

Petra Lösönen

HemoCue[®] WBC Diff ja Sysmex[®] XE-2100 -analysaattoreiden valkosoluerittelylaskennan tasovertailu patologisilla EDTA- ja kapillaari- verinäytteillä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Bioanalyttikko

Bioanalytiikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

26.5.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Petra Lösönen HemoCue® WBC Diff ja Sysmex® XE-2100 -analysointilaitteiden valkosoluerittelylaskennan tasovertailu patologisilla EDTA- ja kapillaariverinäytteillä 42 sivua + 22 liitettä 26.5.2014
Tutkinto	Bioanalytiikka (AMK)
Koulutusohjelma	Bioanalytiikan koulutusohjelma
Ohjaajat	Lehtori Irma Niittymäki Sairaalakemisti Tuula Metso Erikoislääkäri Päivi Helminen-Pacius
<p>Laatuvaatimusten mukainen vieritestit voi auttaa hoitopäätöksen tekemisessä ja nopeuttaa potilaan hoidon aloittamista. Tässä opinnäytetyössä testataan valkosolujen erittelylaskentaan tarkoitettua HemoCue® WBC Diff -vieritestianalysointilaitetta patologisilla hematologisten ja infektiopotilaiden EDTA-näytteillä (n=81) ja kapillaariverinäytteillä (n=16). HemoCue® WBC Diff määrittää verestä kokonaisleukosyyttiä lisäksi neutrofiilit, lymfosyytit, monosyytit, eosinofiilit ja basofiilit. Opinnäytetyö on jatkoa keväällä 2013 tehdyille innovaatio-projekteille, jossa HemoCue® WBC Diff -laitetta testattiin normaalitason näytteillä. Opinnäytetyön tilaaja on HUSLAB.</p> <p>Opinnäytetyön tasovertailututkimuksen avulla haluttiin selvittää HemoCue® WBC Diff -laitteen tulosten yhteneväisyyttä referenssimenetelmän kanssa ja voidaanko laitteella havaita luotettavasti matalat neutrofiilitasot. Referenssimenetelmänä käytettiin Sysmex XE-2100 -analysointilaitetta. Tasovertailussa vertailtiin kokonaisleukosyyttien, neutrofiilien, lymfosyyttien, monosyyttien, eosinofiilien ja basofiilien absoluuttisia ja prosentuaalisia arvoja. Tulostasovertailua tehtiin myös HemoCue® WBC Diff -laitteen hälyttämien ja hälyttämättömien tulosten välillä. Tasovertailut tehtiin laskettujen keskiarvojen, eroprosenttien ja Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella HemoCue® WBC Diff -laitteen tulokset korreloivat hyvin kokonaisleukosyyttien, neutrofiilien, lymfosyyttien ja eosinofiilien osalta. Absoluuttiset arvot korreloivat (r=0,86-0,99) paremmin kuin prosentuaaliset (r=0,86-0,95). Monosyyttien kohdalla korrelaatio ja eroprosentit olivat selkeästi heikommat ja basofiilien tulokset jäivät epäluotettaviksi vähäisen määrän vuoksi. Hälyttämättömät tulokset korreloivat hieman hälytettyjä paremmin. Opinnäytetyön tutkimustulokset vastaavat hyvin aiempien tutkimusten tuloksia. Kapillaariverinäytteiden otos jäi liian pieneksi, joten niiden kohdalla ei voitu tehdä luotettavia johtopäätöksiä.</p> <p>Opinnäytetyön tulosten mukaan laite soveltuu vieritestikäyttöön matalien neutrofiilitasojen havaitsemiseen ja on luotettava menetelmä leukosyyttien erittelylaskentaan esimerkiksi tilanteissa, jolloin ei tarvita isojen analysointilaitteiden tarkkoja tuloksia. Laitetta ei voi suositella kuitenkaan käytettäväksi pelkästään patologisilla näytteillä, sillä silloin laite antaa hälytettyjä tuloksia varsin usein.</p>	
Avainsanat	valkosolu, erittelylaskenta, HemoCue WBC Diff, Sysmex XE-2100 ;tasovertailu

Author Title Number of Pages Date	Petra Lösönen The level comparison of white blood cell differential count between HemoCue® WBC Diff point-of-care and Sysmex XE-2100 -analyzers using pathological EDTA and capillary blood samples 42 pages + 22 appendices 26.5.2014
Degree	Bachelor of Healthcare
Degree Programme	Biomedical Laboratory Science
Instructors	Senior Lecturer Irma Niittymäki Clinical Biochemist Tuula Metso Specialist Päivi Helminen-Pacius
<p>The point-of-care test which is performed by the quality standards may help to make decisions and provide a faster access to treatments. In this thesis the HemoCue® WBC Diff point-of-care analyzer is tested with pathological EDTA (n=81) and capillary (n=16) blood samples of haematological patients and patients with an infection. The HemoCue® WBC Diff point-of-care analyzer does the white blood cell differential count which includes absolute values and percentages of neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils and basophils. This thesis is a continuation of an innovation project carried out in 2013 in which normal blood samples were tested.</p> <p>The purpose of this level comparison research was to examine the congruence of the results between the HemoCue® WBC Diff and a reference method and if the low neutrophil levels can be identified reliably. The reference method was the Sysmex XE-2100 analyzer. In the study the absolute values and percentages of white blood cells, neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils and basophils were compared by counting correlations, averages and difference percentages.</p> <p>The research showed that the results of the HemoCue® WBC Diff correlated well in white blood cells, neutrophils, lymphocytes and eosinophils. The correlation coefficient was a bit higher in the absolute values ($r=0,86-0,99$) than in the percentages ($r=0,86-0,95$). The correlations in monocytes were clearly weaker and the results of basophils were not achieved because of the low levels of basophils in the samples. The comparison was made with and without alarmed results and there was only a little difference. The results are similar to earlier researches.</p> <p>According to the results the HemoCue® WBC Diff point-of-care analyzer is a reliable method of white blood cell differential count when precise counts are not needed. It can be used also to detect low neutrophil counts. However, the HemoCue® WBC Diff is not highly recommended to be used with pathological blood samples because of quite high frequency of alarmed results.</p>	
Keywords	white blood cell, differential count, Hemocue WBC Diff, Sysmex XE-2100 ;level comparison

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	2
3	Aikaisempia tasovertailututkimuksia HemoCue® WBC Diff -laitteella	3
4	Veren valkosolut ja valkosolumuutosten syitä	5
4.1	Veren valkosolut	6
4.2	Vaikeiden veritautien aiheuttamat valkosolumuutokset	8
4.3	Solunsalpaajahoidon vaikutus valkosolutasoihin	12
4.4	Neutropenia	13
4.5	Valkosolumuutokset infektioissa	14
5	Tasovertailussa käytetyt analysaattorit	15
5.1	HemoCue® WBC Diff	15
5.2	Sysmex® XE-2100	17
6	Näytteiden keruu ja analysointi	19
6.1	Hematologisten potilaiden näytteet	20
6.2	Infektio-osaston potilaiden näytteet	21
6.3	Näytteiden analysointi	22
6.4	Tulosten käsittely	22
7	Tasovertailun tulokset	23
7.1	Kokonaisleukosyyttien vertailu	24
7.2	Neutrofiilien vertailu	26
7.3	Lymfosyyttien vertailu	27
7.4	Monosyyttien vertailu	29
7.5	Eosinofiilien vertailu	30
7.6	Basofiilien vertailu	32
8	Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	33
9	Luotettavuus	36
10	Pohdinta	37
	Lähteet	40

Liitteet

Liite 1. Tiedote luuydinnäytteenottoon tulevalle potilaalle

Liite 2. Tiedote infektio-osaston potilaalle

Liite 3. Suostumuslomake potilaalle

Liite 4. Kokonaisleukosyyttien tulostaulukko

Liite 5. Neutrofiilien tulostaulukot

Liite 6. Lymfosyyttien tulostaulukot

Liite 7. Monosyyttien tulostaulukot

Liite 8. Eosinofiilien tulostaulukot

Liite 9. Basofiilien tulostaulukot

Liite 10. Kapillaariverinäytteiden tulostaulukko

Liite 11. HemoCue WBC Diffin toiminnan tarkastelu mittausrajojen ylittyessä

1 Johdanto

Vieritestauksen tarkoituksena on määrittää laboratoriotuloksia potilaan lähellä nopeasti ja luotettavasti. Vieritestaamisen avulla saadut tulokset ohjaavat potilaan hoitoa, jolloin laatuvaatimukset on oltava samalla tasolla kuin perinteisten laboratoriotutkimusten. (Labquality 2014.) Vieritestaaminen voi olla nopeuden lisäksi vaivattomampaa tietyissä potilasryhmissä ja tilanteissa. Erityisesti lasten, syöpäsairaiden, mielenterveyspotilaiden sekä ensiavun näytteenotto ja tuloksen saaminen nopeammin vieritestaamisen avulla on hyödyllistä.

HUSLABin toimintaan kuuluu, että HUS-alueen pienemmistä toimiyksiköistä lähetetään näytteitä analysoitavaksi isompiin yksiköihin. Joskus tulos tarvittaisiin kuitenkin nopeasti, jolloin näytteen kuljetukseen ja lähettämiseen kuluva aika saattaa hidastaa potilaan hoidon aloittamista. Hemocue on kehittänyt ammattikäyttöön vieritestilaitteen, joka laskee veren kokonaisvalkosolumäärän sekä tekee viisiosaisen valkosolujen erittelylaskennan. Opinnäytetyössä testataan valkosolujen erittelylaskentaan käytettävää HemoCue[®] WBC Diff -analysaattoria. Laitetta testataan vertailemalla sillä saatuja tuloksia referenssimenetelmänä toimivan Sysmex XE-2100 -analysaattorin tuloksiin eri tunnuslukujen avulla.

Tämän opinnäytetyön tarve on lähtenyt HUSLABin halusta selvittää, onko HemoCue[®] WBC Diff -vieritestaustaite luotettava veren valkosolujen erittelylaskentaan. Tällä hetkellä eräillä HUSLABin asiakkaila on jo käytössään vieritestaustaite HemoCue[®] WBC, joka analysoi ainoastaan kokonaisleukosyyttiä. Kokonaisleukosyyttiä ei aina anna täydellistä kuvaa tiettyjen potilasryhmien terveydentilasta, vaan tarvittaisiin valkosolujen erittelylaskennan tuloksia. HemoCue[®] WBC Diff -laitteen ja Sysmex XE-2100 -analysaattorin tulosten yhteneväisyyden selvittämisen lisäksi työn avulla saadaan tietoa, olisiko leukosyyttiä erittelylaskentaan pystyvä laite parempi vaihtoehto HUSLABin asiakkaille. HemoCue[®] WBC Diff -laitteen toimintaa ei ole testattu patologisilla näytteillä HUSLABissa aikaisemmin.

HemoCue[®] WBC Diff -laitteen luotettavuuden selvittäminen aloitettiin normaalitason näytteillä innovaatioprojektissa ”HemoCue[®] WBC Diff ja Sysmex[®] XE-2100 -analysaattoreiden valkosoluerittelylaskennan tasoverailu EDTA- ja kapillaariverinäytteestä” Petra Lösösen (aik. Jähmänen) ja Marko Salmikankaan toteuttamana. Innovaatioprojektin

tioprojekti valmistui toukokuussa 2013. Tässä opinnäytetyössä laitteen testaaminen jatkuu Meilahden kolmiosairaan infektio-osaston ja hematologisten potilaiden patologisilla näytteillä. Opinnäytetyön työstäminen alkoi hakemalla loppuvuodesta 2013 Medisiiniseltä eettiseltä toimikunnalta lupa, sillä näytteiden keruun aikana käsiteltiin sekä potilaiden näytteitä, että heidän henkilötietojaan (Eettiset toimikunnat 2013). HUSLABin edustajana ja työn tilaajana toimii sairaalakemisti Tuula Metso ja asiantuntijana laboratoriolääkäri Päivi Helminen-Pacius.

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Työn tarkoituksena on tehdä valkosoluerittelylaskennan tasovertailu absoluuttisilla ja prosentuaalisilla valkosolumäärillä HemoCue[®] WBC Diff -vieritestauslaitteella. HemoCue[®] WBC Diff -laitteen tuloksia verrataan Sysmex XE-2100 -analysaattorin tuloksiin. Vertailtavat parametrit ovat kokonaisvalkosolujen absoluuttiset arvot, sekä neutrofiilien, lymfosyyttien, monosyyttien, eosinofiilien ja basofiilien absoluuttiset ja prosentuaaliset osuudet.

Tavoitteena on selvittää, ovatko HemoCue[®] WBC Diffin tulokset luotettavia verrattuna Sysmex XE-2100:n tuloksiin, eli onko laitteilla merkittäviä tuloseroja. Tulosten yhtenevääisyyttä tarkastellaan erilaisten tunnuslukujen avulla. Tässä työssä tulostasoja **tarkastellaan ja vertaillaan kokonaisvalkosolujen, neutrofiilien, lymfosyyttien, monosyyttien, eosinofiilien ja basofiilien osalta keskiarvojen, eroprosenttien ja Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla.** Työssä vertaillaan laitteiden antamia **prosentuaalisia ja absoluuttisia soluarvoja.** Tavoitteena on myös tuoda yhteen aiemmin suoritettujen innovaatioprojektin ja tämän opinnäytetyön aikana saadut tulokset ja tehdä johtopäätöksiä Hemocue-laitteen tulostasosta. Tämän työn tulosten perusteella voidaan lisäksi päätellä, onko HemoCue[®] WBC Diff luotettava laite myös neutropenian, eli matalien neutrofiilitasojen havaitsemiseksi. Referenssimenetelmänä käytetään Sysmex[®] XE-2100 -analysaattoria. Kapillaariverinäytteen referenssinäytteenä toimii tutkimuspotilaan laskimoverinäyte.

Eräät HUSLABin asiakkaat ovat aikaisemmin ottaneet käyttöön hoidon aloittamisen nopeuttamiseksi HemoCue[®] WBC -laitteen, jonka avulla saadaan selville nopeasti veren kokonaisleukosyyttiarvo. Pelkän kokonaisleukosyyttiarvon perusteella sellaiset potilaat, joiden veren neutrofiiliarvot ovat matalat, mutta kokonaisleukosyyttiarvo normaali,

saattavat jäädä huomioimatta ja hoidon aloitus viivästyä. Siksi opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella voidaan pohtia myös sitä, olisiko HemoCue® WBC Diff sopivampi vaihtoehto tietyille HUSLABin asiakkaille. (Metso 2012).

3 Aikaisempia tasovertailututkimuksia HemoCue® WBC Diff -laitteella

HemoCue® WBC Diff -analysointilaitetta on koestettu aikaisemmin Turussa vuonna 2012. Korrelaatiot olivat hyvät neutrofiilien, lymfosyyttien, eosinofiilien ja kokonaisleukosyyttien osalta. Laitteen havaittiin kuitenkin toimivan huonosti poikkeavilla näytteillä. Kun solukuva oli morfologisesti poikkeava, erittelytulos jäi varsin usein saavuttamatta. Turun koestuksen perusteella laite soveltuu avuksi esimerkiksi virus- ja bakteeri-infektion erotusdiagnoosiin tai syöpäpotilaiden neutrofiilitasojen seurantaan. Laitetta ei testattu Turussa lainkaan kapillaariverellä, vaan käytettiin pelkästään EDTA -kokoverinäytteitä. (Kurvinen – Vanharanta 2012.) Turun koestuksen jälkeen laitteeseen on tullut uusi ohjelmistopäivitys, joka on käytössä tässä opinnäytetyössä. Tässä opinnäytetyössä käytetään samaa laitetta kuin aiemmassa innovaatioprojektissa.

Sysmex XE-2100 -analysointilaitteen ja HemoCue® WBC Diffin tasovertailusta on tehty myös opinnäytetyötutkimus viime vuonna Metropolia ammattikorkeakoulussa. Metropolian toimipisteen omaa HemoCue® WBC Diff -laitetta testattiin 40:llä EDTA-verinäytteellä verraten tuloksia Sysmex XE-2100:n tuloksiin. Tuloksista määritettiin korrelaatiokerroin ja regressiosuora sekä tehtiin t-testit. Työssä havaittiin laitteiden korreloivan hyvin kokonaisleukosyyttien, neutrofiilien, lymfosyyttien ja eosinofiilien osalta. Työssä tutkittiin myös HemoCue® WBC Diffin toistettavuutta. Työssä laitteella todetaan olevan hyvä toistettavuus. (Mutunzi 2013.)

Laitetta on koestettu myös ulkomailla verraten HemoCue® WBC Diffin tuloksia eri menetelmiin. Esimerkiksi Lontoossa tehdyssä koestuksessa verrattiin tuloksia manuaalisesti tehtyyn valkosoluerittelyyn ja Sysmex XE-2100 -analysointilaitteeseen. Neutrofiilien, lymfosyyttien ja eosinofiilien kohdalla tasoerot olivat merkityksettömiä ja monosyyttien kohdalla oli enemmän vaihtelua menetelmien välillä. Basofiilien kohdalla tulos jäi saavuttamatta, koska niitä oli näytteissä liian vähän. Tutkimustulosten perusteella laite on luotettava ja sitä suositellaan käytettäväksi eri vieritestausolosuhteissa, kuten ensihoidossa. (Osei-Bimpong – McLean – Furtado 2013). Tämä tutkimus löytyy Hemocuen verkkosivulta.

Hollannissa laitetta testattiin lasten (alle 13-vuotiaiden) verinäytteillä. Etenkin lapsipotilaille on hyötyä sellaisesta menetelmästä, jossa verinäytettä tarvitaan mahdollisimman vähän ja kivuttomasti. Laitetta testattiin 199 EDTA-verinäytteellä ja referenssimenetelmänä oli Sysmex XE-5000. Tunnuslukujen laskennasta jätettiin pois hälytyksen saaneet näytteet. Korrelaatiot olivat hyvät kokonaisleukosyyteillä, neutrofiileillä, lymfosyyteillä ja eosinofiileillä. Monosyyteillä korrelaatiotulos jäi heikommaksi ($r= 0,61$) ja basofiilejä oli näytteissä liian vähän tuloksen saamiseksi. Tutkimuksessa todettiin HemoCue[®] WBC Diff -laitteen olevan luotettava menetelmä käytettäväksi lasten verinäytteiden valkosoluerottelulaskentaan. (van Deursen – Ermens – de Jonge – Russcher 2013.)

HUSLABissa on koestettu aiemmin veren kokonaisleukosyytilaskentaan tarkoitettua HemoCue[®] WBC -analysointilaitetta vuonna 2009. Tuula Metson validointiraportin mukaan verinäytteen ollessa poikkeava, HemoCue[®] WBC ei sovellu käytettäväksi tietyissä tautitiloissa. Laitteen koestuksessa huomattiin, että laite ei sovellu käytettäväksi erityisesti silloin, kun näytteessä oli erythroblasteja, retikulosytoosia, agglutinaatiota tai hyvin matalia leukosyyttitasoja. HemoCue[®] WBC -laite sopii kuitenkin infektiodiagnostiikkaan käytettäväksi yhdessä CRP-arvon rinnalla potilailla, joilla ei ole hematologista sairautta. (Metso 2009.)

HUSLABille tehdyn innovaatioprojektin avulla keväällä 2013 selvitettiin, että HemoCue[®] WBC Diff on luotettava normaalitason näytteillä. Laite onnistui hyvin erityisesti kokonaisleukosyyttiarvon ja neutrofiilien analysoinnissa. Basofiilien määrät olivat normaalitason näytteissä hyvin matalat, joten niiden kohdalla ei tuloksia voitu tilastollisesti vertailla. Sysmex[®] XE-2100 -laitteen mittaustarkkuus on parempi kuin HemoCue[®] WBC Diffin, joten hyvin matalissa solumäärissä tuloksia on vaikea verrata keskenään. (Jähmänen – Salmikangas 2013.)

Innovaatioprojektissa normaalitason kapillaari- ja EDTA-näytteitä kerättiin 50 vapaaehtoiselta perusterveeltä HUSLABin työntekijältä ja Metropolian opiskelijalta. Olettamuksena oli, että heidän näytteensä ovat normaalitasolla. (Jähmänen – Salmikangas 2013.) Viiterajoina innovaatioprojektissa ja tässä opinnäytetyössä pidetään HUSLABin kansallisesti tarkastettuja viitearvoja (Taulukko 1).

Taulukko 1. Valkosolujen viiterajat aikuisilla. HUSLAB 2013.

	alaraja	yläraja	yksikkö
B-Leuk	3.4	8.2	E9/l
L-Neut(A)	41	81	%
L-Lymf(A)	20	45	"
L-Monos(A)	1	11	"
L-Eos(A)	1	6	"
L-Baso(A)	0	1	"
B-Neut	1.5	6.7	E9/l
B-Lymf	1.3	3.6	"
B-Monos	0.2	0.8	"
B-Eos	0.03	0.44	"
B-Baso	0.00	0.1	"

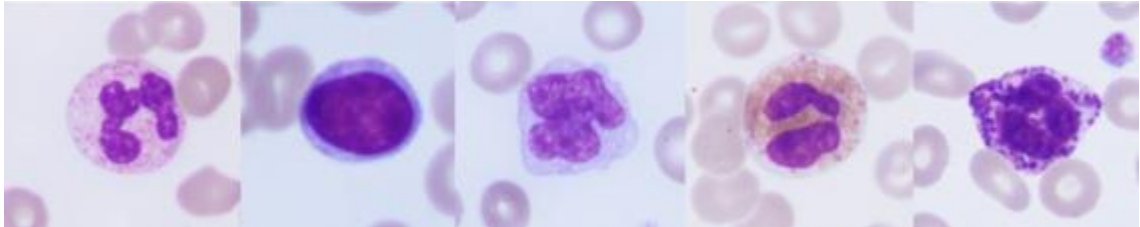
Innovaatioprojektia varten tutkimushenkilöistä otettiin EDTA-verinäyte, josta tehtiin valkosoluerittelylaskenta HemoCue® WBC Diff -vieritestauslaitteella sekä Sysmex® XE-2100 -analysaattorilla, joka oli samalla tutkimuksen referenssilaitte. Lisäksi tutkimushenkilöistä otettiin samalla kapillaariverinäyte sormenpäältä. Kapillaariverinäytteen avulla testattiin HemoCue® WBC Diffin toimintaa vieritestaustilanteessa. Vertailunäytteenä eli referenssinä toimi tutkimushenkilön laskimoverinäyte. (Jähmänen – Salmikangas 2013.)

4 Veren valkosolut ja valkosolumuutosten syitä

Perusverenkuva (PVK) on tutkimus, jonka avulla saadaan hyvää yleistietoa puna- ja valkosoluista. Perusveren kuvan avulla voidaan todeta monia eri sairauksia ja se toimii apuna esimerkiksi syöpähoitojen seurannassa. (Eskelinen 2012.) Kun perusveren kuvan sijaan halutaan saada tarkempaa tietoa veren soluista, voidaan ottaa TVK eli täydellinen verenk kuva. TVK sisältää perusveren kuvan lisäksi valkosolujen erittelylaskennan (TVK 2014). Verenk kuva kuuluu yleisimpien laboratoriotutkimusten joukkoon. Nykyään solulaskentaa suorittavat useimmiten automaattiset verenk kuva-analysaattorit. (Savolainen 2007: 88.)

4.1 Veren valkosolut

Valkosolut syntyvät pääosin luuytimessä hematopoieettisista kantasoluista jakautumalla, erilaistumalla ja kypsymällä. Erilaisilla valkosoluilla on tärkeä rooli mm. ihmisen immuunijärjestelmässä. Valkosolut kuuluvat tyypistä riippuen joko myeloisen sarjan solutyyppeihin tai lymfaattisiin soluihin. (Koistinen – Siitonen 2007: 16.) Valkosolut jaetaan viiteen eri pääluokkaan: lymfosyytit, neutrofiilit, eosinofiilit, basofiilit ja monosyytit (Ek 2009: 13). Valkosolut ovat fagosytoivia soluja, eli ne nielevät sisäänsä mikrobeja ja vanhentuneita tai vaurioituneita solun osia ja pyrkivät eliminoimaan ne eri aineidensa avulla. (Julkunen – Meri 2011: 38.) Kuviossa 1 on MGG-värjättyjä valkosoluja: vasemmalta lukien neutrofiili, pieni lymfosyytti, monosyytti, eosinofiili sekä basofiili.



Kuvio 1. Veren valkosolut. (Digitaalinen kuvamateriaali verisolun morfologiasta 2013.)

Lymfosyytit

Lymfosyytit ovat keskeisessä asemassa virusinfektioiden torjunnassa. Ne tunnistavat viruksen solun ulkoisten ja sisäisten reseptorien avulla. (Arstila – Hedman – Silvennoinen 2011: 243–245.) Lymfosyytit voidaan jakaa kahteen eri päätyyppiin, B- ja T-lymfosyytteihin. Ne eroavat toisistaan pintarakenteiden avulla, eli niitä ei voi morfologisesti erottaa toisistaan. (Meri – Salmi 2011: 21.) Veren sivelyvalmisteesta voidaan mikroskoopilla erottaa pienet, isot, LGL-lymfosyytit (Large Granular Lymphocyte) ja reaktiiviset lymfosyytit (Ek 2009: 18). Lymfosyyttejä on veressä normaalisti 20-45% (taulukko 1).

Pieniä, kypsiä lymfosyyttejä on verenkierrossa eniten. Ne ovat kooltaan 7-10 µm ja tuma on tiivis ja pyöreä. Pienellä lymfosyytillä on niukasti sytoplasmaa, joka näkyy kaapehkona juovana tuman ympärillä. (Ek 2009:18.)

Isot lymfosyytit ovat kooltaan 8-14 μm ja niiden tumat värjäytyvät hieman vaaleammaksi kuin pienen lymfosyytin. Isoissa lymfosyyteissä on paljon sytoplasmaa. Joskus isoilla lymfosyyteillä voi olla sytoplasmassa sinipunaiseksi värjäytyvää granulaa, jolloin solua kutsutaan LGL-soluksi. (Ek 2009:18.)

Neutrofiiliset granulosyytit

Neutrofiilisen granulosyytin eli neutrofiilin päätehtävä on bakteerien tuhoaminen fago-sytoimalla. Liuskatumaisen kypsän neutrofiilin tunnusomaisiin piirteisiin kuuluu tuman lohkoutuminen 2-5 osaan. Neutrofiili on sauvatumainen, kun tumalohkojen välinen ku-rouma on leveämpi kuin 1/3 lohkon paksuudesta. Kypsän liuskatumaisen neutrofiilin halkaisija on 12-15 μm . Neutrofiilillä on spesifistä MGG-värjäyksessä vaalean-punaviolettiksi värjäytyvää granulaa sytoplasmassa. (Ek 2009: 31–32.) Spesifiset gra-nulat sisältävät mm. lysotsyymiä ja laktoferriniä (Meri – Salmi 2011: 19).

Neutrofiilit kulkeutuvat verenkiertoon vain noin kuudeksi tunniksi muutaman päivän varastovaiheen jälkeen. Luuydin voi kiihdyttää neutrofiilituotantoaan infektiotilanteessa moninkertaiseksi. Normaalisti neutrofiilejä on veressä 41-81% valkosolujen kokonais-määrästä (taulukko 1) ja ne ovat liuska- tai sauvatumaisia. Epäkypsemät muodot eivät kuulu normaaliin verenkuvaaan. (Säily 2007: 260.)

Eosinofiiliset granulosyytit

Eosinofiilisiä granulosyyttejä eli eosinofiilejä on veressä normaalisti 1-6 % (taulukko 1). Niiden lisääntynyt määrä elimistössä kertoo usein allergisista tiloista ja parasiitti-infektioista. Kypsällä eosinofiilillä on yleensä kaksilohkoinen tuma. Eosinofiilin tunnus-omaisin piirre on MGG-värjäyksessä spesifiset punertavanoranssiksi värjäytyvät ho-mogeeniset suuret granulat. Eosinofiilin koko on 12-17 μm . (Ek 2009: 32–33.) Eosinofii-lin granulat sisältävät voimakkaita entsyymejä ja solukalvoja vaurioittavia proteiineja (Meri – Salmi 2011: 21).

Eosinofiilit viipyvät verenkierrossa vain muutaman tunnin (Koistinen – Siitonen 2007: 27). Suurin osa eosinofiileistä sijaitsee kudoksissa. Eosinofiilien määrä verenkierrossa vaihtelee vuorokauden eri aikoina siten, että määrä on suurin myöhään yöllä ja piene-nee iltapäivään saakka, jolloin määrä alkaa taas nousta. (Pelliniemi 2007: 367.)

Basofiiliset granulosyytit

Basofiiliset granulosyytit eli basofiilit osallistuvat puolustukseen fagosytoimalla ja välittävät allergisia reaktioita. Basofiilit viipyvät verenkierrossa vain hetken aikaa ennen kudoksiin siirtymistä. Normaalisti veressä on basofiilejä vain 0-1% (taulukko 1). Basofiilissä on usein vain 1-2 tumalohkoa ja sillä on MGG-värjäyksessä mustanpunaiseksi värjäytyvät karkeat spesifit granulat, joiden määrä vaihtelee. Basofiili on kooltaan 10-14 µm. (Ek 2007: 33.)

Basofiilin granulat sisältävät mm. hepariinia, histamiinia ja tulehdusta aiheuttavia aineita. Ne vapautuvat äkillisten allergia- ja tulehdusreaktioiden yhteydessä muun muassa IgE-luokan pintareseptorien avulla. (Meri – Salmi 2011.)

Monosyytit

Monosyytti on tehokkaasti fagosytoiva solu. Monosyytti viipyy verenkierrossa noin kolme vuorokautta, jonka jälkeen se siirtyy kudoksiin kypsyäkseen makrofagiksi. Monosyytti on valkosoluista kookkain, läpimitaltaan se on 15-25 µm. Monosyytin tuma on usein munuaisen muotoinen, mutta se voi olla myös liuskoittunut, poimuttunut, pyöreä, soikea tai hevosenkengän muotoinen. MGG-värjäyksessä likaisen siniharmaaksi värjäytynyttä sytoplasmaa on paljon. Monosyytille ominaista ovat sytoplasmassa usein olevat vakuolit, jotka näkyvät sivelyvalmisteessa reikinä. Monosyytin ja ison lymfosyytin morfologia voi joskus olla hyvin samankaltainen, jonka vuoksi ne voidaan sekoittaa toisiinsa. (Ek 2007: 27.)

Monosyytin kypsyttyä makrofagiksi kudoksissa, se on tehokas solunsisäisten mikrobien tappaja. Makrofagit osallistuvat lisäksi puhtaanapitotehtäviin eliminoiden erilaisia partikkeleita ja hiukkasia, sekä muutoin vaurioituneita omia soluja. Makrofagi osallistuu myös soluvälitteiseen immuunipuolustukseen antigeenien esittelijänä. (Meri – Salmi 2011: 19–21.)

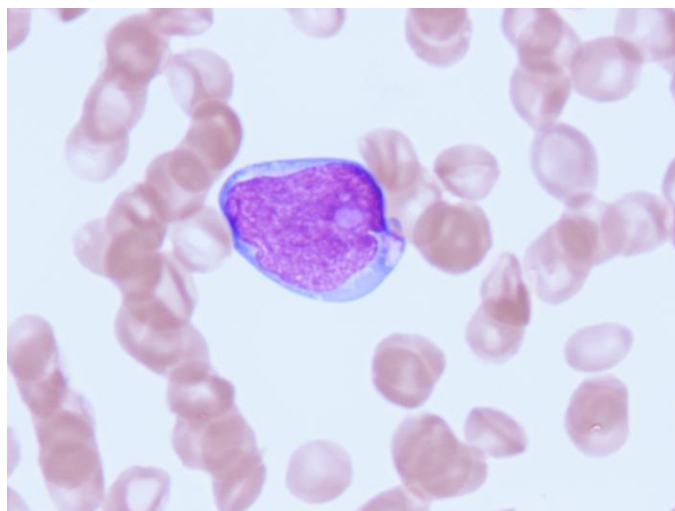
4.2 Vaikeiden veritautien aiheuttamat valkosolumuutokset

Veritauteihin liittyvissä tiloissa perustutkimuksena on veren kuvan tutkiminen. Perusveren kuvan lisäksi tarkempaa tietoa valkosoluista saadaan erittelylaskennan avulla. Analysaattorilla koneellisesti tehdyn erittelyn lisäksi voidaan epäselvissä tapauksissa tutkia

veren sivelylvalmiste mikroskoopilla. Veritautia tulee epäillä, jos jonkin solulinjan määrä on veressä merkittävästi liian pieni tai suuri. (Holmström – Jantunen 2012: 592–593.) Pahanlaatuisessa veritaudissa joku verisolutuotannon soluista muuntuu sairaita tytärsoluja tuottavaksi (Holmström – Jantunen 2012: 607). Valkosolumuutoksia verenkuvaa aiheuttavia vaikeita veritauteja ovat esimerkiksi akuutit ja krooniset leukemiat, myelodysplastiset oireyhtymät, myelofibroosi ja polysytemia vera.

Akuutit leukemiat

Akuutit leukemiat ovat lähteneet klonalisesti kehittymään yhdestä varhaisesta kantasolusta. Akuutille leukemialle on tyypillistä, että epäkypsät blastivaiheessa olevat solut (kuvio 2) lisääntyvät normaalin solun muodostumisen estyessä ja ilmaantuvat vereen sekä muualle elimistöön luuytimeä. Akuutit leukemiat jaetaan myeloosiin (AML) ja lymfaattisiin (ALL) solujen erilaistumissuunnan perusteella. Akuutissa leukemiassa on vaihtelevia oireita. Usein potilaalla on yleistilan heikkenemistä, infektioherkyyttä neutropenian vuoksi sekä anemiaa. Valkosolumuutoksina verenkuvassa on blastien aikaansaamaa leukosytoosia sekä toisaalta terveiden ja toimivien solujen puutosta, eli sytopenioita. (Elonen 2007: 285–290.) Akuutin leukemian hoidossa tavoitteena on saavuttaa remissio, eli luuydinten solujen normalisoituminen ja veren soluarvojen korjaantuminen. Remissioon pyritään solunsalpaajahoidolla tuhoten leukemiasolukko kokonaan. Remissiovaiheessa potilaalle voidaan tehdä sopivan luovuttajan löydyttyä kantasolujen siirto. (Holmström – Jantunen 2012: 607–608.)

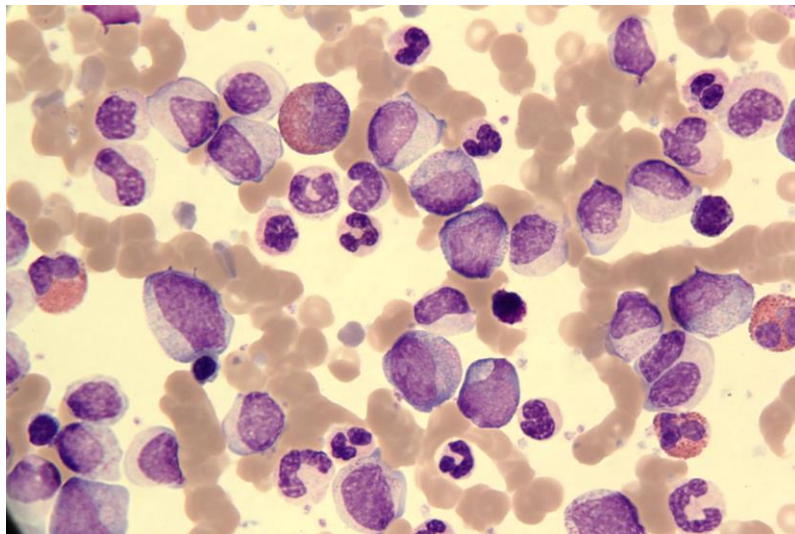


Kuvio 2. Blastivaiheen solu. (Digitaalinen kuvamateriaali verisolun morfologiasta 2013.)

Krooniset leukemiat

Kroonisia leukemioita on kaksi päätyyppiä: krooninen myeloinen (KML) ja krooninen lymfaattinen (KLL) leukemia. Krooniset leukemiat eroavat akuuteista siten, että blastisoluja on yleensä vain vähän tai ei lainkaan. Krooniset leukemiat voivat olla vuosia lähes oireettomia ja löytyä sattumalöydöksenä verenkuvasta. Molemmille krooniselle leukemioille tyypillistä on leukosytoosi. (Holmström – Jantunen 2012: 609–610.)

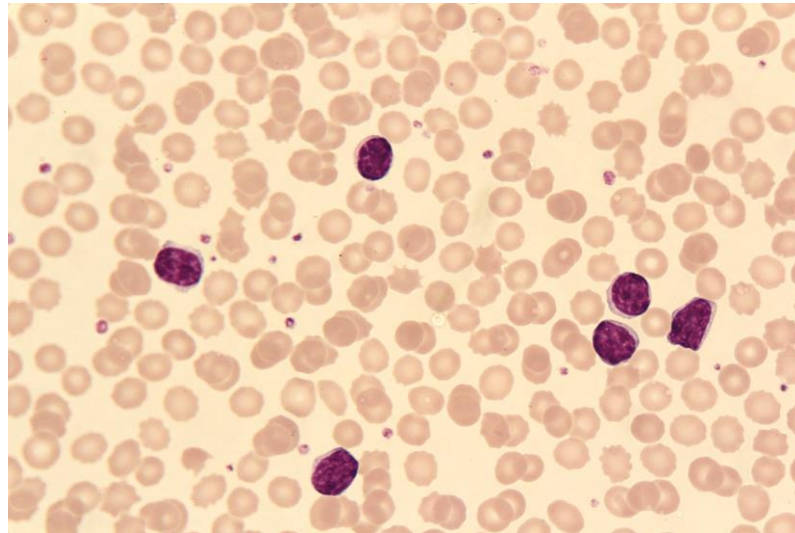
Kroonisessa myelooisessa leukemiassa granulosityttisarjan solujen tuotanto on kiihtynyt ja epäkypsät solut ovat lisääntyneet veressä (kuvio 3). KML:aa on syytä epäillä, jos potilaalla on kroonisesti neutrofiilinen leukosytoosi, mutta ei merkkejä infektiosta. Taudin krooninen vaihe on rauhallinen, mutta ilman tehokasta hoitoa suurella osalla potilaista se muuttuu kiihtyneeseen vaiheeseen, jota seuraa akuutin leukemian kaltainen blastisolukriisi. Tautia voidaan hoitaa kantasolusiirrolla, alfainterferonilla tai tyrokinaasin estäjillä. (Koistinen – Porkka 2007: 324–328.)



Kuvio 3. Kroonisen myelooisen leukemian solukuva. Kuvassa paljon eri kypsyyssvaiheissa olevia granulosityttisarjan soluja.

Krooninen lymfaattinen leukemia on yleisin leukemiatyyppi länsimaissa. Taudille tyypillistä on verenkuvasta sattumalta löytynyt leukosytoosi, joka on lymfosyyttien aiheuttamaa (kuvio 4). Lymfosyytit ovat morfologialtaan pieniä tai keskikokoisia. Taudin edettyä

tarpeeksi, ilmaantuu myös muiden verisolujen puutosta. Tavallisin oire ovat suurentuneet imusolmukkeet. Tauti on hitaasti etenevä ja hoito ei ole kiireellistä alkuvaiheessa. Hoitomuotoja on erilaisia, kuten erilaiset solunsalpaajat ja kantasolusiirto. (Itälä – Vilpo 2007: 375–383.)



Kuvio 4. Kroonisen lymfaattisen leukemian solukuva, jossa lymfosyyttien aiheuttamaa leukosytoosia.

Muita veritauteja

Myelodysplastiset oireyhtymät ovat verisolujen tuotannon häiriöitä, joissa yleensä verisolujen kypsyminen on luuytimessä häiriintynyt ja tauti saattaa muuttua akuutiksi myeloidiseksi leukemiaksi. Oireyhtymässä etenkin anemia ja muut sytopeniat ovat hallitsevia veressä, mutta luuydin on runsassoluinen. Hoidossa keskitytään anemian hoitoon ja leukemian kaltaisia tautimuotoja hoidetaan kantasolusiirroilla. (Holmström – Jantunen 2012: 610–611.)

Myös punasolutuotannon häiriöt voivat vaikuttaa valkosoluarvoihin. Esimerkiksi polysytomia verassa monikykyinen kantasolu muuntuu, josta seurauksena on monen eri verisolun liiallinen tuotanto. Verenkuvassa hallitsevana on erytrosytoosi, mutta myös muut soluarvot ovat kohonneet ja valkosoluarvoissa näkyy erityisesti neutrofiliaa. Veren suurentunut tilavuus ja viskositeetti aiheuttavat oireita kuten punakkuus, päänsärky, väsymys, kutina, suurentunut perna ja verisuonitukokset. Tauti aiheuttaa lisäksi vuoto-

taipumusta verihiutaleiden huonontuneen toiminnan vuoksi. Tautia hoidetaan pääasiassa venesektioilla ja punasolutuotannon hillitsemisellä lääkkein. (Remes 2007: 335–342.)

Myelofibroosissa luuytimessä fibroosin ja retikuliinisäikeiden määrä kasvaa ja verisolujen tuotanto siirtyy osittain luuytimen ulkopuolelle (usein pernaan), sekä luun tiheys kasvaa. Tauti voi olla jopa vuosia oireeton ja se löydetään usein sattumalta poikkeavan laboratoriotuloksen avulla. Taudin seurauksena veren kuvassa on lähes aina anemia ja puolella potilaista on leukosytoosi tai leukopenia. Erityisesti epäkypsät neutrofiilit ilmaantuvat vereen ja joukossa saattaa olla myeloblasteja. Lisäksi myös basofiilejä ja eosinofiilejä voi olla normaalia enemmän. Sivelyvalmisteissa nähdään erityisesti punasolujen epäkypsiä tumallisia muotoja eli erytroblasteja, jotka saattavat aiheuttaa koneellisessa valkosolujen erittelylaskennassa epäluotettavia tuloksia. Tautia hoidetaan oireenmukaisesti erilaisin lääkkein, myös solunsalpaajilla. Ainut parantava hoito kuitenkin on kantasolujen siirto. (Juvonen 2007: 351–354.)

4.3 Solunsalpaajahoidon vaikutus valkosolutasoihin

Solunsalpaajahoidoa käytetään pahanlaatuisten kasvainten hoitoon. Solunsalpaajia on monin eri mekanismein vaikuttavia, esimerkiksi alkyloivat aineet, antimetaboliitit, mitosinestäjät, topoisomeraasi I:n estäjät, entsyymit, proteiinikinaasin estäjät ja monoklonaliset vasta-aineet. (Bono – Elonen 2013a: 175.)

Solunsalpaajat vaikuttavat pääosin elimistössä jakautuviin soluihin ja vaikutus muihin soluihin jää vähäiseksi. Solunsalpaajat reagoivat kohdesolun yhdisteisiin biokemiallisesti. Tavallisesti hoidon kohteina ovat DNA:n ja RNA:n synteesi ja toiminta, entsyymit, proteiinit ja kalvorakenteet. Hoidon teho riippuu kasvainsolujen jakautumisnopeudesta ja jakautumisvaiheessa olevien solujen määrästä. Vaste on sitä parempi, mitä enemmän ja nopeammin jakautumista tapahtuu. Yleisimmin solunsalpaajat saavat aikaan solussa ohjelmoidun solukuoleman eli apoptoosin. (Bono – Elonen 2013b: 175-178.)

Solunsalpaajilla on monenlaisia haittavaikutuksia, kuten eri elimiin kohdistuvat toksisuudet ja pahoinvointi. Valkosolutasoihin solunsalpaajahoido vaikuttaa luuytimen kautta, kun sen toiminta häiriintyy. Yleisin seuraus on granulosityttisarjan solujen puutos. Luuytimen toiminnan häiriön suuruuteen vaikuttaa annoskoko. Kuuriluonteisessa solunsalpaajahoidossa verisoluarvot ovat alhaisemmillaan 7-14 päivää hoidon jälkeen.

Aiheutuneen sytopenian seuranta verenkuvan avulla on siis hyvä pyrkiä ajoittamaan siihen ajankohtaan. Potilaan vakavien infektioiden riski kasvaa merkittävästi neutrofiilien puutoksessa. (Bono – Elonen 2013c: 182-187.)

4.4 Neutropenia

Neutropenia tarkoittaa sellaista tilaa, jossa iän mukainen neutrofiilien määrä veressä alittaa viitearvojen alarajan. Neutropenia voidaan jakaa lievään ($1.0 - 1.5 \times 10^9 /l$), keskivaikeaan ($0.5 - 1.0 \times 10^9 /l$) ja vaikeaan asteeseen (alle $0.5 \times 10^9 /l$). Neutropenia altistaa bakteeri-infektioille. Infektioherkkyys korostuu etenkin silloin, kun luuytimen toiminta on lakannut ja neutrofiilivarastot ovat pienet. (Säily 2007: 260–261.)

Neutropenia voi syntyä erilaisin mekanismein. Neutropenian aiheuttaneita mekanismeja ja voivat olla tuotannon väheneminen luuytimessä, vähentynyt solujen jakaantuminen, solujen kypsymisen häiriöt, neutrofiilien poikkeava sijainti verenkierrossa, tuhoutuminen immunologisin mekanismein ja neutrofiilien lisääntynyt kulutus. (Säily 2007: 261.)

Yleisin syy akuutille neutropenialle ovat lääkkeet. Kaikille käyttäjille neutropeniaa solunjakautumisen estymisellä aiheuttavia lääkkeitä ovat syöpälääkkeet, jotkut immuunijärjestelmää hillitsevät (immunosuppressiiviset) ja esimerkiksi interferonit. Neutropenia ilmaantuu yleensä 1-2 viikkoa lääkkeen annon jälkeen, mikäli luuydin on ollut alun perin terve. Jotkut lääkkeet saattavat aiheuttaa neutropeniaa vain pienelle osalle käyttäjistä. Näillä lääkkeillä on lukuisia erilaisia neutropeniaa mahdollisesti aiheuttavia mekanismeja ja lisäksi käyttäjän yksilölliset ominaisuudet vaikuttavat. Tällaisia lääkkeitä ovat esimerkiksi beetalaktaamiantibiootit, ibuprofeeni ja klotsapiini. Erityisesti mm. klotsapiinin käyttäjillä on suuri riski sairastua agranulosytoosiin. Agranulosytoosi on oireyhtymä, jossa potilaalle ilmaantuu lääkkeen aiheuttama vaikea neutropenia (usein alle $0.2 \times 10^9 /l$) ja siitä johtuva infektio. Lääkkeen aiheuttamaa neutropeniaa hoidetaan keskeyttämällä lääkkeen käyttö, jolloin tilanne alkaa korjaantua itsestään. (Säily 2007: 260–263.) Yleensä tilanne alkaa korjaantua 1-2 viikkoa lääkkeen lopettamisen jälkeen (Hoffbrand – Moss – Pettit 2006: 105).

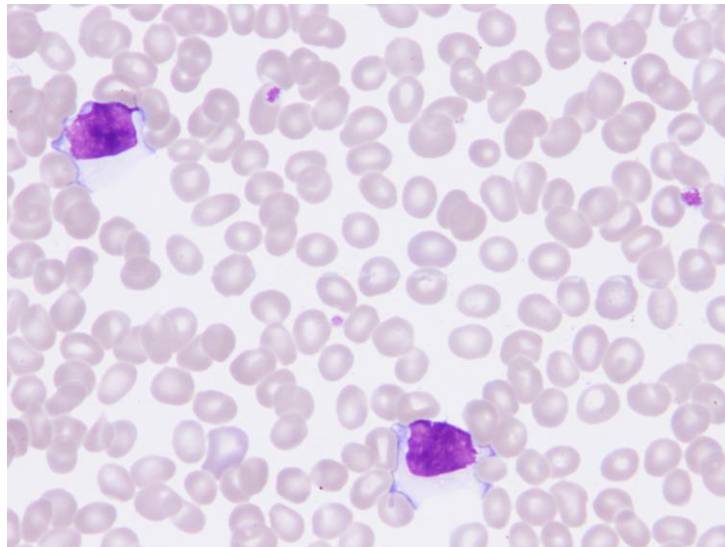
Kroonisesta neutropeniasta kärsivillä potilailla on toistuvia infektioita, useimmiten bakteeriperäisiä. Hoidossa tärkeää on infektioiden havaitseminen ajoissa ja niiden oireenmukainen lääkkeellinen hoito. Lisäksi potilaalle voidaan antaa esimerkiksi hematopoi-

eettistä kasvutekijää G-CSF, joka stimuloi neutrofiilien tuotantoa. (Hoffbrand – Moss – Pettit 2006: 105–106.)

4.5 Valkosolumuutokset infektioissa

Verenkuvan analysointi on yksi ensimmäisistä laboratoriotutkimuksista, kun epäillään infektiota ja selvitetään sen luonnetta. Granulosyyttien puute tai suurentunut määrä, sekä neutrofiilisten granulosyyttien ja lymfosyyttien suhde antaa usein tietoa siitä, onko infektio bakteerin vai viruksen aiheuttama. (Meri – Seppälä 2011: 84.)

Neutrofiilien suurentunut määrä kertoo bakteeritulehduksesta ja lymfosyyttien suuri määrä virus- tai muusta solun sisäisestä infektiosta. Parasiitti-infektioille on tyypillistä eosinofiilien lisääntyminen veressä. (Meri – Seppälä 2011: 84.) Suomessa tavallisimmat eosinofilian syyt ovat allergiset IgE-välitteiset reaktiot ja lääkkeet (Pelliniemi 2007: 367). Kuviossa 5 on esimerkki reaktiivisista lymfosyyteistä infektiossa.



Kuvio 5. Kaksi reaktiivista lymfosyyttiä. (Digitaalinen kuvamateriaali verisolumorfologiasta 2013.)

Infektiot voivat aiheuttaa myös neutropeniaa. Useissa virusinfektiossa neutrofiilien tuotanto saattaa alentua, niiden tarttuminen verisuonten seinämiin lisääntyä ja jotkut virukset voivat käynnistää autoimmunineutropenian. Lisäksi bakteeri-infektiot lisäävät neut-

rofiilien kulutusta, jolloin neutropenia saattaa syntyä sellaisilla potilailla, joilla luuydin ei toimi normaalisti. (Säily 2007: 264–265.)

5 Tasovertailussa käytetyt analysaattorit

Tässä opinnäytetyössä tasovertailulla tarkoitetaan kahden laitteen samasta EDTA-näytteestä antamien valkosoluerittelylaskennan tulosten vertailua toisiinsa tunnuslukujen avulla. Lisäksi osassa näytteistä on mukana vertailussa kapillaarinäyte EDTA:n rinnalla. Vertailussa tarkastellaan tulosten välisiä eroprosentteja ja korrelaatiota absoluuttisilla ja prosentuaalisilla tuloksilla.

Tämän opinnäytetyön tasovertailu tehdään kahdella erilaista mittausperiaatetta käytävällä laitteella. Laitteet on suunniteltu lähtökohtaisesti eri käyttötarkoitukseen ja näyttemääriin. Laitteiden mittausalueet ovat myös erilaiset. HemoCue® WBC Diff on pienikokoinen kannettava vieritestausta laite ja Sysmex XE-2100 on kapasiteetiltaan suuri verenkuvaa-analysointilaitte. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan HemoCue® WBC Diffin luotettavuutta sen omalla mittausalueella, joka on suppeampi kuin Sysmex XE-2100:n mittausalue. Tärkeää on siis tulosten yhdenmukaisuus, eli laite havaitsee mm. korkeat ja matalat tulokset oikein, huomaa epänormaalin solumorfologian, sekä erittelyt ovat samansuuntaiset.

Vieritestaaminen eli vieritutkimuksen tekeminen tarkoittaa veri- tai eritenäytteestä tehtävää laboratoriotutkimuksen suorittamista potilaan lähellä tai vieressä, tavanomaisen laboratorioympäristön ulkopuolella. Vieritestaaminen on suomen kielen vastine englannin kieliselle termille Point-Of-Care Testing (POCT). (Vieritestausta terveydenhuollossa 2009: 276.)

5.1 HemoCue® WBC Diff

Ammattikäyttöön tarkoitettulla HemoCue® WBC Diff -vieritestaustalaitteella määritetään veren kokonaisleukosyyttimäärä ja laite luokittelee valkosolut viiteen eri soluryhmään: lymfosyytit, monosyytit, neutrofiilit, basofiilit ja eosinofiilit. Laitteen mittausalue on valkosolujen kokonaismäärässä $0,3\text{--}30,0 \times 10^9/\text{L}$ ja erittelylaskennassa $1,0\text{--}30,0 \times 10^9/\text{L}$.

Mittausrajan ylittyessä laite ilmaisee tuloksen tekstillä HHH ja mittausrajan alittuessa tekstillä LLL. (Hemocue WBC Diff 2011.)



Kuvio 6. HemoCue® WBC Diff -vieritestianalysaattori ja yksittäispakatut näytekyvetit.

Verinäyte otetaan mikrokyvetiin, johon tarvitaan noin 10 µl kapillaari- tai venaverta. Antikoagulanttina on käytettävä EDTA:ta. Näyte imeytyy mikrokyvetin onkaloon kapillaarivoimalla. Mikrokyvetiä pyritään pitämään noin 45 asteen kulmassa veripisaraan nähden ja kyvetiä täytetään yhdellä kertaa. Kyvetiä ei saa yrittää täyttää uudelleen ja ilmakuplat häiritsevät mittausta. Näyteastian ja reaktiokammion toimivassa mikrokyvetissä punasolut hemolysoituvat saponiinin avulla ja valkosolut värjäytyvät metyleenisinillä. (Hemocue WBC Diff 2011.)

Järjestelmän tunnettuna häiriötekijänä ovat tumalliset punasolut eli erytroblastit. Laite saattaa tunnistaa erytroblastit virheellisesti valkosoluiksi, jolloin valkosolujen määrä on todellista korkeampi. Erittelyssä erytroblastit saatetaan laskea lymfosyyteiksi. Myös hyytymät ja kryoglobuliini saattavat häiritä analysointia. (Hemocue WBC Diff 2011.)

Kun kyveti asetetaan laitteeseen, laitteessa oleva kamera ottaa 37 valokuvaa kyvetissä olevasta näytteestä. Kamera liikkuu ja ottaa kuvia koko näytekyvetin syvyydeltä, joka on 140 µm. Laite analysoi kaikki alueelta löytyneet valkosolut ja tunnistaminen tapahtuu solun ollessa hyvin tarkentunut. Kuva-analysitoiminto laskee mm. mate-

maattisten algoritmien avulla solujen määrän ja luokittelee ne. Analysointi kestää maksimissaan 5 minuuttia. (Lindberg 2014.)

Laite testaa toimivuutensa käynnistettäessä. Laite tekee myös ”blanking” testin käynnistyksen yhteydessä ja jokaisen näytteen välissä. Testin avulla laite tarkistaa valon laadun ja optiikan puhtauden. (Lindberg 2014.) Laitetta ei tarvitse kalibroida, sillä se on tehdaskalibroitu. Kun laite havaitsee morfologialtaan epänormaaleja soluja, näytölle ilmestyy tulosten rinnalle keltainen kolmio-symboli. Tämä merkki ilmaisee hälytystä, eli erittelylaskenta ei ole luotettava ja on suositeltavaa tarkastaa tulos toista menetelmää käyttäen. (Hemocue WBC Diff 2011.)

5.2 Sysmex® XE-2100

Sysmex® XE-2100 -analysaattorilla voidaan näytteestä analysoida tarpeen mukaan useita punasoluparametreja, trombosyytti- ja kokonaisleukosyyttimääriä sekä tehdä valkosolujen erittelylaskentaa fluoresenssin ja virtaussytometrian avulla. Analysaattori tunnistaa myös solujen epäkypsiä muotoja (punasolut, trombosyytit ja granulositytit). Näyte hemolysoidaan valkosolujen erottamiseksi punasoluista. Hemolysoinnin ja värjäyksen jälkeen valkosolut erotellaan toisistaan kokonsa ja valon sironnan perusteella. Näytettä tarvitaan näytemuodosta riippuen 40-200 µL ja valkosolujen mittausalue on 0-440,00 x 10⁹ L. (Sysmex 2011).



Kuvio 7. Sysmex XE-2100 -analysaattori Meilahden sairaalan automaatiolaboratoriossa. Kuvassa on neljä yksikköä.

Sysmex XE-2100:n mittauskanavat

WBC/BASO -kanavalla lasketaan kokonaisvalkosolujen ja basofiilien määrä. Menetelmä perustuu virtausytometriaan. Happoreagenssin avulla punasolut, trombosyytit ja valkosolut rikkoontuvat, jolloin valkosolujen tumat jäävät jäljelle. Poikkeuksena ovat basofiilit, jotka eivät hajoa. Menetelmä mittaa eteenpäin sironnutta valoa (solujen tilavuus) ja sivulle sironnutta valoa (solun sisäinen rakenne). (Sysmex-työohje 2012.)

Diffikanavassa mitataan sivulle ja eteenpäin sironneen valon ja fluoresoituneen valon intensiteettiä virtausytometriaan perustuen. Reagenssi rikkoo punasolut ja trombosyytit, sekä mahdollistaa fluorokromin kiinnittymisen valkosolujen nukleiinihappoihin ja sytoplasman organelleihin. Sivulle sironnut valo kertoo solun sisäisistä rakenteista, eteenpäin sironnut solun tilavuudesta ja fluoresoitunut valo solun DNA:n määrästä. Neutrofiilien määrä lasketaan vähentämällä WBC/BASO -kanavassa laskettu basofiilien määrä neutrofiili- ja basofiilipilvestä. (Sysmex-työohje 2012.)

IMI-kanavan (Immature Myeloid Information) avulla lasketaan granulopoieesin varhaismuotoja ja tuotetaan hälytyksiä. Menetelmä perustuu tasavirtadetektioon (solun koko) ja radiotaajuusmittaukseen (tuman rakenne ja tiheys). Reagenssin avulla enemmän rasvoja sisältävät kypsien valkosolujen solukalvot hajoavat ja mitattavaksi jäävät epäkypsät myelooisen sarjan solut. (Sysmex-työohje 2012.)

NRBC-kanavassa lasketaan erytroblastien määrä. Menetelmä perustuu virtausytometriaan. Kanavassa mitataan eteenpäin sironneen valon (solun tilavuus) ja fluoresoituneen valon (nukleiinihappomäärä) intensiteettiä. Reagenssin avulla punasolut, tumalliset punasolut ja trombosyytit hajoavat. Tumallisten punasolujen tuma jää jäljelle. Valkosolujen solukalvo heikkenee, jolloin fluorokromi pääsee kiinnittymään solun DNA:han ja organelleihin. (Sysmex-työohje 2012.)

Retikulosyyttikanavassa mitataan retikulosyyttien määrä ja suhteellinen osuus punasoluista sekä optisesti mitattujen trombosyyttien määrää. Menetelmä mittaa eteenpäin sironneen valon (solun tilavuus) ja fluoresoituneen valon (nukleiinihappomäärä) intensiteettiä. Fluorokromi kiinnittyy reagenssin vaikutuksesta solujen DNA:han ja RNA:han sekä retikulosyyttien RNA:han. (Sysmex-työohje 2012.)

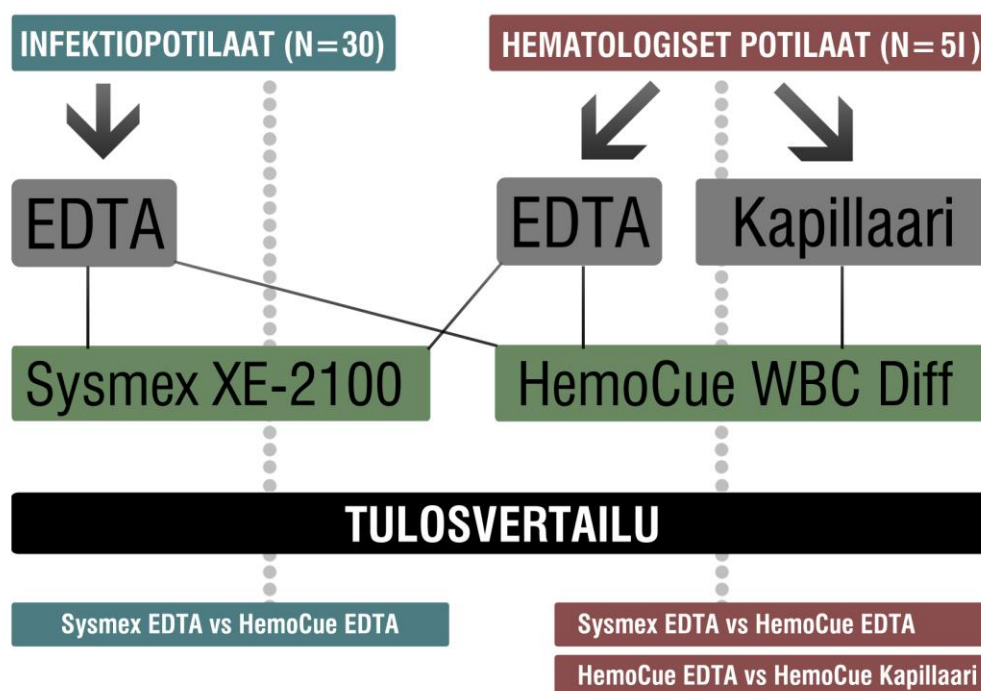
Impedanssikanavassa mitataan punasolujen ja trombosyyttien määrää. Mittaus on tasavirtaperiaatteella tehty sähköinen resistanssimittaus. Laimennettu näyte pakotetaan virtausliuoksessa solu kerrallaan mitta-aukon läpi. Jännitepulssin korkeus kuvastaa solun kokoa. Solut erotellaan toisistaan histogrammissa liikkuvien erottelijoiden avulla. (Sysmex-työohje 2012.)

Hemoglobiini mitataan fotometrisesti reagenssinolla vastaan. Mittauksessa käytetään SLS-menetelmää (natriumlauryylisulfaatti) ja mittaus tapahtuu 555 nm:n aallonpituudella. (Sysmex-työohje 2012.)

Sysmex laskee lisäksi monia erilaisia laskennallisia suureita eri kaavojen avulla. Esimerkiksi MCH ja MCHC lasketaan hemoglobiinin, punasolujen määrän ja hematokriitin avulla. (Sysmex-työohje 2012.)

6 Näytteiden keruu ja analysointi

Opinnäytetyössä kerättiin neljän viikon ajan laskimoverinäytteitä, jotka oli otettu aiemmin samana päivänä potilaalle määrättyä verenkuvaa varten. Lisäksi osalta potilaista otettiin myös kapillaariverinäyte. Sysmex-verenkuvaa-analysointilaite mitattu laskimoverinäyte toimi tutkimuksen vertailunäytteenä (kuvio 8). EDTA-laskimoverinäytteitä säilytetään rutiinisti Meilahden sairaalan laboratoriossa huoneenlämmössä analysoinnin jälkeen. EDTA-verinäyte säilyy jopa 24 tuntia tutkimuskelpoisena huoneenlämmössä leukosyyttien osalta (Hyvärinen – Lehtola 2012: 67). EDTA-verinäytteitä kerättiin yhteensä 81 kpl ja kapillaariverinäytteitä 16 kpl.



Kuvio 8. Prosessikaaviossa on kaksi eri potilasryhmää, heiltä saadut näytteet, näytteiden analysointi sekä tulostasoverailut.

6.1 Hematologisten potilaiden näytteet

Näytteitä kerättiin hematologisilta potilailta Meilahdessa Päiväsairaalan hematologian poliklinikalla ja Kolmiosairaalan hematologisella vuode-osastolla 7A. Työsuunnitelman mukaan tavoitteena oli kerätä luuydinnäytteenoton yhteydessä 50 kpl EDTA- ja kapillaariverinäytteitä hematologisilta potilailta. Kahden ensimmäisen keräysviikon aikana huomattiin, että oli erittäin haasteellista ja lähes mahdotonta saada sopivaa näytemateriaalia kasaan neljän viikon aikana. Tämä johtui siitä, että enimmäkseen polikliinisesti luuydinnäytteenottoon tulevien potilaiden taudin vaihe oli hyvä, jolloin verinäytteet eivät olleet tutkimuksen kannalta tarpeeksi poikkeavia. Osastolla taas luuydinnäytteenottoja tehtiin määrällisesti vähemmän. Lisäksi tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin yhteisellä sopimuksella ne potilaat, joilla veritauti oli juuri todettu tai selvittely oli vielä kesken. Näille potilaille juuri saatu tieto mahdollisesta verisairaudesta oli henkisesti raskas, joten heitä ei haluttu rasittaa tällä ylimääräisellä tutkimuksella.

Kun kapillaariverinäytteiden huono saatavuus huomattiin, alettiin kerätä ensisijaisesti pelkkiä EDTA-verinäytteitä. Poikkeavia EDTA-verinäytteitä oli paljon helpompi saada, koska näytettä ei enää tarvittu luuydinnäytteenoton yhteydestä. Kapillaariverinäytteen keräystä ei kuitenkaan lopetettu, vaan niitä otettiin sopivan potilaan löytyessä. Potilailta kysyttiin lupa verinäytteen ja henkilötietojen käyttämiseen tutkimustarkoitukseen henkilökohtaisesti saatekirjeen tukemana (Liite 1). Potilaat antoivat luvan allekirjoittamalla suostumuslomakkeen (Liite 3). Yhteensä EDTA-verinäytteitä saatiin 51 kpl ja kapillaariverinäytteitä 16 kpl.

Tutkimukseen valitulta ja luvan antaneelta potilaalta oli otettu tai hänelle oli määrätty samalle päivälle laskimoverinäyte. Opinnäytetyön tutkimusta varten nämä näytteet etsittiin Sysmex® XE-2100 -analysaattorilta arkistoiduista näytteistä potilaan henkilötietojen avulla ja analysoitiin ne HemoCue® WBC Diff -analysaattorilla uudelleen. Näytteille annettiin näyttenumerot, jonka avulla tulokset ovat yhdistettävissä toisiinsa.

Luuydinnäytteenoton aikana laboratoriohoitaja otti rutiinisti potilaalta sormenpäätä kapillaariverinäytteen veren sivelyvalmistetta varten. Opinnäytetyön tutkimusta varten potilasta ei siis tarvinnut pistää uudelleen, vaan kapillaariverinäyte otettiin näytekyvetiin laboratoriohoitajan sivelyvalmistetta varten tehdystä pistosta. Kapillaarinäyte analysoitiin paikan päällä vieritestauseriaatteella välittömästi näytteen saamisen jälkeen ja tulokset kirjattiin manuaalisesti taulukkoon. Kapillaariverinäytteelle annettiin näyttenumero ja sitä numeroa käytettiin myös saman potilaan EDTA-näytteessä.

6.2 Infektio-osaston potilaiden näytteet

Infektio-osaston potilaiden laskimoverinäytteet oli otettu aiemmin aamukierrolla verenkuvaa varten. Näiltä potilailta analysoitiin opinnäytetyön tutkimusta varten vain laskimoverinäyte. Infektio-osastolta näytteet saatiin kerättyä suunnitellusti ja näyttemateriaalia oli riittävästi saatavissa.

Myös infektiopotilailta kysyttiin lupa käyttää heidän näytteitään tutkimustarkoitukseen (Liite 2). Lupa kysyttiin suullisesti saatekirjeen tukemana erillisellä käynnillä osastolla potilaan luona (Liite 3). Luvan saaneet näyteputket etsittiin Sysmexin arkistoiduista näytteistä ja analysoitiin uudelleen HemoCue® WBC Diff -laitteella. Yhteensä infektio-osastolta EDTA-näytteitä saatiin suunnitellut 30 kpl.

6.3 Näytteiden analysointi

EDTA -verinäytteet analysoitiin HemoCue® WBC Diff -laitteella käyttäen yhdenmukaista tapaa kaikkien näytteiden kohdalla. Sysmex-analysaattori sekoittaa veriputkia kymmenen kertaa käännellen niitä ylösalaisin ennen analysointia. HemoCue® WBC Diffiä varten putkia sekoitettiin 15 kertaa käsin käännellen. Putkia sekoitettiin hieman enemmän kuin Sysmexillä, sillä käsin käännellen suoritus ei ole niin tasainen kuin koneellisesti. Sekoituksen jälkeen kyvettipakkaus avattiin ja näyteputkesta pipetoitiin suuri veripisara kyvetin käärepaperin sisäpinnalle. Kyvetti kastettiin rauhallisesti oikeassa kulmassa veripisaraan varmistuen täydellisestä täyttymisestä. Kyvetistä pyyhittiin ulkopinnalle jäänyt veri vanulapulla pois ennen koneeseen asettamista. Tulos kirjattiin valmiiseen tulostaulukkoon välittömästi ennen uuden näytteen käsittelyä.

Kapillaariverinäyte otettiin siten, että laboratoriohoitaja pisti potilasta ja pyyhki ensimmäiset pisarat pois. Tutkimusnäyte otettiin seuraavaksi (ennen sivelyvalmistetta) runsaasta veripisarasta oikeaa täyttökulmaa käyttäen. Näyte analysoitiin välittömästi vieritestinä.

6.4 Tulosten käsittely

Analysoitujen näytteiden tulokset kerättiin taulukoihin käsin. Taulukoita oli käytössä kolme: Sysmexin tulokset, HemoCuen EDTA-tulokset ja HemoCuen kapillaaritulokset. HemoCue® WBC Diff -laitteelta tulos kirjattiin välittömästi taulukkoon oikean näytenuumeron kohdalle huolella tuloksen valmistuttua. Sysmexillä näyte oli valmiiksi analysoitu, joten tulokset etsittiin ensin potilaan antaman luvan mukaisesti henkilötiedoilla järjestelmästä. Sitten Sysmexiltä tulostettiin näytteestä tulospaperi, johon merkittiin selkeästi oikea näytenumero. Sysmexin tulokset kirjattiin myös omaan taulukkoonsa näytenuumeroiden perusteella samalla kun kyseistä näytettä analysoitiin HemoCuella.

Käsin kirjatut tulostaulukot syötettiin Excel-taulukkoon sähköiseen muotoon jokaisen päivän päätteeksi. Kun viimeiset näytteet saatiin kerättyä, olivat kaikki tulokset kirjattuna sekä käsin, että Excel-taulukkoon. Kaikkien näytteiden kirjaaminen sähköiseen muotoon kerralla olisi ollut riskialtista virheille ja kirjausten tarkastaminen olisi ollut hankalaa.

Tulostaulukoihin luotiin kaavat Excel-ohjelmassa, jolloin saatiin vaivatta näkyviin tulosten ja eri valkosoluarvojen keskiarvot, minimit ja maksimit. Kokonaisleukosyyteille, neutrofiileille, lymfosyyteille, monosyyteille, eosinofiileille ja basofiileille luotiin lisäksi omat tiedostonsa ja tehtiin niihin uudet taulukot, joissa menetelmiä pystyi vertaamaan paremmin rinnakkain. Näin oli helpompi tarkastella yhtä osa-aluetta kerrallaan. Korrelaatiokerroin ja eroprosentti laskettiin Excel-ohjelman kaavoja käyttäen ja lopuksi tiedostoon tehtiin myös kaaviot valmiiksi. Tulokset käsiteltiin ensin valmiiksi sarjatyönä, jonka jälkeen tulosten raportointi aloitettiin yksi osa-alue kerrallaan.

7 Tasovertailun tulokset

Näytteitä kerättiin yhteensä 81 kpl. Näyttemateriaali pyrittiin valitsemaan siten, että otoksessa olisi tasaisesti kaikkia kokonaisleukosyyttiarvoja matalista korkeisiin arvoihin (taulukko 2). Otoksessa huomioitiin HemoCue[®] WBC Diff -laitteen (jäljempänä HemoCue) mittausalue $0,3\text{--}30,0 \times 10^9/\text{L}$, jotta saataisiin mahdollisimman paljon vertailtavia tuloksia. Muutamia raja-arvoja valittiin mukaan kuitenkin tarkoituksella, jotta nähtäisiin laitteen toimintaa mittausalueiden alitessa ja ylittyessä. Matalin arvo oli Sysmexillä mitattuna $0,2 \times 10^9/\text{l}$ ja korkein $44,74 \times 10^9/\text{l}$. Molempien laitteiden antamat minimi- ja maksimiarvot taulukoitiin, mutta niitä ei vertailla keskenään tässä tutkimuksessa. Tämä johtuu siitä, että osa tuloksista meni HemoCuen mittausrajojen ulkopuolelle, jolloin laitteen minimi- ja maksimiarvot ovat LLL tai HHH.

Taulukko 2. EDTA-näytteiden jakaantuminen.

Kokonaisleukosyyttiarvo	0,2-2	2-4	4-9	9-44,74
Osuus (n=81)	23,5%	22,2%	25,9%	28,4%

Sysmexillä saatiin kaikista analysoiduista (n=81) näytteistä kokonaisleukosyyttiarvo. Kolmen EDTA-näytteen kohdalla HemoCue antoi virhekoodin ERROR01. Tämä koodi voi tarkoittaa ohjekirjan mukaan esimerkiksi ilmakuplaa kyvetissä tai epänormaalia näyttettä. Näistä näytteistä kaksi tarkastettiin mikroskoopilla natiivinäytteenä ja huomattiin, että toisessa näytteessä oli fibriinisäikeitä ja toisessa voimakasta raharullaa. Kokonais-

leukosyytti-tuloksia saatiin analysoinnin jälkeen seuraavasti: Sysmex n=81, HemoCue EDTA n= 78 ja HemoCue Kapillaari n=16.

Erittelylaskennassa saatujen tulosten määrä vaihtelee eri menetelmien välillä. Koska tasoverailu tehtiin patologisista näytteistä, jäi odotetusti noin puolet näytteistä (n=40) kiinni jo Sysmexillä. Näiden näytteiden Sysmex-tulos oli siis tarkastettava mikroskoopilla. Käsin tarkastettujen näytteiden Sysmex-tuloksista jäi voimaan 42,5% (n=17) ja 57,5% (n=23) käsin tarkastettujen näytteiden tuloksista korjattiin. HemoCuen tuloksia verrattiin näiden näytteiden osalta siis käsidiiffiin tulokseen.

HemoCue[®] WBC Diff antoi hälytyksen EDTA-näytteillä 35 kertaa eli 44,9% kaikista näytteistä oli hälytettyjä. HemoCuen hälytysistä 60% (n= 21) oli näytteitä, jotka jäivät myös Sysmexillä kiinni. HemoCue hälytti siis 45,7% Sysmexillä kiinni jääneistä näytteistä. Lopuista (n=19) Sysmexillä kiinni jääneistä näytteistä, joita HemoCue ei hälyttänyt, 22,5% oli sellaisia, joiden tulosta ei tarvinnut korjata käsidiiffissä. Tulosvertailussa on laskettu korrelaatiot ilman hälytettyjä tuloksia ja hälytettyjen tulosten kanssa. Tämä siksi, että otoskoko on ilman hälytettyjä näytteitä vain 39. On myös mielenkiintoista tarkastella, miten lähelle oikeaa erittelytulosta hälytetyn tuloksen arvio pääsee.

Osa EDTA-näytteiden kokonaisleukosyyttiarvoista Sysmexillä oli alle $1,0 \times 10^9/l$. Silloin HemoCue ei tee erittelyä vaan antaa pelkän kokonaisleukosyyttiarvon, mikäli tulos on välillä $0,3 - 1,0 \times 10^9/l$. Osa Sysmexin tuloksista oli tarkoituksella Hemocuen mittausrajojen alapuolella, jotta voitaisiin tarkastella Hemocuen toimintaa raja-arvoilla. Tässä tarkastelussa Hemocue oli varsin tarkka ja toimi lähes täydellisesti (ks. liite 11).

Kapillaarinäytteitä saatiin 16kpl. Otoskoon jäätyä suunniteltua (n=50) paljon pienemmäksi, ei tässä opinnäytetyössä voida kiinnittää hyvin suurta huomiota kapillaarinäytteiden tasoverailuun. Kapillaarinäytteitä verrattiin HemoCue analysoituihin EDTA-näytteisiin ja laskettiin korrelaatiot. Laskennassa ovat mukana myös hälytetyt tulokset, jotta vertailua voidaan suorittaa.

7.1 Kokonaisleukosyyttien vertailu

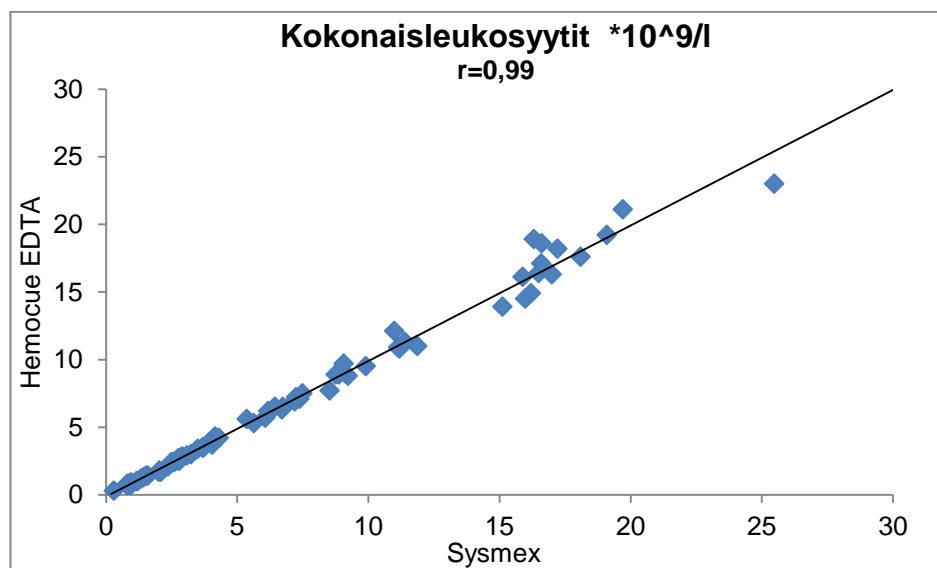
Kokonaisleukosyyttien tasoverailussa (ks. liite 4) tuloksia saatiin Sysmexillä n=81 ja Hemocueella n=78. Kolme näytettä jäi analysoimatta virhekoodin vuoksi, joka johtui näytteestä. Lisäksi neljän muun näytteen tulos ei ollut numeerinen, joten ne jäävät

myös pois vertailusta. Nämä neljä näytettä olivat Hemocuen mittausalueen ulkopuolella (<0,30 ja >30 X10⁹). Vertailussa näytemäärä on siis n=74.

Taulukko 3. EDTA-näytteiden kokonaisleukosyyttiä arvojen vertailu.

Kokonaisleukosyytit *10 ⁹ n=74	Sysmex	HemoCue EDTA	Ero%	Korrelaatio
Keskiarvo	7,15	6,92	6,4	0,994
Min	0,2	LLL (<0,30)	-	
Max	44,74	HHH (>30)	-	

Kokonaisleukosyytien kohdalla arvot korreloivat erittäin hyvin ($r=0,99$) ja keskimääräinen eroprosentti on 6,4% (taulukko 3). Eroprosentti oli 16:n tuloksen kohdalla yli 10%. Näytteiden lineaarinen korrelaatio on esitetty kuviossa 9. Tuloksen perusteella HemoCue[®] WBC Diff on luotettava menetelmä kokonaisleukosyyttiä laskentaan patologistista näytteistä.



Kuvio 9. Kokonaisleukosyyttiä lineaarinen korrelaatio.

Kapillaarinäytteet korreloivat myös hyvin Hemocuen EDTA-näytteiden kanssa ($r=0,95$). Korrelaatio on hieman heikompi kuin EDTA-näytteiden. Keskimääräinen eroprosentti on 16,8%. Eroprosentteissa oli laajaa vaihtelua välillä 0-39%. Pienen otoksen perusteella kapillaarinäytteen luotettavuus vaihtelee.

7.2 Neutrofiilien vertailu

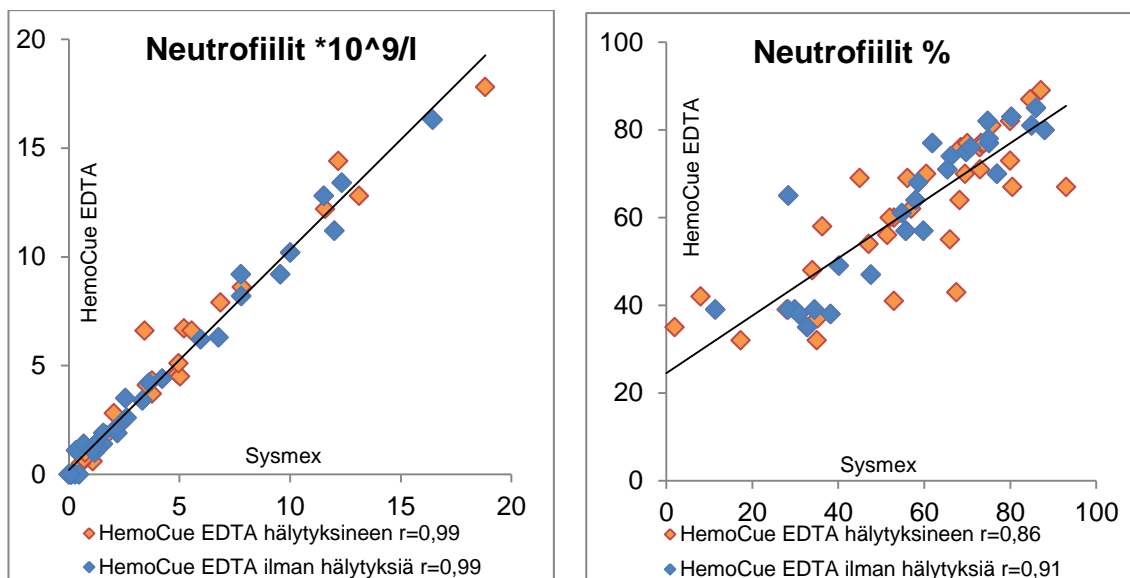
Neutrofiilien tasoverailu (ks. liite 5) on neutropenian havaitsemisen kannalta tärkeä. Neutrofiilien absoluuttisten arvojen osalta EDTA-näytteiden tulokset korreloivat erittäin hyvin. Keskimääräinen eroprosentti oli kaikkien kohdalla yli 10%. Hälyttämättömissä näytteissä ero prosentit ovat pienemmät (taulukko 4).

Taulukko 4. Neutrofiilien vertailu absoluuttisilla ja prosentuaalisilla arvoilla.

Neutrofiilit *10 ⁹ n=74	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytetyt mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				ei hälytyksiä	hälytetyt	ei hälytyksiä	hälytetyt
Keskiarvo	4,31	4,93	5,18	12,1	12,8	0,993	0,987
Min	0						
Max	18,82						

Neutrofiilit % n=64	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytetyt mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				ei hälytyksiä	hälytetyt	ei hälytyksiä	hälytetyt
Keskiarvo	48,68	63,71	62,06	13,0	15,8	0,906	0,855
Min	0						
Max	93						

Korrelaatio oli lähes sama ($r=0,99$) ilman hälytyksiä ja hälytetyissä tuloksissa. Prosentuaalisilla arvoilla korrelaatio heikkeni, ollen ilman hälytyksiä 0,91 ja hälytettyjen kanssa 0,86. Korrelaation perusteella tulokset ovat luotettavia (kuviot 10).



Kuvio 10. EDTA-näytteiden neutrofiilien lineaarinen korrelaatio.

Kapillaarinäytteiden korrelaatiot olivat absoluuttisilla arvoilla 0,75 ja prosentuaalisilla arvoilla 0,92. Kapillaarinäytteissä prosentuaalisten arvojen korrelaatio oli paljon suurempi. Tämä johtunee siitä, että absoluuttisissa arvoissa keskimääräinen ero prosentti 20,8% oli korkeampi, kuin prosentuaalisten arvojen ero prosentti 11%.

7.3 Lymfosyyttien vertailu

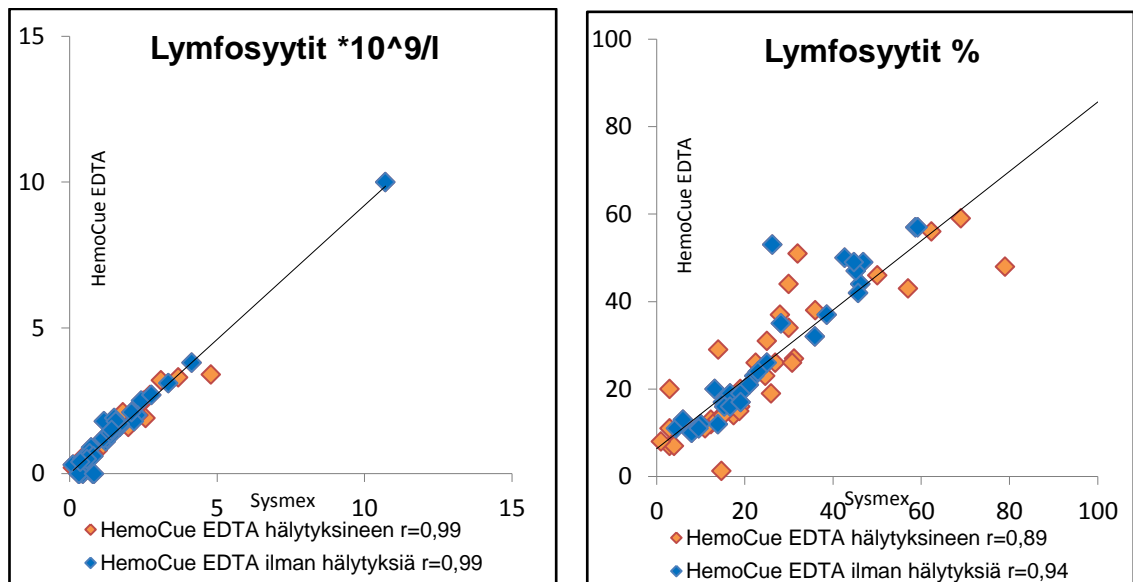
Lymfosyyttien tasoverailussa (ks. liite 6) absoluuttisten arvojen korrelaatiot EDTA-näytteillä olivat hyvät, riippumatta hälytyksistä. Hälytettyjen tulosten kanssa korrelaatio oli hieman matalampi. Eroprosentit olivat yli 10% kaikissa vertailuissa, mutta ne olivat selkeästi paremmat ilman hälytettyjä tuloksia (taulukko 5).

Taulukko 5. Lymfosyyttien vertailu absoluuttisilla ja prosentuaalisilla arvoilla.

Lymfosyytit *10 ⁹ n=74	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytetyt mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				ei hälytyksiä	hälytetyt	ei hälytyksiä	hälytetyt
Keskiarvo	1,57	1,52	1,77	11,90	13,65	0,994	0,986
Min	0,11						
Max	10,71						

Lymfosyytit % n=64	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytetyt mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				ei hälytyksiä	hälytetyt	ei hälytyksiä	hälytetyt
Keskiarvo	31,36	27,93	26,86	13,80	19,96	0,936	0,891
Min	0						
Max	100						

Absoluuttisilla arvoilla korrelaatio on erittäin hyvä ($r=0,99$), Hälytyksillä ei juuri ollut vaikutusta korrelaatioon. Prosentuaalisten tulosten korrelaatio oli hieman matalampi ($r=0,94$) ja hälytysten kanssa ($r=0,89$). Lineaarinen korrelaatio on esitetty kuviossa 11.



Kuvio 11. EDTA-näytteiden lymfosyyttien lineaarinen korrelaatio.

Kapillaariverinäytteiden vertailussa lymfosyyttien absoluuttiset arvot korreloivat hyvin ($r=0,97$), mutta eroprosentti on 23,6%. Prosentuaalisilla arvoilla korrelaatio on yhtä hyvä ($r=0,97$) ja eroprosentti on pienempi eli 15,6%.

7.4 Monosyyttien vertailu

Monosyyttien erittelyn laskenta Hemocueella osoittautui hankalammaksi kuin edellisten parametrien (ks. liite 7). Korrelaatiot madaltuivat tuntuvasti verrattuina edellisiin valkosoluihin ja tulokset eivät korreloi kovin hyvin. Prosentuaalisilla arvoilla tulos on absoluuttisia arvoja heikompi. Ilman hälytyksiä ja hälytetyillä tuloksilla ei ole merkittävää eroa. Eroprosentit ovat lähelle 50%:n luokkaa (taulukko 6).

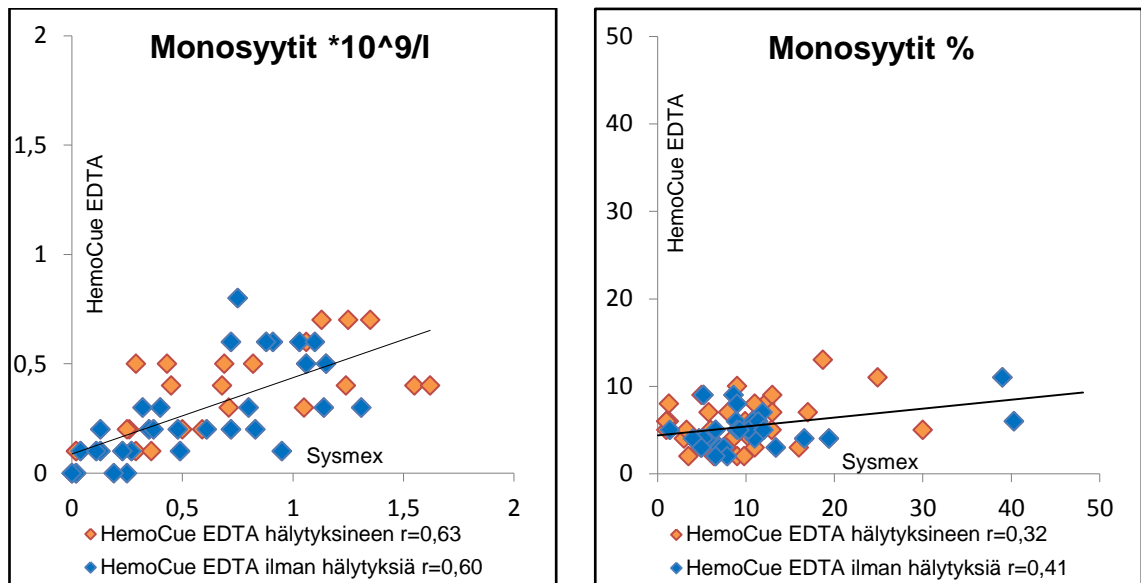
Veressä monosyyttien osuus on huomattavasti pienempi kuin lymfosyyttien ja neutrofiilien. Tulostasoerot saattavat korostuvat hiukan kaikkien arvojen ollessa pääsääntöisesti matalampia. Pienemmillä arvoilla desimaalienkin määrällä on merkitystä, jolloin erot saattavat korostua lisää.

Taulukko 6. Monosyyttien vertailu absoluuttisilla ja prosentuaalisilla arvoilla.

Monosyytit *10 ⁹ n=74	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytetyt mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				ei hälytyksiä	hälytetyt	ei hälytyksiä	hälytetyt
Keskiarvo	0,58	0,30	0,36	48,45	49,40	0,604	0,625
Min	0						
Max	1,62						

Monosyytit % n=64	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytetyt mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				ei hälytyksiä	hälytetyt	ei hälytyksiä	hälytetyt
Keskiarvo	10,21	5,11	5,42	46,69	49,88	0,409	0,318
Min	0						
Max	48,1						

Absoluuttisten arvojen korrelaatiot ovat heikommat niiden ollessa samaa luokkaa hälytyksillä ja ilman hälytyksiä ($r=0,63$ ja $r=0,60$). Prosentuaalisten arvojen korrelaatiot ovat selkeästi matalammat, ilman hälytyksiä $r=0,41$ ja hälytysten kanssa $r=0,32$ (kuviot 12).



Kuvio 12. EDTA-näytteiden monosyyttien lineaarinen korrelaatio.

Kapillaariverinäytteissä korrelaatiot ovat hyvät verrattuna EDTA-verinäytteiden tasovertailuun. Kapillaariverinäytteissä korrelaatio on absoluuttisilla arvoilla $r=0,87$ ja prosentuaalisilla arvoilla $r=0,80$. Eroprosentit ovat absoluuttisilla arvoilla 15,5% ja prosentuaalisilla korkeampi 22,4%. Parempi korrelaatio johtunee siitä, että HemoCue-laite tunnistaa solut samalla tavalla riippumatta näytetyypistä.

7.5 Eosinofiilien vertailu

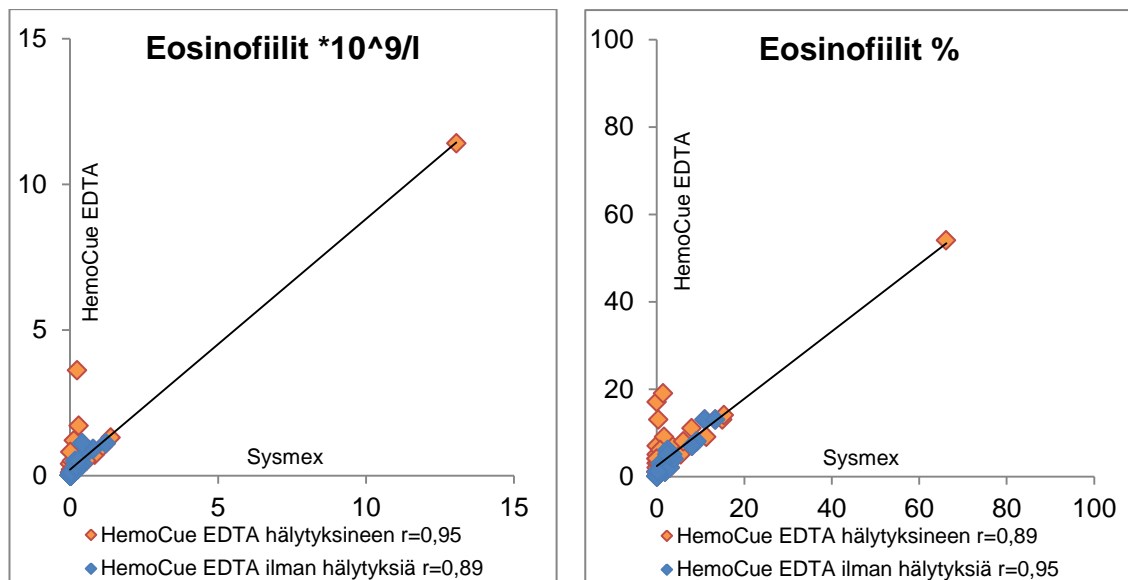
Eosinofiilien tasovertailussa (ks. liite 8) tulokset olivat hyvät. Absoluuttisilla ja prosentuaalisilla arvoilla ei ollut merkittävää eroa tuloksessa. Absoluuttiset arvot korreloivat paremmin hälytysten kanssa ja prosentuaaliset toisinpäin. Eroprosentit olivat keskimäärin korkeat molemmilla arvoilla (taulukko 7). Korkea eroprosentti voi johtua pienistä lähtöarvoista, jolloin pienetkin erot ovat osuudeltaan suuria.

Taulukko 7. Eosinofiilien vertailu absoluuttisilla ja prosentuaalisilla arvoilla.

Eosinofiilit *10 ⁹ n=74	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytykset mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				Ei hälytyksiä	hälytykset	Ei hälytyksiä	hälytykset
Keskiarvo	0,40	0,23	0,54	26,72	34,05	0,885	0,946
Min	0						
Max	13,05						

Eosinofiilit % n=64	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytykset mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				Ei hälytyksiä	hälytykset	Ei hälytyksiä	hälytykset
Keskiarvo	3,71	3,00	5,13	26,23	30,43	0,949	0,886
Min	0						
Max	66,2						

Korrelaatio oli absoluuttisilla arvoilla korkea, kun hälytykset ovat mukana ($r=0,95$). Ilman hälytyksiäkin korrelaatio on hyvä ($r=0,89$). Prosentuaalisilla arvoilla korrelaatio on ilman hälytyksiä korkea ($r=0,95$) ja hyvä myös hälytysten kanssa ($r=0,89$), korrelaatiot on esitetty kuviossa 13. Eosinofiilien osalta korrelaatiot ovat yhtä korkealla neutrofiilien ja lymfosyyttien kanssa.



Kuvio 13. EDTA-näytteiden eosinofiilien lineaarinen korrelaatio.

Kapillaarinäytteen vertailussa korrelaatio on absoluuttisilla tuloksilla $r=1,0$ ja prosentuaalisilla tuloksilla $r=0,99$. Korrelaatio tässä tapauksessa ei anna täysin oikeaa kuvaa otoksesta, sillä se on hyvin suppea. Suuri osa tuloksista on arvoltaan 0 ja ero prosentit ovat paikoin hyvin suuria. Absoluuttisten arvojen keskimääräinen eroprocentti on 19,6% ja prosentuaalisten 29%.

7.6 Basofiilien vertailu

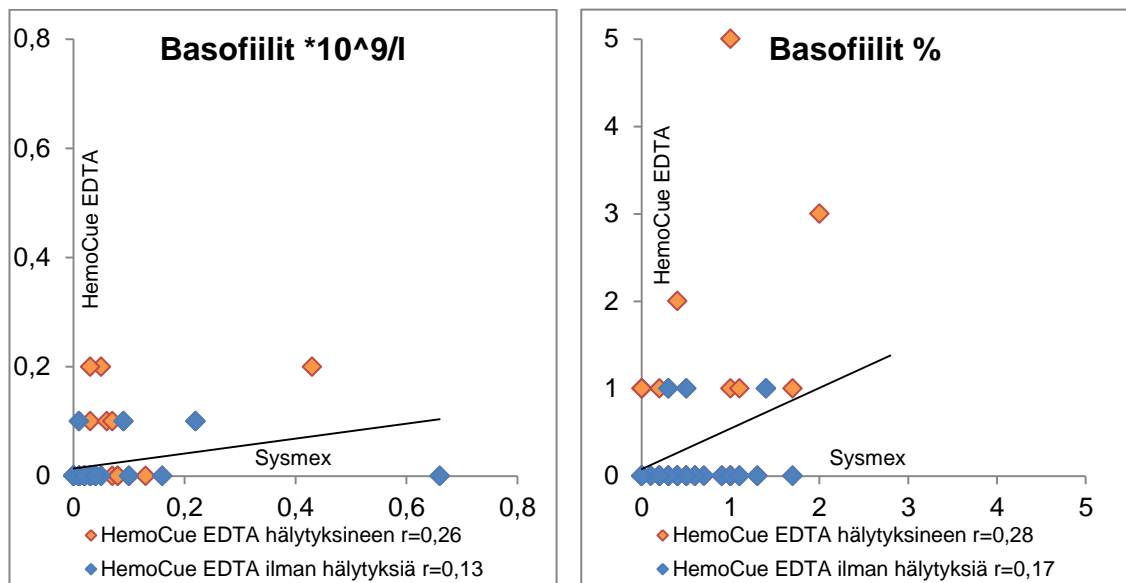
Basofiilien vertailu (ks. liite 9) osoittautui hankalaksi, kuten aiemmissakin tutkimuksissa. Tämä johtuu basofiilien hyvin pienestä määrästä veressä. Tutkimusta varten ei löytynyt tarpeeksi montaa näytettä, joissa basofiilien määrä olisi erityisen suuri. Hyvin matalissa arvoissa mahdollisesti pienetkin erot johtavat suurempaan eroprocenttiin ja heikompaan korrelaatioon. Korrelaatiot olivat hyvin matalat kaikilla arvoilla ja eroprocentit suuria (taulukko 8). Laitteiden välinen yhden desimaalin tarkkuusero myös vaikuttaa basofiilien vertailtavuuteen.

Taulukko 8. Basofiilien vertailu absoluuttisilla ja prosentuaalisilla arvoilla.

Basofiilit *10 ⁹ n=74	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytetyt mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				Ei hälytyksiä	hälytykset	Ei hälytyksiä	hälytykset
Keskiarvo	0,05	0,01	0,03	25,76	39,08	0,13	0,26
Min	0						
Max	0,66						

Basofiilit % n=64	Sysmex	HemoCue EDTA ei hälytyksiä	HemoCue EDTA hälytetyt mukana	Ero%		Korrelaatio r	
				Ei hälytyksiä	hälytykset	Ei hälytyksiä	hälytykset
Keskiarvo	0,50	0,11	0,33	14,86	22,59	0,17	0,28
Min	0						
Max	2,8						

Korrelaatiot olivat heikot niin absoluuttisilla, kuin prosentuaalisilla tuloksilla (kuvio 14). Molemmissa korrelaatio parani, kun hälytykset olivat mukana. Kapillaariverinäytteissä tulokset olivat paremmat, koska suurin osa arvoista oli 0. Tämän tutkimuksen perusteella basofiilien tuloksista ei voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä.



Kuvio 14. EDTA-näytteiden basofiilien lineaarinen korrelaatio.

8 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimuksen perusteella HemoCue[®] WBC Diff -laitteella saadut tulokset EDTA-verestä patologisilla näytteillä korreloivat varsin hyvin Sysmexin kanssa veren valkosolujen erittelyssä kokonaisleukosyyttien, neutrofiilien, lymfosyyttien ja eosinofiilien osalta. Monosyyttien kohdalla laitteen antamat tulokset vaihtelivat enemmän ja korrelaatio oli selkeästi matalampi. Basofiilien vertailussa ongelmana oli niiden vähäinen määrä, jolloin ei voida tehdä luotettavia päätelmiä. Testattava laite on vieritestaustaite, jolloin tulosten tarkkuus on referenssimenetelmää hieman alhaisempi. Yleisesti ottaen vieritestaustaitteen tarkoituksena on pyrkiä nopeasti antamaan tarpeeksi luotettava tulos potilaan hoidon kannalta.

Lähes jokaisella parametrilla EDTA-verinäytteiden tulokset korreloivat paremmin absoluuttisilla soluarvoilla (taulukko 9). Prosentuaalisilla arvoilla korrelaatio heikkeni hiukan, monosyyttien kohdalla reilusti. Yhteneväisimmät tulokset saatiin kokonaisleukosyyttien kohdalla, jolloin tulosten välinen eroprosentti oli myös vertailujen matalin, 6,4%. Tämän perusteella HemoCue[®] WBC Diffin kokonaisleukosyyttiarvoa voidaan pitää hyvin luotettavana patologisilla EDTA-näytteillä. Tulos on samassa linjassa aiemmin innovaatio-

projektissa normaalinäytteillä saavutetun tuloksen kanssa, jolloin korrelaatiokerroin oli myös 0,99 (Jähmänen – Salmikangas 2013).

Taulukko 9. EDTA-verinäytteillä vertailtujen parametrien korrelaatiot absoluuttisilla ja prosentuaalisilla arvoilla.

Korrelaatio r	Ilman hälytyksiä *10 ⁹ /l	Hälytetyt *10 ⁹ /l	Ilman hälytyksiä %	Hälytetyt %
Kokonaisleukosyytit	0,99	-	-	-
Neutrofiilit	0,99	0,99	0,91	0,86
Lymfosyytit	0,99	0,99	0,94	0,89
Monosyytit	0,60	0,63	0,41	0,32
Eosinofiilit	0,89	0,95	0,95	0,89
Basofiilit	0,13	0,26	0,17	0,28

Opinnäytetyön tutkimuksessa erityisesti mielenkiinnon kohteena olivat neutrofiilit. Neutrofiilien tulokset korreloivat erittäin hyvin EDTA-verinäytteillä ja eroprosentit vaihtelivat välillä 12,1 – 15,8 %. Kun näytteessä oli neutropeniaa, laite antoi usein hälytetyt tulokset, eli näytteessä oli myös morfologista poikkeavuutta. Hälytetty tulos suositellaan tarkastettavan käyttäen toista menetelmää. Hyvin matalien neutrofiilien yhteydessä Hemocuen erittelytulos jäi saavuttamatta useasti sen vuoksi, että kokonaisleukosyyttiarvo alitti $1,0 \times 10^9/l$. Silloin laite ei tee erittelyä, vaan antaa tulokseksi matalaa tarkoitettavan LLL. Tutkimustuloksen perusteella HemoCue[®] WBC Diffin antamat neutrofiilitulokset patologista EDTA-verinäytteistä ovat tarpeeksi yhteneväiset Sysmexin kanssa ja ovat tasoltaan luotettavia. Aikaisemmassa innovaatioprojektissa tultiin siihen johtopäätökseen, että normaalinäytteillä neutrofiilien tulokset ovat luotettavia (Jähmänen – Salmikangas 2013).

Lymfosyyttien kohdalla patologisten EDTA-näytteiden tulokset korreloivat hyvin. Lymfosyyttien tulos oli kuitenkin hieman neutrofiilejä heikompi suurempien eroprosenttien vuoksi, jotka olivat välillä 11,9-20,0%. Tulokset ovat hyvin samalla tasolla kuin Sysmexin tulokset, mutta eivät niin tarkkoja, kuin kokonaisleukosyyttien ja neutrofiilien. Innovaatioprojektissa normaalitason EDTA-näytteillä saatiin lymfosyyttien kohdalla samankaltainen tulos (Jähmänen – Salmikangas 2013).

Monosyyttien erittelylaskenta tuotti merkittävästi ongelmia Hemocuelle. EDTA-näytteillä saadut tulokset eivät korreloineet kovin hyvin ja etenkin prosentuaalisten arvojen korrelointi oli heikkoa. Keskimääräiset eroprosentit olivat suuret välillä 46,7-49,9 %. Mono-

syyttien osuus veressä on normaalisti vain 1-11%, joten suuremmat eroprosentit saattavat korostua vaikka ero olisi absoluuttisilla arvoilla tarkasteltuna pieni. Lisäksi HemoCuen yhden desimaalin tarkkuus voi aiheuttaa suurempaa hajontaa. Siitä huolimatta monosyyttien tulokset vaihtelevat selkeästi enemmän kuin neutrofiilien ja lymfosyyttien. Tämän vertailututkimuksen perusteella monosyyttien erittelytulos HemoCue® WBC Diff -laitteella on epäluotettava ja vaihteleva. Monosyyttien tiedetään olevan joissakin tapauksissa haasteellisia tunnistaa muillakin menetelmillä, esimerkiksi harjaantumaton mikroskopoija saattaa sekoittaa ne virheellisesti lymfosyytteihin. Myös innovaatioprojektissa monosyyttien kohdalla EDTA-näytteiden vertailutulos oli heikko, sen ollessa samaa tasoa kuin tässä tutkimuksessa (Jähmänen – Salmikangas 2013).

Eosinofiilien korrelaatiokertoimet patologisilla EDTA-näytteillä olivat hyvät, kuitenkin selkeästi matalammat kuin neutrofiilien ja lymfosyyttien. Tulosten eroprosentit olivat suurehkot, välillä 26,2-34,0 %. Myös eosinofiilien osuus veressä on normaalisti pieni, vain 1-6%, joten suurempi hajonta voi johtua siitä. Vertailututkimuksen perusteella HemoCueella saadaan eosinofiilien erittelystä melko luotettava oikeaa suuntaa antava tulos, jonka tarkkuuteen tulee suhtautua varauksella. Innovaatioprojektissa eosinofiilit korreloivat normaaleilla EDTA-näytteillä hiukan paremmin, mutta tulokset ovat samalla tasolla (Jähmänen – Salmikangas 2013).

Tässä tutkimuksessa basofiilien vertailu osoittautui mahdottomaksi, koska niiden osuus veressä on pieni, yleensä vain 0-1%. Patologisissa EDTA-näytteissä ei ollut tarpeeksi basofiileja luotettavan vertailun tekemiseksi ja laitteiden välinen yhden desimaalin tarkkuusero saattaa vaikuttaa merkittävästi hyvin matalissa tuloksissa.

Alun perin suunnitelmana oli, että myös kapillaariverinäytteitä kerätään hematologisilta potilailta EDTA-verinäytteen rinnalle. Kapillaariverinäytteiden saaminen osoittautui hankalaksi ja lopulta niitä saatiin vain 16 kpl. Otos on liian pieni luotettavien johtopäätösten tekemiseksi. Kuitenkin Jähmäsen ja Salmikankaan tekemän innovaatioprojektin 2013 ja tämän opinnäytetyön pienen otoksen tulosten perusteella voidaan todeta kapillaarinäytteiden tuloksissa olevan EDTA-verinäytteitä enemmän epäluotettavuutta ja vaihtelua. Tämä saattaa johtua näytteenottotekniikasta ja myös fysiologian vaikutuksesta.

Tasovertailussa kävi myös ilmi, että ilman hälytystä ja hälytettyjen tulosten välillä oli odotetusti hieman eroa. Hälytetty tulos tarkoittaa sitä, että verisoluissa saattaa olla

morfologista poikkeavuutta, jonka vuoksi laite tekee valkosoluerittelystä vain arvion. Tulokset ilman hälytystä, joita voidaan HemoCue® WBC Diff-laitteen ohjeen mukaan pitää luotettavina, korreloivat yleisesti ottaen hieman paremmin ja keskimääräiset ero prosentit olivat pienemmät. Tulosten välillä ei kuitenkaan ollut suuresti merkittäviä eroja, vaan hälytettyjen tulosten erittelyt olivat melko hyvin paikkansa pitäviä. Hälytetyissä tuloksissa oli kuitenkin yksittäisiä suuriakin eroja, jonka perusteella niihin ei pidä luottaa. Myös laitteen ohjeessa kehoitetaan tarkastamaan hälytetty tulos aina toista menetelmää käyttäen.

Opinnäytetyön tasovertailun tulokset ovat samassa linjassa innovaatioprojektin tulosten kanssa ja tulosten perusteella voidaan yhteenvetona todeta HemoCue® WBC Diff -laitteen olevan luotettava analysaattori vieritestikäyttöön. Tulosten perusteella laite antaa oikealla tasolla olevia tuloksia, joiden tarkkuuteen on syytä kuitenkin suhtautua varauksella ja epäselvässä tilanteessa tulokset on tarkastettava toisella menetelmällä. HemoCue® WBC Diff -laite on erittäin helppo käyttää ja tulos saavutetaan nopeasti alle 5 minuutissa. Patologisilla verinäytteillä laite kuitenkin antaa hälytyksiä varsin usein (44,9 %), jolloin tulos on tarkistettava joka tapauksessa toisella menetelmällä. Laite ei sovellu siis kovin hyvin hematologisille potilaille tai infektiopotilaille, mikäli laitteella halutaan saada luotettava erittelytulos. Sen sijaan laitetta voi suositella esimerkiksi työterveydenhuoltoon, jossa suurella osalla potilaista on todennäköisesti vähemmän morfologisia poikkeavuuksia verisoluissa. Tasovertailun perusteella laite soveltuu kuitenkin hyvin matalien neutrofiilitasojen havaitsemiseen. Lisäksi laitteen antamien tulosten avulla voidaan infektiöepäilyissä päätellä, onko kyseessä bakteeri- vai virustulehdus.

Näiden tutkimustulosten ja johtopäätösten avulla tutkimuksen tilaaja HUSLAB voi pohdita olisiko HemoCue® WBC Diff parempi vaihtoehto eräille HUSLABin asiakkaille, joilla on tällä hetkellä käytössään pelkän kokonaisleukosyyttiäron mittaava HemoCue® WBC.

9 Luotettavuus

Opinnäytetyössä käytettiin samoja analysaattoreita kuin innovaatioprojektissa 2013. Näin ollen analysaattorin vaihtumisesta johtuvia mahdollisia tuloseroja pyrittiin minimoimaan ja tulokset voidaan paremmin yhdistää toisiinsa.

Reliabiliteetti tarkoittaa luotettavuutta, eli saadut tulokset eivät ole sattumanvaraisia, vaan on saatu samanlaisia tuloksia samasta tai samankaltaisesta aineistosta (Holopainen – Pulkkinen 2008: 17). Opinnäytetyössä tehdyn tasovertailun tulokset ovat melko luotettavia. Tulokset ovat hyvin samankaltaisia aiempien tutkimusten kanssa, joissa on vertailtu HemoCue[®] WBC Diff -laitetta toisiin menetelmiin. Näytteitä käsiteltiin ohjeiden mukaan tasalaatuisesti ja laiteohjeita noudatettiin. Tämän opinnäytetyön tasovertailututkimuksessa ei tutkittu toistettavuutta, vaan verrattiin kahden laitteen samasta näytteestä antamia tuloksia keskenään.

Tutkimuksen luotettavuuden uhkana ovat esimerkiksi tutkimuksen tekijän tekemät virheet tiedon keruu-, käsittely- ja tulkintavaiheessa, sekä otoskoon riittävä koko ja edustavuus (Heikkilä 2004: 30). Tulokset kirjattiin käsin taulukoihin. Virheiden estämiseksi tulosten kirjaamiseen käytettiin tarpeeksi aikaa ja ne kirjattiin huolellisesti ja rauhassa keskittyen. Kirjatut tulokset tarkastettiin yksi kerrallaan kirjaamisen jälkeen. Otokoko on riittävä EDTA-verinäytteillä ja edustaa hyvin erityyppisiä patologisia verinäytteitä. Näytteiden valinnassa pyrittiin saamaan mukaan mahdollisimman paljon erityyppisiä näytteitä, mutta tasaisesti matalista arvoista korkeisiin arvoihin. Kapillaariverinäytteiden otoskoko on liian pieni ja tuloksista ei voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä.

Validiteetin eli pätevyyden avulla pohditaan, onko tutkimuksessa mitattu sitä, mitä oli tarkoitus mitata (Holopainen – Pulkkinen 2008: 16). Tarkoituksena oli vertailla kahden laitteen tuloksia keskenään. Toisen laitteen tuloksia pidettiin referenssinä. Tutkimuksessa vertailtiin tuloksia eri näkökulmista ja pyrittiin huomioimaan kaikki muuttujat. Validiteetin saavuttamiseksi on asetettava täsmälliset tavoitteet ja sen voi varmistaa huolellisella suunnittelulla ja tiedonkeruulla (Heikkilä 2004: 29). Opinnäytetyötä varten laadittiin täsmällinen suunnitelma aikatauluineen, jonka perusteella opinnäytetyön aineiston keruu järjestettiin ja toteutettiin suurelta osin.

10 Pohdinta

Opinnäytetyön prosessi oli hyvin mielenkiintoinen ja pitkäjänteinen. Prosessi alkoi jo innovaatioprojektin aikana, jolloin opinnäytetyölle syntyi tarve. Opinnäytetyöhön orientoituminen alkoi siis jo vuosi sitten ja varsinaisen prosessin käynnistyessä työ oli jo ajatuksen tasolla pitkällä. Opinnäytetyön työstämisen aloittaminen tuntui vaivattomalta ja prosessi eteni tasaisella hyvällä vauhdilla. Prosessin haastavin osuus oli sovittaa

yhteen opinnäytetyön suunnitteluvaiheen työstö äitiysloman aikana ja aineiston keruuvaiheessa työn eteneminen hetkellisesti tuntui hidastuvan. Opinnäytetyön tekeminen yksin on monipuolista ja haastavaa. Toisaalta työtä voi tehdä oman aikataulun mukaisesti ja oman elämän rytmisesti. Toisaalta taas koko työmäärä ja työn hyvä eteneminen on yhden henkilön vastuulla ja myös haasteet on selvitettävä omin avuin.

Opinnäytetyön toteutuksessa oli hyötyä hyvästä perustiedosta erityisesti hematologian alueelta ja työtä tehdessä tiedot ja taidot syventyivät tuntuvasti. Opinnäytetyö kehitti ammatillista kasvuani monella eri bioanalyytikon työn osa-alueella. Teoreettisen tiedon lisäksi ammatillista kehitystä tapahtui vuorovaikutus- ja organisointitaidoissani sekä luonnollisesti tutkimustyön hallitsemisessa.

Asettamani tavoitteet saavutin mielestäni hyvin. HemoCue[®] WBC Diff - ja Sysmex XE-2100 -analysaattoreiden valkosoluerittelyn tasovertailun avulla tuotin tietoa HemoCue-laitteen toimivuudesta ja tulosten luotettavuudesta. Laite on tasovertailun tulosten perusteella käyttötarkoituksesta riippuen luotettava vieritestianalysaattori, joka soveltuu tutkimuksessa erityisen mielenkiinnon kohteena olleiden matalien neutrofiilitasojen havaitsemiseen ja nopeaan valkosolujen erittelylaskentaan. Tutkimuksen tulosten avulla tilaaja HUSLAB voi pohtia voisiko laitetta suositella käyttöön eräillä HUSLABin asiakkailla. Jouduin tinkimään asetetuista tavoitteista näyttemateriaalien kohdalla, kun kapillaariverinäytteitä oli vaikea saada suunniteltua määrää. Aineistonkeruun puolella välissä vaihdoin taktiikkaa ja aloin kerätä ensisijaisesti pelkästään tutkimuksen kannalta hyviä EDTA-näytteitä. Tämä oli onnistunut ratkaisu, sillä lopulta pääsin EDTA-näytteiden osalta tavoiteltuun otoskokoon.

Opinnäytetyön tutkimustulokset vastaavat hyvin aikaisempien tutkimusten tuloksia. Myös aiemmissa tutkimuksissa on todettu HemoCue[®] WBC Diff-laitteen tulosten korreloivan hyvin toisen menetelmän kanssa kokonaisleukosyyttien, neutrofiilien, lymfosyyttien ja eosinofiilien osalta, mutta monosyyttien kohdalla tulokset ovat huonommat. Basofiilien kohdalla tulokset ovat jääneet muissakin tutkimuksissa saavuttamatta. Tämän opinnäytetyön tuloksia voidaan pitää mielestäni luotettavina, sillä ne ovat samassa linjassa muihin tutkimuksiin verrattuna.

Tutkimustulokset herättivät myös kysymyksiä ja ideoita jatkotutkimuksiin. Tulosten perusteella laite hälyttää varsin usein patologisilla näytteillä. Tämä johtuu siitä, että laitteen kuuluu antaa hälytys, kun se havaitsee morfologisesti poikkeavia soluja. Tämä

ohjaa käyttäjää tarkastamaan tuloksen toisella tarkemmalla menetelmällä. Laitte kuitenkin arvioi erittelytuloksen. Tässä on vaara, että tulos hyväksytään käytännön työelämässä virheellisesti hälytyksestä huolimatta. Mietin tuloksia analysoidessani, onko laitteen lainkaan tarpeellista antaa arvioitua erittelylaskentaa kaikissa tilanteissa. Kehitysehdotuksena laitteen ominaisuuksiin voisi olla hyvä lisätä mahdollisuus valita, näkykö hälytetyn tuloksen erittely vai ei. Nykyään laitteen asetuksista voi valita, näyttääkö laite erittelyssä sekä absoluuttiset että prosentuaaliset arvot, vai jommankumman. Vaikka laite on tutkimustulosten perusteella varsin luotettava EDTA-verinäytteillä ja helppokäyttöinen vieritestianalysaattori, on tärkeää perehdyttää sitä käyttävä henkilökunta perusteellisesti. Laitteen oikeaoppisen käytön opetteluun lisäksi perehdytyksen pääpaino tulisi olla tulosten tulkinnassa ja koulutukseen tulisi sisällyttää perustietoa vieritestauksen ja perinteisten laboratoriomenetelmien eroista ja tulosten käytettävyydestä.

Pohdin myös laitteen kustannushyötyä. Jos laitetta käytetään pääsääntöisesti potilailla, joiden verenkuvasta odotetaan löytyvän poikkeavuutta, kustannushyöty saattaa jäädä pieneksi. Näyte jouduttaisiin kuitenkin lähettämään eteenpäin, jolloin vieritestauksen hyödyt jäävät saavuttamatta ja aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia.

Jatkotutkimuksena aiheesta voisi tehdä seurannan laitteen todellisesta käytöstä jonkin ajanjakson, esimerkiksi kuukauden aikana. Seurannassa voitaisiin tutkia, kuinka paljon laitteen käyttö nopeuttaa potilaiden hoidon sujuvuutta ja missä yhteydessä laitteen antamaa erittelytulosta käytetään. Samalla voisi tutkia, kuinka paljon näytteitä joudutaan tarkastamaan muilla menetelmillä ja aiheutuuko käytöstä kustannuksia tai vähentääkö se niitä.

Vieritestaaminen hyödyttää nopeudellaan parhaimmillaan potilaan lisäksi niin laboratoriotyöympäristöä kuin hoitavaa henkilöstöäkin. Vieritestaamisen avulla laboratoriotuloksia voidaan saada myös tilanteissa, jolloin varsinaista laboratorioalan ammattilaista ei ole saatavilla. Jotta hoitopäätöksiä voidaan vieritestaamisen avulla tehdä, tulosten laatuvaatimukset ovat korkealla. Tämä asettaa vieritestianalysaattorille korkeat tavoitteet ja vaatii hyvää siltä hyvää suorituskykyä monissa eri tilanteissa. Vieritestaamisen ei kuitenkaan ole tarkoitus korvata laadukkaita perinteisiä laboratoriomenetelmiä.

Lähteet

Arstila, Petteri – Hedman, Klaus – Silvennoinen, Olli 2011. Virusinfektioiden immunologia. Teoksessa Hedman, Klaus – Heikkinen, Terho – Huovinen, Pentti – Järvinen, Asko – Meri, Seppo – Vaara, Martti (toim.): Immunologia. Duodecim. 1. painos. Porvoo: Bookwell Oy. 243 – 247.

Bono, Petri – Elonen, Erkki 2013a. Yleistä solunsalpaajista. Teoksessa Joensuu, Heikki – Jyrkkiö, Sirkku – Kellokumpu-Lehtinen, Pirkko-Liisa – Kouri, Mauri – Roberts, Peter J. – Teppo, Lyly (toim.): Syöpätaudit. Duodecim. 5., uudistettu painos. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy. 175.

Bono, Petri – Elonen, Erkki 2013b. Solunsalpaajien vaikutustapa. Teoksessa Joensuu, Heikki – Jyrkkiö, Sirkku – Kellokumpu-Lehtinen, Pirkko-Liisa – Kouri, Mauri – Roberts, Peter J. – Teppo, Lyly (toim.): Syöpätaudit. Duodecim. 5., uudistettu painos. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy. 175–178.

Bono, Petri – Elonen, Erkki 2013c. Solunsalpaajahoidon haittavaikutukset. Teoksessa Joensuu, Heikki – Jyrkkiö, Sirkku – Kellokumpu-Lehtinen, Pirkko-Liisa – Kouri, Mauri – Roberts, Peter J. – Teppo, Lyly (toim.): Syöpätaudit. Duodecim. 5., uudistettu painos. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy. 182-189.

Digitaalinen kuvamateriaali verisolun morfologiasta 2013. Oppimateriaali. Meilahden sairaalan laboratorio. HUSLAB.

Eettiset toimikunnat 2013. HUS. Verkkodokumentti. <<http://www.hus.fi/tutkijalle/eettiset-toimikunnat/Sivut/default.aspx>> Luettu 20.01.2014.

Ek, Annakaisa 2009. Verisolujen tunnistusaapinen. Kankaanpää: Messon.

Elonen, Erkki 2007. Akuutit leukemiat. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Duodecim. 3., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus. 285–309.

Eskelinen, Seija 2012. Perusverenkuva (B-PVK). Terveyskirjasto. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=snk03030&p_haku=verenkuva> Luettu 20.1.2014.

HemoCue WBC Diff 2011. Käyttöohje. Hemocue AB. Ängelholm. Ruotsi.

Hoffbrand A.V. – Moss P.A.H. – Pettit J.E 2006. Essential Haematology. 5. painos. Blackwell Publishing Ltd.

Holopainen, Martti – Pulkkinen, Pekka 2008. Tilastolliset menetelmät. 5.–6. painos. Helsinki: WSOY.

HUSLAB 2013. Tutkimusohjekirja. Verkkodokumentti. <http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=2475&terms=tvk> Luettu 20.01.2014.

Heikkilä, Tarja 2004. Tilastollinen tutkimus. 5., uudistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Holmström, Peter – Jantunen, Esa 2012. Veritaudit. Teoksessa Holmström, Peter – Vauhkonen, Ilkka (toim.): Sisätaudit. 4., uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 588–616.

Hyvärinen, Werner – Lehtola, Jesse 2012. Täydellisen veren kuvan säilyvyytutkimus Seinäjoen keskussairaalan kliinisen kemian toimintayksikössä. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala. Bioanalytiikan koulutusohjelma. Verkkodokumentti. <http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/49975/Hyvarinen_Werner_Lehtola_Jesse.pdf?sequence=1> Luettu 30.9.2013.

Sysmex-työohje 2012. Kliinisen kemian ja hematologian laboratorio. HUSLAB. Meilahden sairaala, Helsinki.

Itälä, Maija – Vilpo, Juhani 2007. Krooninen lymfaattinen leukemia ja muut lymfosytoosit. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Duodecim. 3., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus. 375 – 392.

Jähmänen, Petra – Salmikangas, Marko 2013. HemoCue® WBC Diff ja Sysmex® XE-2100 -analyyttoreiden valkosoluerittelylaskennan tasovertailu EDTA- ja kapillaariverinäytteestä. Innovaatioprojekti. Metropolia ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala. Bioanalytiikan koulutusohjelma.

Julkunen, Ilkka – Meri, Seppo 2011. Luontaiset puolustusmekanismit. Teoksessa Hedman, Klaus – Heikkinen, Terho – Huovinen, Pentti – Järvinen, Asko – Meri, Seppo – Vaara, Martti (toim.): Immunologia. Duodecim. 1. painos. Porvoo: Bookwell Oy. 30 – 52.

Juvonen, Eeva 2007. Myelofibroosi. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Duodecim. 3., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus. 351 – 356.

Koistinen, Pirjo – Porkka, Kimmo 2007. Krooninen myeloinen leukemia. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Duodecim. 3., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus. 324 – 334.

Koistinen, Pirjo – Siitonen, Timo 2007. Verisolujen tuotanto ja sen säätely. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Duodecim. 3., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus. 16 – 31.

Kurvinen, Kaisa – Vanharanta, Riitta 2012. HemoCue WBC -vieritestausanalyyttorin koestus. Kliin Lab 3/2012. 41–47.

Labquality 2014. Vieritestit. Verkkodokumentti. < <http://www.labquality.fi/fi/vieritesti-laadunarviointi/vieritestit-pikamittarit/>> Luettu 14.2.2014.

Lindberg, Stefan 2014. A Novel Technology for 5-Part Differentiation of Leukocytes Point-of-Care. Diaesitys. Hemocue AB.

Meri, Seppo – Salmi, Marko 2011. Immuunijärjestelmän anatomia: solut ja kudokset. . Teoksessa Hedman, Klaus – Heikkinen, Terho – Huovinen, Pentti – Järvinen, Asko – Meri, Seppo – Vaara, Martti (toim.): Immunologia. Duodecim. 1. painos. Porvoo: Bookwell Oy. 18 – 29.

Meri, Seppo – Seppälä, Ilkka J.T. 2011. Immunologiset tutkimukset. Teoksessa Hedman, Klaus – Heikkinen, Terho – Huovinen, Pentti – Järvinen, Asko – Meri, Seppo – Vaara, Martti (toim.): Infektiosairaudet. Duodecim. 1. painos. Porvoo: Bookwell Oy. 82 – 99.

Metso, Tuula 2009. HemoCue WBC Analyser. Validointiraportti. HUSLAB 2009.

Metso, Tuula 2012. Kemisti. Helsinki. Suullinen tiedonanto 13.12.2012.

Vieritestaus terveydenhuollossa 2009. Asiantuntijasuositus. Yleistä vieritestauksesta terveydenhuollossa. Moodi 6/2009. 275 – 285.

Mutunzi, Alphonsine 2013. HemoCue® WBC Diff ja Sysmex XE-2100 -laitteiden valkosolujen erittelylaskennan tulosten vertailu. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala. Bioanalytiikan koulutusohjelma. Verkkodokumentti. <<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/67228/Hemocue%20diff%20ja%20Sysmex%20XE%202100.%20Alphonsine.pdf?sequence=1>> Luettu 21.01.2014.

Osei-Bimpong A, McLean R, Furtado C. 2013. Poster. Evaluation of the clinical utility of the HemoCue WBC Diff Point of Care device - A comparison to the Sysmex XE-2100 fully automated analyser and the reference manual differential. Haematology Department Imperial College Healthcare NHS Trust. Hammersmith Hospital. Verkkodokumentti. <http://www.hemocue.com/uk/Feedback_from_Congress-1532.html> Luettu 13.10.2013.

Pelliniemi, Tarja-Terttu 2007. Krooninen eosinofiilinen leukemia ja muut eosinofiliat. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Duodecim. 3., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus. 367 – 374.

Remes, Kari 2007. Polysyttemia vera ja muut erytrocytoosit. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Duodecim. 3., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus. 335 – 350.

Savolainen, Eeva-Riitta 2007. Verinäytteet ja verenkuvatutkimukset. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Duodecim. 3., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus. 85 – 99.

Sysmex 2011. XE-2100™ Automated Hematology System. Esite. Verkkodokumentti. <https://www.sysmex.com/us/en/Brochures/Brochure_XE-2100_MKT-10-1134.pdf> Luettu 14.10.2013.

Säily, Marjaana 2007. Neutropenia ja agranulosytoosi. Teoksessa Lassila, Riitta – Porkka, Kimmo – Rajamäki, Allan – Ruutu, Tapani (toim.): Veritaudit. Duodecim. 3., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus. 260 – 272.

TVK 2014. Terveyskirjasto. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=Ilt03565> Luettu 20.1.2014.

van Deursen, N. – Ermens, T. – de Jonge, R. – Russcher, H. 2013. Evaluation of the HemoCue WBC DIFF system for point-of-care counting of total and differential white cells in pediatric samples. Ned Tijdschr Klin Chem Labgeneesk 2013; 38: 140-141. Luettavissa sähköisesti osoitteessa <https://www.nvkc.nl/publicaties/documents/2013_140141.pdf>.

Tiedote luuydinnäytteenottoon tulevalle potilaalle**10.1.2014*****Arvoisa potilas,***

HUS:ssa on annettu lupa suorittaa terveydenhuollon ammattiopintoihin kuuluva opinnäytteeksi tarkoitettu tutkimus, jossa testataan veren valkosolujen laskentaan tarkoitettua laitetta. Tutkimuksen tavoitteena on testata, onko laite luotettava.

Pyydän lupaanne käyttää Teiltä otettua laskimoverinäytettä ja luuydinnäytteenoton yhteydessä sormenpäästä otettavaa verinäytettä tähän tutkimustarkoitukseen. Tätä tutkimusta varten Teiltä ei oteta ylimääräisiä verikokeita, vaan käytetään luuydinnäytteenoton yhteydessä otettuja näytteitä.

Oikeiden näyteputkien löytämiseksi laboratoriosta tarvitsen lupaanne käyttää henkilötietojanne (nimi ja henkilötunnus). Näyteputken löytämisen jälkeen näytteet käsitellään vain nimettömänä.

Tähän tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Osallistuminen tai osallistumatta jättäminen ei vaikuta hoitoon. Mahdollisen luvan voitte antaa luuydinnäytteenoton yhteydessä.

ystävällisesti kiittäen,

Petra Lösönen, bioanalyytikko-opiskelija

Tutkimuksen nimi: "HemoCue® WBC Diff ja Sysmex® XE-2100 -analysaattoreiden valkosoluerittelylaskennan tasovertailu EDTA- ja kapillaariverinäytteestä"
Tarvittaessa lisätietoja tutkimuksesta antavat kemisti Tuula Metso p. 050-4271836 ja lääkäri Päivi Helminen-Pacius p. 050-4270475

Tiedote infektiio-osaston potilaalle**10.1.2014*****Arvoisa potilas,***

HUS:ssa on annettu lupa suorittaa terveydenhuollon ammattiopintoihin kuuluva opinnäytteeksi tarkoitettu tutkimus, jossa testataan veren valkosolujen laskentaan tarkoitettua laitetta. Tutkimuksen tavoitteena on testata, onko laite luotettava.

Pyydän lupaanne käyttää Teiltä otettua laskimoverinäytettä tähän tutkimustarkoitukseen. Tätä tutkimusta varten Teiltä ei oteta ylimääräisiä verikokeita, vaan käytetään Teille valmiiksi määrätyn verikokeen näytettä.

Oikeiden näyteputkien löytämiseksi laboratorion tarvi lupaanne käyttää henkilötietojanne (nimi ja henkilötunnus). Näyteputken löytämisen jälkeen näytteet käsitellään vain nimettömänä.

Tähän tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Osallistuminen tai osallistumatta jättäminen ei vaikuta hoitoon.

ystävällisesti kiittäen,

Petra Lösönen, bioanalytikko-opiskelija

Tutkimuksen nimi: "HemoCue® WBC Diff ja Sysmex® XE-2100 -analysaattoreiden valkosoluerittelylaskennan tasovertailu EDTA- ja kapillaariverinäytteestä"

Tarvittaessa lisätietoja tutkimuksesta antavat kemisti Tuula Metso p. 050-4271836 ja lääkäri Päivi Helminen-Pacius p. 050-4270475

Suostumuslomake potilaalle

10.1.2014

Olen saanut saatekirjeen koskien tutkimusta **"HemoCue® WBC Diff ja Sysmex® XE-2100 -analysointilaitteiden valkosoluerittelylaskennan tasovertailu EDTA- ja kapillaariverinäytteestä"**, jossa testataan veren valkosolujen laskentaan tarkoitettua laitetta. Saatekirjeen luettuani:

- Annan suostumukseni käyttää henkilötietojani ja näytteitäni tutkimustarkoitukseen
- En halua osallistua tutkimukseen

Allekirjoitus ja nimenselvitys

Päivämäärä

Tarvittaessa lisätietoja tutkimuksesta antavat kemisti Tuula Metso p. 050-4271836 ja lääkäri Päivi Helminen-Pacius p. 050-4270475

Kokonaisleukosyytien tulostaulukko

Näytenro	SYSMEX	HemoCue EDTA	ERO-%
1	0,2	LLL	
2	0,63	ERROR01	
3	0,93	0,7	24,7
4	2,88	2,8	2,8
5	19,71	21,1	6,6
6	6,74	6,5	3,6
7	0,81	0,7	13,6
8	9,22	8,8	4,6
9	15,98	14,5	9,3
10	3,72	3,5	5,9
11	8,09	ERROR01	
12	2,66	2,5	6,0
13	0,36	LLL	
14	0,3	0,3	0,0
15	44,74	HHH	
16	0,82	0,8	2,4
17	0,81	0,8	1,2
18	1,44	1,3	9,7
19	2,03	1,8	11,3
20	0,27	LLL	
21	2,5	2,4	4,0
22	0,82	0,7	14,6
23	16,2	14,9	8,0
24	15,12	13,9	8,1
25	16,5	16,4	0,6
26	4,16	4,3	3,3
27	2,59	2,4	7,3
28	4,05	3,7	8,6
29	4,31	4,2	2,6
30	4,69	ERROR01	
31	1,6	1,4	12,5
32	2,75	2,7	1,8
33	0,94	0,8	14,9
34	2,52	2,4	4,8
35	2,92	2,8	4,1
36	3,24	3	7,4
37	17	16,3	4,1
38	2,79	2,5	10,4
39	2,1	1,7	19,0
40	18,1	17,6	2,8
41	11,19	10,8	3,5
42	7,38	7,1	3,8
43	6,07	5,7	6,1
44	8,76	8,9	1,6
45	2,36	2,1	11,0
46	8,53	7,7	9,7
47	1,17	1	14,5
48	1,54	1,4	9,1
49	0,98	0,9	8,2
50	0,92	0,9	2,2
51	19,1	19,2	0,5
52	3,5	3,4	2,9
53	7,2	6,9	4,2
54	6,71	6,3	6,1
55	3,94	3,9	1,0
56	11,14	10,9	2,2
57	9,05	9,1	0,5
58	3,68	3,5	4,9
59	11,87	11	7,3
60	7,25	7,2	0,7
61	3,08	2,9	5,8
62	15,89	16,1	1,3
63	11,4	11,3	0,9
64	16,31	18,9	13,7
65	6,18	6,2	0,3
66	5,37	5,6	4,1
67	9,91	9,5	4,1

68	1,34	1,2	10,4
69	16,59	17,1	3,0
70	7,49	7,5	0,1
71	2,79	2,6	6,8
72	5,64	5,3	6,0
73	6,44	6,5	0,9
74	17,22	18,2	5,4
75	9,06	9,7	6,6
76	8,88	8,9	0,2
77	2,01	1,7	15,4
78	16,61	18,6	10,7
79	25,48	23	9,7
80	10,99	12,1	9,2
81	1,2	1	16,7
Keskiarvo	7,15	6,92	6,4
Näyttenro	SYSMEX	HemoCue EDTA	ERO-%

Neutrofiilien tulostaulukot

Näytenro	Tulokset *10 ⁹				
	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mu- kana n=74	ERO-% ilman hälytystä	ERO-% hälytyk- set mukana
1	0				
2	0,01				
3	0,13	LLL	LLL		
4	1,1	1,1	1,1	0,0	0,0
5	3,42		6,6		48,2
6	4,92		4,6		6,5
7	0,11	LLL	LLL		
8			4,2		
9	12	11,2	11,2	6,7	6,7
10			1,4		
11					
12	1,07	1,2	1,2	10,8	10,8
13	0,04				
14	0	LLL	LLL		
15					
16		LLL	LLL		
17	0,29	LLL	LLL		
18			0,4		
19			0,6		
20	0,01				
21	2,2	1,9	1,9	13,6	13,6
22	0,46	LLL	LLL		
23			8,9		
24	10,01	10,2	10,2	1,9	1,9
25	12,33	13,4	13,4	8,0	8,0
26			2,4		
27	1,55	1,4	1,4	9,7	9,7
28	1,21	1,4	1,4	13,6	13,6
29	3,75		3,7		1,3
30	2,71				
31	1,08		0,6		44,4
32	2,33		2,3		1,3
33		LLL	LLL		
34	1,56	1,9	1,9	17,9	17,9
35	0,33	1,1	1,1	70,0	70,0
36	2,12	2,1	2,1	0,9	0,9
37			11,3		
38	1,33	1,2	1,2	9,8	9,8
39	1,17	1	1	14,5	14,5
40	5,95	6,2	6,2	4,0	4,0
41	5,21		6,7		22,2
42	5,03		4,5		10,5
43	3,33	3,4	3,4	2,1	2,1
44	6,77	6,3	6,3	6,9	6,9
45	0,67	1,4	1,4	52,1	52,1
46			6,3		
47		LLL	LLL		
48	0,54		0,5		7,4
49		LLL	LLL		
50	0,08	LLL	LLL		
51	16,44	16,3	16,3	0,9	0,9
52	2,62	2,6	2,6	0,8	0,8
53	4,22	4,4	4,4	4,1	4,1
54		5,1	5,1		
55			2,6		
56	7,79	8,2	8,2	5,0	5,0
57	2,56	3,5	3,5	26,9	26,9
58	1,14	1,3	1,3	12,3	12,3
59	9,55	9,2	9,2	3,7	3,7
60	2,03		2,8		27,5
61	1,06	1,1	1,1	3,6	3,6
62	11,58		12,2		5,1
63	7,82		8,6		9,1
64	13,12		12,8		2,4
65	3,62	4,2	4,2	13,8	13,8
66	3,76		4,3		12,6
67	5,55		6,6		15,9
68	0,69		0,7		1,4

69	11,53	12,8	12,8	9,9	9,9
70	3,53		4,1		13,9
71	1,69		1,8		6,1
72			2,2		
73			3,9		
74			12,8		
75	6,85		7,9		13,3
76	4,96		5,1		2,7
77	0,73		1		27,0
78	12,18		14,4		15,4
79	18,82		17,8		5,4
80	7,78	9,2	9,2	15,4	15,4
81			0,7		
Keskiarvo	4,20	4,98	5,18	12,1	12,8

Tulokset %					
Näyttenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mukana n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytykset mukana
1	0				
2	1,6				
3	13,9				
4	38,2	38	38	0,5	0,5
5	17,3		32		45,9
6	73		71		2,7
7	13,5				
8	34		48		29,2
9	75,1	77	77	2,5	2,5
10	53		41		22,6
11	70				
12	40,2	49	49	18,0	18,0
13	11,1				
14	0				
15	9				
16	34				
17	35,8				
18	2		35		94,3
19	35		32		8,6
20	38				
21	88	80	80	9,1	9,1
22	56,2				
23	53		60		11,7
24	66,2	74	74	10,5	10,5
25	74,8	82	82	8,8	8,8
26	66		55		16,7
27	59,8	57	57	4,7	4,7
28	29,9	39	39	23,3	23,3
29	87,1		89		2,1
30	57,8				
31	67,5		43		36,3
32	84,7		87		2,6
33	18				
34	61,9	77	77	19,6	19,6
35	11,4	39	39	70,8	70,8
36	65,4	71	71	7,9	7,9
37	45		69		34,8
38	47,6	47	47	1,3	1,3
39	55,7	57	57	2,3	2,3
40	32,8	35	35	6,3	6,3
41	57		62		8,1
42	68,2		64		6,2
43	54,8	61	61	10,2	10,2
44	76,9	70	70	9,0	9,0
45	28,4	65	65	56,3	56,3
46	80		82		2,4
47	9				
48	35,2		37		4,9
49	49				
50	8,7				
51	86	85	85	1,2	1,2
52	75	78	78	3,8	3,8
53	58	64	64	9,4	9,4
54	85	81	81	4,7	4,7

55	93		67		28,0
56	69,8	75	75	6,9	6,9
57	28,3	39	39	27,4	27,4
58	30,9	38	38	18,7	18,7
59	80,3	83	83	3,3	3,3
60	28		39		28,2
61	34,5	39	39	11,5	11,5
62	72,9		76		4,1
63	68,5		76		9,9
64	80,5		67		16,8
65	58,6	68	68	13,8	13,8
66	70		77		9,1
67	56,1		69		18,7
68	51,4		56		8,2
69	69,7	75	75	7,1	7,1
70	47,1		54		12,8
71	60,5		70		13,6
72	8		42		81,0
73	52		60		13,3
74	69,5		70		0,7
75	75,7		81		6,5
76	55,8		57		2,1
77	36,3		58		37,4
78	73,2		77		4,9
79	73,9		77		4,0
80	70,8	76	76	6,8	6,8
81	80		73		8,8
Keskiarvo	50,49	62,72	62,06	13,0	15,8
Näytenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset muka- na n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytyk- set mukana

Lymfosyyttien tulostaulukot

Näytenro	Tulokset *10 ⁹				
	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mu- kana n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytyk- set mukana
1	0,2				
2	0,62				
3	0,78	LLL	LLL		
4	1,69	1,6	1,6	5,3	5,3
5	2,43		2,4		1,2
6	0,83		0,8		3,6
7	0,45	LLL	LLL		
8			3,8		
9	2,42	2,5	2,5	3,2	3,2
10			1,3		
11					
12	1,23	1,1	1,1	10,6	10,6
13	0,3				
14	0,3	LLL	LLL		
15					
16		LLL	LLL		
17	0,33	LLL	LLL		
18			0,8		
19			0,9		
20	0,12				
21	0,11	0,3	0,3	63,3	63,3
22	0,32	LLL	LLL		
23			5,1		
24	3,35	3,1	3,1	7,5	7,5
25	2,29	2	2	12,7	12,7
26			1,6		
27	0,73	0,9	0,9	18,9	18,9
28	2,28	2	2	12,3	12,3
29	0,13		0,3		56,7
30	1,19				
31	0,48		0,6		20,0
32	0,11		0,2		45,0
33		LLL	LLL		
34	0,42	0,5	0,5	16,0	16,0
35	1,37	1,4	1,4	2,1	2,1
36	0,68	0,7	0,7	2,9	2,9
37			3,2		
38	1,26	1,2	1,2	4,8	4,8
39	0,81	0,6	0,6	25,9	25,9
40	10,71	10	10	6,6	6,6
41			3,1		
42	1,66		1,8		7,8
43	2,18	1,8	1,8	17,4	17,4
44	1,16	1,8	1,8	35,6	35,6
45	0,59	0,5	0,5	15,3	15,3
46			0,6		
47		LLL	LLL		
48	0,96		0,8		16,7
49		LLL	LLL		
50	0,83	LLL	LLL		
51	1,51	1,9	1,9	20,5	20,5
52	0,36	0,4	0,4	10,0	10,0
53	1,39	1,3	1,3	6,5	6,5
54		0,8	0,8		
55			0,4		
56	1,71	1,7	1,7	0,6	0,6
57	4,14	3,8	3,8	8,2	8,2
58	1,57	1,8	1,8	12,8	12,8
59	1,14	1,2	1,2	5,0	5,0
60	3,68		3,3		10,3
61	1,38	1,4	1,4	1,4	1,4
62	2,73		2,7		1,1
63	1,99		1,6		19,6
64	1,8		2,1		14,3
65	1,42	1,5	1,5	5,3	5,3
66	0,79		0,7		11,4
67	2,58		1,9		26,4
68	0,36		0,3		16,7

69	2,77	2,7	2,7	2,5	2,5
70	2,34		2		14,5
71	0,53		0,4		24,5
72			2,5		
73			2		
74	3,1		3,2		3,1
75	1,25		1,3		3,8
76	2,19		2,1		4,1
77	0,62		0,5		19,4
78	2,5		2,5		0,0
79	4,79		3,4		29,0
80	2,1	2,1	2,1	0,0	0,0
81			0,2		
Keskiarvo	1,57	1,81	1,77	11,90	13,65

Tulokset %					
Näyttenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mukana n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytykset mukana
1	0				
2	98,4				
3	83,9				
4	58,7	57	57	2,9	2,9
5	12,3		12		2,4
6	12,3		13		5,4
7	55,6				
8	57		43		24,6
9	15,1	17	17	11,2	11,2
10	36		38		5,3
11	17				
12	46,2	44	44	4,8	4,8
13	83,3				
14	100				
15	4				
16	60				
17	40,7				
18	69		59		14,5
19	32		51		37,3
20	44,4				
21	4,4	11	11	60,0	60,0
22	39				
23	30		34		11,8
24	22,2	23	23	3,5	3,5
25	13,9	12	12	13,7	13,7
26	28		37		24,3
27	28,2	35	35	19,4	19,4
28	26,3	53	53	50,4	50,4
29	3		7		57,1
30	25,4				
31	30		44		31,8
32	4		7		42,9
33	45				
34	16,7	19	19	12,1	12,1
35	46,9	49	49	4,3	4,3
36	21	21	21	0,0	0,0
37	3		20		85,0
38	45,2	47	47	3,8	3,8
39	38,6	37	37	4,1	4,1
40	59,2	57	57	3,7	3,7
41	14		29		51,7
42	22,5		26		13,5
43	35,9	32	32	10,9	10,9
44	13,2	20	20	34,0	34,0
45	25	26	26	3,8	3,8
46	1		8		87,5
47	68				
48	62,3		56		10,1
49	14				
50	90,2				
51	8	10	10	20,0	20,0
52	10	12	12	16,7	16,7
53	19	19	19	0,0	0,0
54	6	13	13	53,8	53,8

55	3		11		72,7
56	15,4	16	16	3,8	3,8
57	45,7	42	42	8,1	8,1
58	42,7	50	50	14,6	14,6
59	9,6	11	11	12,7	12,7
60	50,1		46		8,2
61	44,8	49	49	8,6	8,6
62	17,2		17		1,2
63	17,5		14		20,0
64	11		11		0,0
65	23	24	24	4,2	4,2
66	14,7		1,3		91,2
67	26		19		26,9
68	26,9		26		3,3
69	16,7	16	16	4,2	4,2
70	31,2		27		13,5
71	19		16		15,8
72	79		48		39,2
73	25		31		19,4
74	18		18		0,0
75	13,8		13		5,8
76	24,7		23		6,9
77	30,8		26		15,6
78	15,1		14		7,3
79	18,8		15		20,2
80	19,1	17	17	11,0	11,0
81	19		20		5,0
Keskiarvo	31,15	28,93	26,86	13,80	19,96
Näytenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset muka- na n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytyk- set mukana

Monosyyttien tulostaulukot

Näytenro	Tulokset *10 ⁹				
	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mu- kana n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytyk- set mukana
1	0				
2	0				
3	0,02	LLL	LLL		
4	0,04	0,1	0,1	60,0	60,0
5	0,69		0,5		27,5
6	0,82		0,5		39,0
7	0,25	LLL	LLL		
8			0,6		
9	0,91	0,6	0,6	34,1	34,1
10			0,2		
11					
12	0,27	0,1	0,1	63,0	63,0
13	0				
14	0	LLL	LLL		
15					
16		LLL	LLL		
17	0,19	LLL	LLL		
18			0,1		
19			0,2		
20	0,13				
21	0,13	0,2	0,2	35,0	35,0
22	0,02	LLL	LLL		
23			0,5		
24	1,06	0,5	0,5	52,8	52,8
25	1,24		0,4		67,7
26			0,3		
27	0,23	0,1	0,1	56,5	56,5
28	0,48	0,2	0,2	58,3	58,3
29	0,26		0,2		23,1
30	0,62				
31	0,02		0,1		80,0
32	0,29		0,1		65,5
33		LLL	LLL		
34	0,49	0,1	0,1	79,6	79,6
35	1,14	0,3	0,3	73,7	73,7
36	0,35	0,2	0,2	42,9	42,9
37			1,1		
38	0,13	0,1	0,1	23,1	23,1
39	0,11	0,1	0,1	9,1	9,1
40	0,72	0,6	0,6	16,7	16,7
41			0,8		
42	0,43		0,5		14,0
43	0,4	0,3	0,3	25,0	25,0
44	0,75	0,8	0,8	6,3	6,3
45	0,95	0,1	0,1	89,5	89,5
46			0,7		
47		LLL	LLL		
48	0,02		0,1		80,0
49		LLL	LLL		
50	0	LLL	LLL		
51	0,88	0,6	0,6	31,8	31,8
52	0,32	0,3	0,3	6,2	6,2
53	0,8	0,3	0,3	62,5	62,5
54		0,3	0,3		
55			0,2		
56	1,15	0,5	0,5	56,5	56,5
57	1,03	0,6	0,6	41,7	41,7
58	0,61	0,2	0,2	67,2	67,2
59	1,1	0,6	0,6	45,5	45,5
60	0,68		0,4		41,2
61	0,37	0,2	0,2	45,9	45,9
62	1,35		0,7		48,1
63	1,13		0,7		38,1
64	1,05		0,3		71,4
65	0,83	0,2	0,2	75,9	75,9
66	0,59		0,2		66,1
67	1,06		0,6		43,4
68	0,25		0,2		20,0

69	1,31	0,3	0,3	77,1	77,1
70	0,45		0,4		11,1
71	0,36		0,1		72,2
72			0,5		
73			0,5		
74	1,55		0,4		74,2
75	0,71		0,3		57,7
76	0,29		0,5		42,0
77	0,5		0,2		60,0
78	1,62		0,4		75,3
79	1,25		0,7		44,0
80	0,72	0,2	0,2	72,2	72,2
81			0,1		
Keskiarvo	0,58	0,31	0,36	48,45	49,40

Tulokset %					
Näyttenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mukana n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytykset mukana
1	0				
2	0				
3	2,2				
4	1,4	5	5	72,0	72,0
5	3,5		2	7,0	42,9
6	12,2		8		34,4
7	30,9				
8	8		7		12,5
9	5,7	4	4	29,8	29,8
10	1		5		80,0
11	9				
12	10,2	5	5	51,0	51,0
13	0				
14	0				
15	3				
16	6				
17	23,5				
18	30		5		83,3
19	5		9		44,4
20	48,1				
21	5,2	9	9	42,2	42,2
22	2,4				
23	16		3		81,3
24	7	3	3	57,1	57,1
25	7,5	3	3	60,0	60,0
26	1		6		83,3
27	8,9	6	6	32,6	32,6
28	11,9	7	7	41,2	41,2
29	6		4		33,3
30	13,2				
31	1,3		8		83,8
32	10,5		4		61,9
33	4				
34	19,4	4	4	79,4	79,4
35	39	11	11	71,8	71,8
36	10,8	6	6	44,4	44,4
37	17		7		58,8
38	4,7	4	4	14,9	14,9
39	5,2	4	4	23,1	23,1
40	4	4	4	0,0	0,0
41	11		8		27,3
42	5,8		7		17,1
43	6,6	5	5	24,2	24,2
44	8,6	9	9	4,4	4,4
45	40,3	6	6	85,1	85,1
46	9		10		10,0
47	1				
48	1,3		6		78,3
49	23				
50	0				
51	5	3	3	40,0	40,0
52	9	8	8	11,1	11,1
53	11	4	4	63,6	63,6
54	9	5	5	44,4	44,4

55	3		4		25,0
56	10,3	5	5	51,5	51,5
57	11,4	6	6	47,4	47,4
58	16,6	4	4	75,9	75,9
59	9,3	5	5	46,2	46,2
60	9,4		5		46,8
61	12	5	5	58,3	58,3
62	8,5		4		52,9
63	9,9		6		39,4
64	6,4		2		68,8
65	13,4	3	3	77,6	77,6
66	11		3		72,7
67	10,7		6		43,9
68	18,7		13		30,5
69	7,9	2	2	74,7	74,7
70	6		5		16,7
71	12,9		5		61,2
72	13		9		30,8
73	13		7		46,2
74	9		2		77,8
75	7,8		3		61,5
76	3,3		5		34,0
77	24,9		11		55,8
78	9,8		2		79,6
79	4,9		3		38,8
80	6,6	2	2	69,7	69,7
81	1		6		83,3
Keskiarvo	9,95	5,07	5,42	46,69	49,88
Näytenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset muka- na n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytyk- set mukana

Eosinofiilien tulostaulukot

Näyttenro	Tulokset *10 ⁹				
	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mu- kana n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytyk- set mukana
1	0				
2	0				
3	0	LLL	LLL		
4	0,02	0	0		
5	13,05		11,4		12,6
6	0		0,4		
7	0	LLL	LLL		
8			0,2		
9	0,14	0,2	0,2	30,0	30,0
10			0,4		
11					
12	0,05	0	0		
13	0,01				
14	0	LLL	LLL		
15					
16		LLL	LLL		
17	0	LLL	LLL		
18			0		
19			0,1		
20	0,01				
21	0	0	0	0,0	0,0
22	0,02	LLL	LLL		
23			0,4		
24	0,01	0	0		
25	0,17	0,5	0,5	66,0	66,0
26			0,1		
27	0,07	0,1	0,1	30,0	30,0
28	0,03	0	0		
29	0		0		0,0
30	0,03				
31	0		0,1		
32	0		0		0,0
33		LLL	LLL		
34	0	0	0	0,0	0,0
35	0	0	0	0,0	0,0
36	0,08	0,1	0,1	20,0	20,0
37			0,6		
38	0,02	0	0		
39	0,01	0	0		
40	0,5	0,7	0,7	28,6	28,6
41			0		
42	0,03		0,2		85,0
43	0,12	0,1	0,1	16,7	16,7
44	0,02	0	0		
45	0,05	0,1	0,1	50,0	50,0
46			0,1		
47		LLL	LLL		
48	0,01		0		
49		LLL	LLL		
50	0,01	LLL	LLL		
51	0,17	0,3	0,3	43,3	43,3
52	0,09	0,1	0,1	10,0	10,0
53	0,78	0,9	0,9	13,3	13,3
54		0	0		
55			0,7		
56	0,43	0,4	0,4	7,0	7,0
57	1,21	1,1	1,1	9,1	9,1
58	0,34	0,3	0,3	11,8	11,8
59	0,03	0,1	0,1	70,0	70,0
60	0,83		0,7		15,7
61	0,25	0,2	0,2	20,0	20,0
62	0,07		0,5		86,0
63	0,32		0,5		36,0
64	0,24		3,6		93,3
65	0,22	0,3	0,3	26,7	26,7
66	0,19		0,4		52,5
67	0,55		0,5		9,1
68	0,04		0		

69	0,41	1,1	1,1	62,7	62,7
70	1,12		1		10,7
71	0,17		0,2		15,0
72			0,1		
73			0,1		
74	0,29		1,7		82,9
75	0,13		0,2		35,0
76	1,37		1,3		5,1
77	0,06		0,1		40,0
78	0,13		1,2		89,2
79	0,01		0,8		98,8
80	0,27	0,5	0,5	46,0	46,0
81			0		
Keskiarvo	0,40	0,24	0,54	26,72	34,05

Tulokset %					
Näyttenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mukana n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytykset mukana
1	0				
2	0				
3	0				
4	0,7	1	1	30,0	30,0
5	66,2		54		18,4
6	0		7		
7	0				
8	0		2		
9	0,9	1	1	10,0	10,0
10	8		11		27,3
11	1				
12	1,9	1	1	47,4	47,4
13	2,8				
14	0				
15	0				
16	0				
17	0				
18	0		1		
19	0		5		
20	3,7				
21	0	0	0	0,0	0,0
22	2,4				
23	0		3		
24	0,1	0	0		
25	1	3	3	66,7	66,7
26	1		1		0,0
27	2,7	2	2	25,9	25,9
28	0,7	1	1	30,0	30,0
29	0		0		0,0
30	0,6				
31	0		4		
32	0		1		
33	3				
34	0	0	0	0,0	0,0
35	0	1	1		
36	2,5	2	2	20,0	20,0
37	0		4		
38	0,7	1	1	30,0	30,0
39	0,5	1	1	50,0	50,0
40	2,8	4	4	30,0	30,0
41	0		0		0,0
42	0,4		3		86,7
43	2	2	2	0,0	0,0
44	0,2	0	0		
45	2,1	2	2	4,8	4,8
46	0		1		
47	2				
48	0,6		1		40,0
49	0				
50	1,1				
51	1	2	2	50,0	50,0
52	3	2	2	33,3	33,3
53	11	13	13	15,4	15,4
54	0	0	0	0,0	

55	0		17		
56	3,9	4	4	2,5	2,5
57	13,4	13	13	3,0	3,0
58	9,2	8	8	13,0	13,0
59	0,3	1	1	70,0	70,0
60	11,4		9		21,1
61	8,1	7	7	13,6	13,6
62	0,4		13		96,9
63	2,8		4		30,0
64	1,5		19		92,1
65	3,6	5	5	28,0	28,0
66	3,5		7		50,0
67	5,5		5		9,1
68	3		3		0,0
69	2,5	6	6	58,3	58,3
70	15		13		13,3
71	6,1		8		23,8
72	1		1		0,0
73	1		1		0,0
74	1,7		9		81,1
75	1,4		3		53,3
76	15,4		14		9,1
77	3		5		40,0
78	0,8		6		86,7
79	0		4		
80	2,5	5	5	50,0	50,0
81	0		1		
Keskiarvo	3,01	3,03	5,13	26,23	30,43
Näytenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset muka- na n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytyk- set mukana

Basofiilien tulostaulukot

Näyttenro	Tulokset *10 ⁹				
	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mu- kana n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytyk- set mukana
1	0				
2	0				
3	0	LLL	LLL		
4	0,02	0	0		
5	0,05		0,2		75,0
6	0,03		0,1		70,0
7	0	LLL	LLL		
8			0		
9	0,02	0	0		
10			0,2		
11					
12	0,03	0	0		
13	0,01				
14	0	LLL	LLL		
15					
16		LLL	LLL		
17	0	LLL	LLL		
18			0		
19			0,1		
20	0				
21	0	0	0	0,0	0,0
22	0	LLL	LLL		
23			0,1		
24	0,05	0	0		
25	0,22	0,1	0,1	54,5	54,5
26			0		
27	0,01	0	0		
28	0,01	0	0		
29	0,01		0		
30	0,02				
31	0,01		0		
32	0,01		0		
33		LLL	LLL		
34	0,01	0	0		
35	0,01	0	0		
36	0	0	0	0,0	0,0
37			0,1		
38	0,04	0	0		
39	0	0	0	0,0	0,0
40	0,16	0	0		
41			0		
42	0,02		0		
43	0,03	0	0		
44	0,02	0	0		
45	0,04	0	0		
46			0		
47		LLL	LLL		
48	0,01		0		
49		LLL	LLL		
50	0	LLL	LLL		
51	0,01	0,1	0,1	90,0	90,0
52	0,03	0	0		
53	0,03	0	0		
54		0	0		
55			0		
56	0,04	0	0		
57	0,1	0	0		
58	0,01	0	0		
59	0,02	0	0		
60	0,07		0		
61	0,02	0	0		
62	0,08		0		
63	0,1		0		
64	0,03		0,2		85,0
65	0,04	0	0		
66	0,03		0		
67	0,13		0		
68	0		0		0,0

69	0,09	0,1	0,1	10,0	10,0
70	0,03		0		
71	0,03		0		
72			0		
73			0		
74	0,06		0,1		40,0
75	0,08		0		
76	0,02		0		
77	0,01		0		
78	0,07		0,1		30,0
79	0,43		0,2		53,5
80	0,66	0	0		
81			0		
Keskiarvo	0,05	0,01	0,03	25,76	39,08

Tulokset %					
Näyttenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset mukana n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytykset mukana
1	0				
2	0				
3	0				
4	0,7	0	0		
5	0,3		1		70,0
6	0,4		2		80,0
7	0				
8	1		0		
9	0,1	0	0		
10	1		5		80,0
11	0				
12	1,1	0	0		
13	2,8				
14	0				
15	0				
16	0				
17	0				
18	0		0		0,0
19	2		3		33,3
20	0				
21	0	0	0	0,0	0,0
22	0				
23	0		0		0,0
24	0,3	0	0		
25	1,3	0	0		
26	1		1		0,0
27	0,4	0	0		
28	0,2	0	0		
29	0,2		0		
30	0,4				
31	0,6		0		
32	0,4		0		
33	2				
34	0,4	0	0		
35	0,3	1	1	70,0	70,0
36	0	0	0	0,0	0,0
37	0		0	0,0	0,0
38	1,4	1	1	28,6	28,6
39	0	0	0	0,0	0,0
40	0,9	0	0		0,0
41	1		0		0,0
42	0,3		0		
43	0,5	0	0		
44	0,2	0	0		
45	1,7	0	0		
46	0		0		0,0
47	1				
48	0,6		0		
49	0				
50	0				
51	0	0	0	0,0	0,0
52	1	0	0		
53	0	0	0	0,0	0,0
54	0	0	0	0,0	0,0

55	0		1		
56	0,4	0	0		
57	1,1	0	0		
58	0,3	0	0		
59	0,2	0	0		
60	1		0		
61	0,6	0	0		
62	0,5		0		
63	0,9		0		
64	0,2		1		80,0
65	0,6	0	0		
66	0,6		0		
67	1,3		0		
68	0		1		
69	0,5	1	1	50,0	50,0
70	0,4		0		
71	1,1		1		9,1
72	0		0		0,0
73	1		0		
74	0,3		0		
75	0,9		0		
76	0,2		0		
77	0,5		0		
78	0,4		0		
79	1,7		1		41,2
80	0,5	0	0		
81	0		1		
Keskiarvo	0,50	0,10	0,33	14,86	22,59
Näytenro	SYSMEX	HemoCue EDTA ilman hälytystä n=29	HemoCue EDTA hälytykset muka- na n=64	ERO-% ilman hälytyksiä	ERO-% hälytyk- set mukana

Kapillaariverinäytteiden tulostaulukko

Hemocue Kapillaari												
Näyte/Järj. Nro	B-leuk		Neutrofiilit		Lymfosyytit		Monosyytit		Eosinofiilit		Basofiilit	
	*10 ⁹	*10 ⁹	%	*10 ⁹	%	*10 ⁹	%	*10 ⁹	%	*10 ⁹	%	
1	LLL											
2	0,3	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL
3	0,7	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL	LLL
4	2,2	0,8	35	1,3	58	0,1	6	0	1	0	0	0
5	26,9	10,3	38	3,5	13	0,6	2	12,2	45	0,4	1	1
6	9,6	7,5	78	1,1	11	0,9	9	0,1	1	0	0	0
7	1,1	0,3	28	0,7	60	0,1	12	0	0	0	0	0
12	2,4	1	44	1,2	50	0,1	4	0	2	0	0	0
23	9,2	4,3	47	4,2	46	0,6	7	0,1	1	0	0	0
29	4,8	4,2	88	0,4	9	0,2	3	0	0	0	0	0
38	2,8	1,4	50	1,2	44	0,2	5	0	1	0	0	0
39	1,9	0,9	46	0,9	47	0,1	7	0	1	0	0	0
40	22,6	7,7	34	13,9	61	0,5	2	0,5	2	0	0	0
42	7,1	4	56	2,3	33	0,7	10	0,1	1	0	0	0
43	6,6	3,4	52	2,8	42	0,3	4	0,1	1	0	0	0
44	9,3	5,8	62	2,8	30	0,7	8	0	0	0	0	0
Keskiarvo	7,17	3,97	50,62	2,79	38,77	0,39	6,08	1,01	4,31	0,03	0,08	
Min	0,3	0,3	28	0,4	9	0,1	2	0	0	0	0	0
Max	26,9	10,3	88	13,9	61	0,9	12	12,2	45	0,4	1	1

HemoCue WBC Diffin toiminnan tarkastelu mittausrajojen ylittyessä

Näyttenumero	Sysmex kokonaisleukosyytit	HemoCue kokonaisleukosyytit	Erittelyn tulos
1	0,2	LLL	-
3	0,93	0,7	LLL
7	0,81	0,7	LLL
13	0,36	LLL	-
14	0,30	0,3	LLL
15	44,74	HHH	-
16	0,82	0,8	LLL
17	0,81	0,8	LLL
20	0,27	LLL	-
22	0,82	0,7	LLL
33	0,94	0,8	LLL
47	1,17	1	LLL
49	0,98	0,9	LLL
50	0,92	0,9	LLL