Lääketiedettä läheltä. Helsinki: Edita Prima Oy.

KUNNAMMO, I. 2008. Luuydinnäyte suoliluun takaharjanteesta. Kustannus Oy Duodecim: Lääkärin tietokannat. [verkkolähde]. [viitattu 2013-10-31]. Saatavissa:

http://www.terveysportti.fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00363&p_haku=luuydin

LEINO-KILPI, H. ja VÄLIMÄKI, M. 2003. Etiikka hoitotyössä. Helsinki: WSOY.

MAHLAMÄKI, E. 2004. Luuydintutkimukset. Teoksessa: PENTTILÄ, I. (toim.) Kliiniset Laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 282-289.

MATINLAURI, I. ja VILPO, J. 2010. Hematopoiesi ja sen tutkiminen. Teoksessa: NIEMELÄ, O. ja PULKKI, K. (toim.) Laboratoriolääketiede – Kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 247–254.

MUSTAJOKI, P. 2011. Verenvähyys eli anemia. Kustannus Oy Duodecim: Terveyskirjasto. [verkkoartikkeli]. [viitattu 2013-10-15]. Saatavissa:

http://www.terveyskirjasto.fi/terveysportti/tk.koti?p_artikkeli=lds00003&p_teos=lds&p_osio=109&p_selaus=

NIIKKO, A. 2001. Portfolio oppimisen avartajana. Helsinki: Tammi.

NORDLAB 2012a. Näytteenotto luuydintutkimusta varten (Bm-MGGFe). Oulun yliopistollinen sairaala. [verkkajulkaisu]. [viitattu 2013-09-23].

Saatavissa: http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjeet/Naytteenotto_luuydintutkimusta_varten.pdf

NORDLAB 2012b. Veren sivelyvalmisteen tekeminen. Oulun yliopistollinen sairaala. [verkkajulkaisu]. [viitattu 2013-09-27].

Saatavissa: http://oyslab.fi/cgi-bin/ohjeet/Verensivelyvalmisteen_tekeminen.pdf

PELLINIEMI, T-T. 2007. Megaloblastinen anemia. Teoksessa: LASSILA, R., PORKKA, K., RAJAMÄKI, A. ja RUUTU, T. (toim.) Veritaudit. Helsinki: Duodecim, 175–190.

PERTTILÄ, A. 2007. Ohjeita posterin tekoon. Viestintäpiste. Laurea ammattikorkeakoulu. [verkkajulkaisu]. [viitattu 2013-05-10 ja 2013-11-01].

Saatavissa: http://viestintapiste.laurea.fi/ind.pdf.doc.ppt/Posterin_suunnittelu.pdf.pdf

PETTERSSON, T. 2007. Kroonisen taudin anemia. Teoksessa: LASSILA, R., PORKKA, K., RAJAMÄKI, A. ja RUUTU, T. (toim.) Veritaudit. Helsinki: Duodecim, 191–197.

PIRTTILÄ, T. 2008. Tutkimuseettiset toimikunnat – toimintaa ohjaavat normit ja tutkimuseettinen pohdinta. Teoksessa: PIETILÄ, A-M. ja LÄNSIMIES-ANTIKAINEN, H. (toim.) Etiikkaa monitieteisesti: Pohdintaa ja kysymyksiä. Kuopio: Kuopion Yliopisto, 65–89.

PUNNONEN, K. 2010. Anemiat. Teoksessa: NIEMELÄ, O. ja PULKKI, K. (toim.) Laboratoriolääketiede – kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 255–265.

SALONEN, J. 2013a. Leukemia (verisyöpä). Kustannus Oy Duodecim: Terveyskirjasto. [verkkoartikkeli]. [viitattu 2013-10-22]. Saatavissa:

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00040&p_haku=krooninen%20leukemia

SALONEN, J. 2013b. Aikuisen akuutti leukemia. Kustannus Oy Duodecim: Terveyskirjasto. [verkkoartikkeli]. [viitattu 2013-10-22].

Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00824

SALONEN, J 2013c. KLL eli krooninen lymfaattinen leukemia. Kustannus Oy Duodecim: Terveyskirjasto. [verkkoartikkeli]. [viitattu 2013-10-22]. Saatavissa:

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_osio=&p_artikkeli=dlk00821&p_haku=

SAVONIA AMMATTIKORKEAKOULU 2010. Bioanalytiikko (amk) - opetussuunnitelma kevät 2010. Terveysala. Kuopio.

SINISALO, M. 2010. Krooninen lymfaattinen leukemia (KLL). Teoksessa VILPO, J. (toim.) Ilmari Palvan veritaudit. Helsinki: Medivil Oy. 131-135.

SILÉN, Saija 2012. Tieteelliset posterit viestinnän välineenä. Jyväskylän yliopisto. [verkkolähde]. [viitattu 2013-11-01]. Saatavissa: http://www.biostatistiikanseura.org/Syystapaaminen2012_Silen.pdf

TAMPEREEN YLIOPISTO 2011. Lähteiden käytöstä ja lähdekritiikistä. Terveystieteiden yksikkö. Tampere. [verkkojulkaisu]. [viitattu 2013-08-30].

Saatavissa: <http://www.uta.fi/hes/opiskelu/kaytannot/kirjoittajanopas/tiedonhaku/lahdekrit.html>

TREWHITT, K. G. 2001. Bone Marrow Aspiration and Biopsy: Collection and Interpretation. Oncology Nursing Forum 9 (28), 1409-1417.

TURGEON, M. L. 1993. Clinical Hematology: Theory and procedures. 2. painos. Boston: Little, Brown and Company.

VILKKA, H. 2010. Toiminnallinen opinnäytetyö. [verkkojulkaisu]. [viitattu 2013-08-30].

Saatavissa: http://vilkka.fi/hanna/Toiminnallinen_ont.pdf

VILPO, J. 2010. Verisolujen rakenne ja funktiot. Teoksessa: VILPO, J. (toim.) Ilmari Palvan veritaudit. Helsinki: Medivil Oy, 21–27.

VILPO, J. 2010. Hematopoiesin tutkiminen. Teoksessa: VILPO, J. (toim.) Ilmari Palvan veritaudit. Helsinki: Medivil Oy, 28-37.

VIRTUAALI AMMATTIKORKEAKOULU 2012. Monimuotoinen/toiminnallinen opinnäytetyö. [verkkolähde]. [viitattu 2013-05-10]. Saatavissa:

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030906/1113558655385/1154602577913/1154670359399/1154756862024.html>

LIITTEET

Liite 1. Kuvaluettelo

KUVA 1. Verta muodostava luuydinkudos.....	6
KUVA 2. Luuydinnäytteenottoaikat aikuisella.	13
KUVA 3. Kahvallinen luuydinneula steriilissä paketissa.	14
KUVA 4. Kahvaton luuydinneula.	14
KUVA 5. Toimenpiteessä tarvittavien välineiden kuljetuskärry.....	15
KUVA 6. Kellolaseja, natriumsitraattia ja pinsetit.....	16
KUVA 7. Näytteen siirtäminen ruiskusta kellolasille.	17
KUVA 8. Luuydinnäytteen fragmentteja.....	17
KUVA 9. Fragmenttien poimimista pinsettien avulla.	18
KUVA 10. Objektilasille on laitettu pisara näytettä.....	19
KUVA 11. Objektilasin päälle asetetaan vetolasi.....	19
KUVA 12. Näytepisara leviää lasien väliin ja lasit vedetään erisuuntiin.....	19
KUVA 13. Valmis puristevalmiste.	19
KUVA 14. Onnistuneita puristevalmisteita.....	20
KUVA 15. Luuydinfragmentteja sisältävän pisaran laittaminen objektilasille.	20
KUVA 16. Vetolasi asetetaan objektilasin päälle 30–45 °:n kulmaan.....	21
KUVA 17. Pisaran annetaan levittyä vetolasin reunaan.....	21
KUVA 18. Vetolasi työnnetään objektilasin pätyyn lopussa keventäen.....	21
KUVA 19. Sivelyvalmiste.	21
KUVA 20. Islabin hematologian laboratorion värjäysautomaatti.	22
KUVA 21. MGG-värjätty sivelyvalmiste (vas.) ja puristevalmiste.	23
KUVA 22. Fe-värjätty puristevalmiste.....	24

Kaikki kuvat @ Minja Kokko 2013.

Bioanalytikon työtehtävät luuytimen aspiraationäytteenotossa

Luuydinnäytteenottoon päädytään, kun potilaalla epäillään anemiaa, verisolujen muodostushäiriötä, pahanlaatuista verisairautta tai jotain muuta luuytimeen levinnyttä sairautta. Tutkimuksen lähtökohtana ovat verisolulaskennan poikkeavat tulokset, potilaan hematologiseen sairauteen viittaavat oireet ja kliiniset löydökset, joita ovat esimerkiksi epäselvä kuumeilu, suurentuneet imusolmukkeet ja paikalliset luukivut. Myös kemoterapiahoidon vaikutusta voidaan seurata luuydinnäytteiden avulla.

Luuytimen aspiraationäyte (Bm-MGGFe) otetaan aikuiselta yleensä *sternaalipunktiona* eli rintalastan yläosasta tai *kristapunktiona* eli suoliluun takaharjasta. Pieniltä, alle 2-vuotiailta lapsilta, hyvä paikka luuydinnäytteenotolle on tibian eli sääriluun ylä- ja keskikolmanneksen rajalta.

Ennen näytteenottoa pistokohta puhdistetaan sekä suoritetaan ihon ja pistokohdan puudutus, aina luukalvoon saakka. Punktiokohta ympäröidään steriilein liinoin ja lääkäri käyttää näytteenotossa steriilejä käsitteitä. Näyte imetään luuytimestä erikoisvalmistaisen neulan ja ruiskun avulla. Neulassa on kiertettävä estolevy, jonka avulla voidaan säätää neulan pistosyvyyttä ja estää pistäminen liian syvälle luun sisälle.



Näytteenottoaikat aikuisella.



Luuytimen näytteenottooneula.



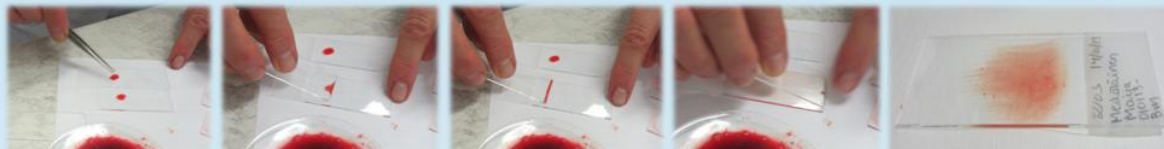
1. Bioanalytikko kuljettaa näytteen käsittelyssä tarvittavat välineet toimenpidehuoneeseen.
2. Natriumsitraattia laitetaan ennen näytteenottoa muutaman tipan verran kellolasille. Sen tehtävänä on estää näytteen hyytyminen.
3. Lääkäri siirtää ruiskuun imetyn aspiraationäytteen bioanalytikon kädessä olevalle kellolasille.
4. Näytteen määrän arviointi: Kellolasilta tulee löytyä tarpeeksi silminnähtäviä luuydinpartikkeleita.
5. Bioanalytikko poimii näytteestä luuydinpartikkeleita pinsettien avulla.

6. Puristevalmisteiden teko



- Objektilasille laitetaan pisara luuydinpartikkeleita sisältävää näytettä.
- Objektilasin päälle asetetaan vetolasi, jolloin näyte leviää kapillaarivoimien vuoksi lasien väliin.
- Näytteen leviämisen jälkeen lasit vedetään erisuuntiin hitaasti kiihtyvällä liikkeellä. Näyte leviää objektilasille.
- Kuvassa valmis puristevalmiste. Puristevalmisteita tulee tehdä useita, jotta saadaan muutama edustava näytelasi.
- Onnistuneen puristevalmisteen keskellä erottuu selkeästi luuytimen partikkeleita.

7. Siveilyvalmisteiden teko



- Luuydinpartikkeleita sisältävä pisara laitetaan objektilasille.
- Vetolasi asetetaan objektilasin päälle 30–45 °C:n kulmaan.
- Pisaran annetaan levittyä vetolasin reunan.
- Vetolasi työnnetään objektilasin päätyn lopussa keventäen.
- Onnistuneen siveilyvalmisteen "häntäpää" on pyöreähkö ja valmistesta tulee löytyä myös fragmentteja. Onnistuneita siveilyvalmisteita tulisi olla kolme kappaletta.

8. Valmisteen värjäys



Vasemalla Fe-värjätty puristevalmiste, keskellä MGG-värjätty puristevalmiste ja oikealla MGG-värjätty siveilyvalmiste.

Posterissa käytetyt lähteet:

- HOLMIA, S., MURTTONEN, I., MYLLYRÄKÄ, H. ja VALTONEN, K. 2004. Verensolujen sairauksien hoito. Toissassa: Saattajan, kirurgien, kardiologien ja syöpätautien hoitajat. Helsinki: WSOY, 252-253.
- ISAK 2007. Luuydinnäytteen morfologian valmistuksen ohjeistus. Kuvien lisäyksen laboratoriolaboranttien koulutusohjelma.
- JÄMSKÖN, S. ja SUNDINEN, S. 2007. Hematologiset laboratoriotutkimukset. Morfologiset tutkimukset. Toissassa: LASSILA, K., POKKA, K., RAAMAKU, A. ja RUTU, T. (toim.) Veritaudit. Helsinki: Duodecim, 124, 129.
- MÄKILÄINEN, E. 2004. Luuydin tutkimukset. Toissassa: PENTTILÄ, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 222-225.
- MARTIKAINEN, I. ja YLIPKO, J. 2010. Hematologia ja sen tutkiminen. Toissassa: NIEMI, O. ja PULKKI, K. (toim.) Laboratoriolääketiede - Kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kustannus Oy, 215.
- NORDLÄS 2012a. Näytteenotto luuydin tutkimusta varten (Bm-ASO2). Oulun yliopistollinen sairaala. [verkkojulkaisu]. [viitattu 2013-09-23]. Saatavissa: http://evylab.fi/cgi-bin/ohjeet/Verisairauksien_luuydin_tutkimus_uunien.pdf
- NORDLÄS 2012b. Veren siveilyvalmisteen valmistaminen. Oulun yliopistollinen sairaala. [verkkojulkaisu]. [viitattu 2013-09-23]. Saatavissa: http://evylab.fi/cgi-bin/ohjeet/Verensolujen_valmisteen_valmistus_tekeminen.pdf
- KAIKKI KUVAUT: MINNA KORHONEN, 2013.