



EDTA:n ja veren poikkeavan suhteen vaikutus täydellisen veren kuvan tuloksiin

Mari Oravamäki

Mirva Tuominen

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2021

Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma

ORAVAMÄKI, MARI & TUOMINEN, MIRVA:
EDTA:n ja veren poikkeavan suhteen vaikutus täydellisen verenkuvan tuloksiin

Opinnäytetyö 88 sivua, joista liitteitä 16 sivua
Joulukuu 2021

Täydellinen verenkuvatutkimus on yleisesti pyydetty laboratoriotutkimus. Täydellinen verenkuvassa sisältää perusverenkuvan ja trombosyytit, leukosyyttien erittelylaskennan sekä retikulosyytit. Täydellistä verenkuvaa käytetään mm. infektio- ja hematologisten ja allergisten sairauksien diagnostiikkaan ja seurantaan. Verinäytteenotossa on joskus haasteita ja näyteputki saattaa jäädä vajaaksi, jolloin veren ja antikoagulantin suhde näytteessä on väärä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko veren ja EDTA:n suhteella vaikutusta täydellisen verenkuvan tutkimustuloksiin ja sen perusteella arvioida ovatko ne käyttökelpoisia laboratoriotutkimuksiin. Lisäksi tavoitteena oli potilasturvallisuuden parantaminen lisäämällä tietoa vajaasti täytettyjen putkien tulosten luotettavuudesta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli verrata 25 % ja 50 % täyttöasteen putkista saatuja täydellisen verenkuvan tuloksia 100 % täyttöasteen putkesta saatuihin tuloksiin. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin kliinisen kemian ja mikrobiologian toimintayksikön kanssa.

Opinnäytetyö toteutettiin kvantitatiivisena tutkimuksena. Näytteitä kerättiin yhteensä 43 henkilöltä. Jokaisesta potilaasta otettiin kolme näyteputkea (25 %, 50 % ja 100 % täyttöasteet). Näytteet analysoitiin Sysmex XN-1000 verenkuvaa-analysaattorilla. Tulokset käsiteltiin Excel -taulukkolaskentaohjelmalla. Tuloksista laskettiin aineistoa kuvaavia tunnuslukuja sekä bias%.

Opinnäytetyötutkimuksen tulokset ovat näyteparien bias% keskiarvojen mukaan EPSHP:n tulostasovertailurajojen sisällä, jonka perusteella EDTA:n ja veren poikkeavalla suhteella ei keskimääräisesti ole vaikutusta täydellisen verenkuvan tuloksiin. Joidenkin osatutkimusten kohdalla yksittäisten näyteparien bias%:t ylittivät tulostasovertailun rajat.

Tämän opinnäytetyön luotettavuutta lisäsi se, että lähes kaikki näytteet otettiin tutkijoiden toimesta, jolloin pystyttiin vakioimaan näytteenotto. Kaikki näytteet ajettiin samalla analysaattorilla, jolloin pystyttiin poistamaan analysaattoreiden väliset tulostasoverot. Opinnäytetyön jatkotutkimusaiheena voisi olla näyteputken ylitäytön vaikutus täydellisen verenkuvan tuloksiin.

Asiasanat: täydellinen verenkuvassa, EDTA, antikoagulantti, vajaatäyttö

ABSTRACT

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

ORAVAMÄKI, MARI & TUOMINEN, MIRVA:

The Effect of the Abnormal Ratio of EDTA and Blood on the Results of a Complete Blood Count

Bachelor's thesis 88 pages, appendices 16 pages
December 2021

A complete blood count is a commonly requested laboratory test. Complete blood count includes basic blood count and platelets, leukocyte count and reticulocytes. Complete blood count is used for the diagnosis and monitoring of infectious diseases, haematological and allergic diseases. There are sometimes challenges in blood sampling and the sample tube may be underfilled when the ratio of blood and anticoagulant in the sample is incorrect.

The aim of this thesis was to find out whether the ratio of blood and EDTA has an effect on the results of a complete blood count and to assess whether they are useful for laboratory testing. In addition, the goal was to improve patient safety by providing information on the reliability of the results of underfilled tubes. The purpose of the thesis was to compare the results of 25 % filled and 50 % filled sample tubes with the results of 100% filled sample tubes. The thesis was done in collaboration with the Clinical Chemistry and Microbiology Unit of the Southern Ostrobothnia Hospital District.

The thesis was carried out as a quantitative study. Samples were collected from 43 individuals. Three sample tubes (25 %, 50 % and 100 % filling) were taken from each patient. The samples were analyzed on Sysmex XN-1000 hematology analyzer. The results were processed using Excel spreadsheet program. Data identification figures and bias% were calculated from the results.

According to the mean bias% of the sample pairs, the results of the thesis were within the result level comparison limits. Its basis, the EDTA and blood ratios seem to have no effect on the results of a complete blood count. For some parameters, the bias% of individual sample pairs exceeded the result level comparison limits.

The reliability of this thesis was enhanced by the fact that almost all samples were taken by researchers, allowing sampling to be standardized. All samples were run on the same analyzer to eliminate differences in performance levels among the analyzers. A further research topic could be the effect of overfilling the sample tube on the results of a complete blood count.

Key words: complete blood count, EDTA, anticoagulant, under-filled

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VEREN KOOSTUMUS	7
	2.1 Valkosolut eli leukosyytit	7
	2.2 Punasolut eli erytrosyytit	9
	2.3 Verihiutaleet eli trombosyytit	10
3	TÄYDELLINEN VERENKUVA	11
	3.1 Perusverenkuva ja trombosyytit (PVK+T)	12
	3.2 Leukosyyttien erittelylaskenta (B-Diffi)	15
	3.3 Retikulosyytit (E-Retik).....	15
4	VERENKUVAN LUOTETTAVUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	17
	4.1 EDTA verenkuvatutkimuksen antikoagulanttina	18
	4.2 Laboratorion luotettavuus.....	19
5	SYSMEX XN-1000 VERENKUVA-ANALYSAATTORI	22
	5.1 Verenkuva-analysaattorin mittausperiaatteet	22
	5.2 Sysmex XN-1000 verenkuva-analysaattorin mittauskanavat	23
6	OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET, TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	26
7	MENETELMÄLLISET LÄHTÖKOHDAT	27
8	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	28
	8.1 Aineiston keruu	28
	8.2 Aineiston analysointi	30
9	TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA	31
	9.1 Leukosyyttitulokset.....	31
	9.2 Erytrosyyttitulokset.....	33
	9.3 Hemoglobiinitulokset.....	35
	9.4 Hematokriittitulokset.....	37
	9.5 MCV-tulokset.....	39
	9.6 MCH-tulokset	41
	9.7 MCHC-tulokset.....	43
	9.8 RDW-tulokset.....	46
	9.9 Trombosyyttitulokset	47
	9.10 Neutrofiilitulokset	49
	9.11 Eosinofiilitulokset	51
	9.12 Basofiilitulokset.....	53
	9.13 Monosyyttitulokset.....	55
	9.14 Lymfosyyttitulokset	57

9.15 Retikulosyyttitulokset	59
10 TUTKIMUKSEN EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS	62
11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	64
LÄHTEET	69
LIITTEET	73
Liite 1. Tiedote tutkimuksesta	73
Liite 2. Primaaritulokset.....	74

1 JOHDANTO

Laboratoriotutkimukset ovat terveydenhuollon tärkeä osa. Niiden avulla pystytään arvioimaan ihmisten terveydentilaa, sulkemaan pois sairauksia, saamaan diagnooseja, seuraamaan hoitoja sekä arvioimaan työkykyä. Laboratoriotutkimukset ovat myös osa potilasturvallisuuden varmistamista. Laboratoriotutkimusprosessiin sisältyy preanalyttinen vaihe, analyttinen vaihe ja postanalyttinen vaihe. Jokaiselle laboratoriotutkimukselle on määritetty viitearvot, johon mitattua tutkimustulosta verrataan. (Matikainen, Miettinen & Wasström 2016, 8–12, 48.)

Täydellinen verenkuvatutkimus on yleisesti pyydetty laboratoriotutkimus (Savolainen & Tienhaara 2015, 84). Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä täydelliseen verenkuvaan sisältyy perusverokuva ja trombosyytit, leukosyyttien erittelylaskenta sekä retikulosyytit. Täydellistä verenkuvaa käytetään infektioautien ja hematologisten sairauksien diagnostiikkaan ja seurantaan, allergisten sairauksien ja loistautien diagnostiikkaan sekä luuydintoksisen lääkehoidon seurantaan. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014.)

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, onko veren ja EDTA:n suhteella vaikutusta täydellisen verenkuvan tutkimustuloksiin ja sen perusteella arvioida ovatko ne käyttökelpoisia laboratoriotutkimuksiin. Lisäksi tavoitteena on potilasturvallisuuden parantaminen lisäämällä tietoa vajaasti täytettyjen putkien tulosten luotettavuudesta. Opinnäytetyön tarkoituksena on verrata 25 % ja 50 % täyttöasteen putkista saatuja täydellisen verenkuvan tuloksia 100 % täyttöasteen putkesta saatuihin tuloksiin.

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin Kliinisen kemian ja mikrobiologian toimintayksikön kanssa. Kultin (2020) mukaan ajoittain tulee verenkuvaputkia, jotka ovat vajaatäyttöisiä. Putkivalmistajan ohjeen mukaan analysoitavaksi voidaan hyväksyä +/- 10 % optimiviivasta poikkeavat näyttemäärät. (Kultti 2020.) Opinnäytetyön toimeksiantaja hyötyy opinnäytetyöstä siten, että opinnäytetyössä saatujen tulosten avulla toimeksiantaja saa lisää tietoa mistä putken täyttöasteesta saadaan vielä luotettavat tulokset ja tarvittaessa toimeksiantaja voi muokata olemassa olevaa ohjeistustaan tulosten perusteella.

2 VEREN KOOSTUMUS

Ihmisessä on noin viisi litraa verta. Tästä verimäärästä noin puolet on punasoluja eli erytrosyyttejä ja puolet plasmaa. Plasma koostuu pääasiassa vedestä. Plasma säätelee kehon neste- ja lämpötasapainoa sekä kuljettaa ravintoaineita. Veressä on punasolujen lisäksi pieni määrä valkosoluja eli leukosyyttejä ja verihiutaleita eli trombosyyttejä. Uusia verisoluja syntyy jatkuvasti terveen ihmisen luuytimessä. (Veripalvelu 2017.) Verisolut syntyvät pääasiallisesti luuytimen hematopoieettisista kantasoluista solunjakautumisen, linjavallinnan, erilaistumisen sekä kypsymisen seurauksena. Tätä solujen syntymekanismia kutsutaan hematopoieesiksi. Hematopoieesi on tarkoin säädeltyä kontrolloidun solutuotannon mahdollistamiseksi. Häiriöt hematopoieesin säätelyssä voivat johtaa yhden tai useamman solulinjan solujen määrän, erilaistumisen tai kypsymisen poikkeavuuksiin, tällöin kyseessä on veritauti. (Siitonen & Koistinen 2015, 16.)

2.1 Valkosolut eli leukosyytit

Valkosolut eli leukosyytit ovat tumallisia, isoja soluja. Niitä on normaalisti vain vähän veressä. (Veripalvelu 2017.) Perifeerisessä veressä esiintyy normaalisti viisi eri valkosolupopulaatiota. Valkosolut voidaan jakaa solujen sytoplasman ja tumen muodon perusteella granulotsyytteihin ja mononukleaarisiin soluihin. Granulotsyyteille ominaista on sytoplasman granulaarisuus ja tumien lohkottuminen. Granulotsyytteihin lukeutuvat neutrofiilit, eosinofiilit ja basofiilit. Mononukleaaristen solujen sytoplasmassa ei ole granuloita ja ne ovat yksitumaisia eli tumat eivät ole lohkottuneet. Mononukleaarisia soluja ovat monosyytit ja lymfosyytit. Valkosolujen pääasiallinen tehtävä elimistössä on immuunipuolustuksessa toimiminen, vierailta organismeilta, soluilta ja muilta materiaaleilta suojautuminen. (Stiene-Martin 2012, 134.)

Neutrofiilejä on perifeerisessä veressä kahta eri muotoa, sauvatumaisia ja liuskatunaisia neutrofiilejä. Neutrofiilit ovat kooltaan 10–15 µm ja niiden sytoplasmassa on hienoa violettiä granulaa. Sauvatumaisten neutrofiilien tuma on mak-

karan muotoinen ennen tuman lohkontumisen alkamista. Liuskatumaiset neutrofiilit ovat kypsiä neutrofiilejä, joissa tuma on lohkontunut 3–5 osaan. (Cellavision 2021.) Neutrofiilit ovat suurin perifeerisen veren leukosyyttipopulaatio, niiden osuus kaikista valkosoluista aikuisella ihmisellä on 50–70 %. Näistä suurin osa on liuskatumaisia neutrofiilejä, sauvatumaisten neutrofiilien osuus kaikista valkosoluista on 3–15 %. Neutrofiilien pääasiallinen tehtävä elimistössä on fagosytointi sekä vieraiden materiaalien ja mikro-organismien tuhoaminen. (Siitonen & Koistinen 2015, 24–25; Stiene-Martin 2012, 134–140.)

Eosinofiilin tuma on lohkontunut 2–3 osaan ja sen sytoplasmassa on karkeita ja syvän punaisiksi värjäytyviä granuloita. Kypsän eosinofiilin koko on 10–15 µm. Eosinofiilien osuus kaikista valkosoluista on 1–5 %. Eosinofiilien tehtävä elimistössä on fagosytointi ja mikro-organismien tuhoaminen. Eosinofiilien määrä veressä kohoaa parasiitti-infektioissa ja allergioissa. (Cellavision 2021; Hatton, Hughes-Jones, Hay & Keeling 2013, 3–4; Siitonen & Koistinen 2015, 25; Stiene-Martin 2012, 140–141.)

Basofiilin tuma on lohkontunut 3–4 osaan, sen sytoplasmassa on tummansinisiksi värjäytyviä granuloita. Kypsän basofiilin koko on 10–15 µm. Basofiilien osuus kaikista leukosyyteistä perifeerisessä veressä on 0,5–1,5 %. Basofiilit osallistuvat elimistössä moninaisesti tulehdus- ja immuunivasteisiin. Basofiilit toimivat allergisten tulehdusten alullepanijoina elimistössä ja eosinofiilien ohella ne ovat mukana parasiitti-infektioiden torjunnassa. (Cellavision 2021; Siitonen & Koistinen 2015, 25; Stiene-Martin 2012, 142–144.)

Monosyytti on yksitumainen solu. Monosyytin tuma on munuaisen muotoinen ja sen sytoplasmassa saattaa olla hienoa violettiä granulaa. Kypsä monosyytti on kooltaan 12–24 µm. (Cellavision 2021.) Monosyytit viipyvät verenkierrossa noin kolmen vuorokauden ajan, jonka jälkeen ne siirtyvät kudoksiin (Siitonen & Koistinen 2015, 25–26). Monosyytteillä on elimistössä monenlaisia ja vaihtelevia tehtäviä. Monosyytit tunnistavat useita erilaisia patogeeneja ja voivat tuhota niitä fagosytoimalla. Monosyyttien osuus perifeerisen veren valkosoluista on 2–10 %. (Stiene-Martin 2012, 134, 144–146.)

Perifeerisessä veressä esiintyy isoja ja pieniä lymfosyyttejä. Pienet lymfosyytit ovat kooltaan 7–8 µm ja isot lymfosyytit 9–15 µm. Lymfosyyttien tuma on joko pyöreä tai ovaali. Pienessä lymfosyytissä sytoplasmaa on vain vähän ja isossa lymfosyytissä sytoplasmaa on enemmän. (Cellavision 2021.) Lymfosyytti on immunologinen solu, jonka tehtävä on aktivoida spesifinen immuunipuolustus ja avustaa fagosytoivia soluja infektioita vastaan puolustautumisessa. Lymfosyytit voidaan jakaa kolmeen ryhmään: B-lymfosyytit, T-lymfosyytit ja NK-solut (luonnolliset tappajasolut). B-lymfosyytit vastaavat humoraalisesta immuniteetista tuottamalla vasta-aineita. T-lymfosyytit ja NK-solut toimivat soluvälitteisessä immuniteetissä hyökkäämällä suoraan vieraita organismeja tai soluja vastaan. Lymfosyyttien osuus veren kaikista valkosoluista on 20–40 %. (Siitonen & Koistinen 2015, 27; Stiene-Martin 2012, 146.)

2.2 Punasolut eli erytrosyytit

Punasolut eli erytrosyytit ovat tumattomia kaksoiskoveria soluja, ne ovat keskeltä litteitä ja reunoilta pulleita. Punasolut sisältävät enimmäkseen hemoglobiinia ja pienen määrän vettä. Kypsä punasolu on läpimitaltaan 7–8 µm. (Doig 2012, 94.) Terveellä ihmisellä syntyy luuytimessä päivittäin noin 200 miljardia punasolua. Punasolut elävät verenkierrossa noin 120 päivää. (Veripalvelu 2017.)

Punasolujen tehtävä elimistössä on kuljettaa happea keuhkoista kudoksiin ja hiidioksidia kudoksista keuhkoihin sekä säädellä veren pH:ta. Hapen kuljetus punasolussa tapahtuu sitoutumalla hemoglobiiniin. Kudoksissa happi vapautuu punasolusta. (Doig 2012, 87.) Hemoglobiini on punasolun sytoplasman tärkein komponentti. Hemoglobiini-molekyylillä on konjugoitunut proteiini, joka koostuu neljästä hemi-ryhmästä ja kahdesta heterogeenisestä polypeptidiketjuparista. Jokainen hemi-ryhmä pystyy sitomaan itseensä yhden happimolekyylin. (Coleman 2012, 115–116.)

2.3 Verihiutaleet eli trombosyytit

Verihiutaleet eli trombosyytit ovat punasoluja pienempiä kiekkomaisia ja kaksoiskuperia soluja. Verihiutaleet ovat kooltaan 2,5 µm, ne ovat tumattomia ja niiden sytoplasmassa on granuloita. Veren tilavuudesta vain murto-osa on verihiutaleita. Veressä kiertää kaksi kolmasosaa verihiutaleista. Yksi kolmasosa verihiutaleista on eristettynä pernaan, josta ne tarvittaessa otetaan käyttöön. (Fritsma 2012, 157.) Verihiutaleiden elinikä verenkierrossa on vain noin 10 päivää (Veripalvelu 2017).

Verihiutaleilla eli trombosyyteillä on tärkeä osa veren hyytymisjärjestelmässä. Veren hyytymisjärjestelmän tehtävä on pysäyttää suonivaurion aiheuttama verenvuoto ja rajata muodostuvan hyytymän kasvu liian suureksi, ettei verisuoneen muodostu tulppaa. Verihiutaleet ovat avainasemassa tässä tapahtumassa yhdessä verisuonen seinämän tekijöiden, plasman hyytymisjärjestelmän ja fibrinolyttisen järjestelmän kanssa. (Joutsu-Korhonen & Koski 2010, 275.) Verihiutaleiden tehtävänä on hyytymisjärjestelmän kuljettaminen suonivaurion alueelle. Verisuonivaurio korjataan muodostamalla alueelle hemostaattinen tulppa ja käynnistämällä trombiinin tuotanto, joka stabiloi muodostuneen tulpan. (Lassila 2015, 32–34; Siitonen & Koistinen 2015, 27.)

3 TÄYDELLINEN VERENKUVA

Kliinisissä laboratorioissa verenkuvaa on yksi tärkeimmistä ja yleisimmin tehdystä laboratoriotutkimuksista. Verenkuvatutkimus tehdään usein yleisen terveystarkastuksen yhteydessä, lisäksi sen avulla saadaan elimistön erilaisista sairaustiloista hyvin spesifistä tietoa. (Savolainen 2010, 70.) Verenkuvatutkimuksista perusverenkuvaa ja trombosyytit (PVK+T) on yleisemmin pyydetty tutkimus kuin täydellinen verenkuvaa (TVK). Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin Kliinisen kemian ja mikrobiologian toimintayksikössä täydellisen verenkuvan osuus pyydettyistä verenkuvatutkimuksista on noin 15 %. (Kangastupa 2021.) Täydellisen verenkuvan tutkimisella saadaan tietoa infektioitaudeista ja hematologisista maligniteeteista sekä allergisista sairauksista ja loistaudeista. Lisäksi sitä käytetään edellä mainittujen tilojen seurantaan sekä myös luuydintoksisen lääkehoidon seurantaan. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014.)

Verenkuvatutkimukseen tarvitaan kokoverinäyte. Kokoverinäyte sisältää sekä veriplasman että verisolut. (Savolainen & Tienhaara 2015, 84.) Täydellisen verenkuvan tutkimiseen tarvitaan 3 ml kokoverta. Täydelliseen verenkuvaa sisältyy Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin alueella kolme tutkimusta, jotka ovat perusverenkuvaa ja trombosyytit (PVK+T), leukosyyttien erittelylaskenta (B-Diffi) sekä retikulosyytit (E-Retik). Kaikissa sairaanhoitopiireissä retikulosyytit eivät sisälly täydelliseen verenkuvaa. Täydellisessä verenkuvassa on määritetty eri viitearvot kullekin osatutkimukselle iän ja sukupuolen mukaan. Taulukossa 1 on esitetty täydellisen verenkuvan viitearvot aikuisille. Lapsille on olemassa omat viitearvot. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a; Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018b; Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014.)

TAULUKKO 1. Täydellisen veren kuvan viitearvot (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a; Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018b; Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014)

Tutkimus	Naiset	Miehet	Yksikkö
B-Leuk	3.4–8.2	3.4–8.2	E9/l
B-Eryt	3.90–5.20	4.25–5.70	E12/l
B-Hb	117–155	134–167	g/l
B-HKR	0.35–0.46	0.39–0.50	
E-MCV	82–98	82–98	fl
E-MCH	27–33	27–33	pg
E-MCHC	320–355	320–355	g/l
E-RDW	alle 15	alle 14	%
B-Trom	150–360	150–360	E9/l
L-Neut	40–81	40–81	%
B-Neut	1.5–6.7	1.5–6.7	E9/l
L-Eos	1.0–6.0	1.0–6.0	%
B-Eos	0.03–0.44	0.03–0.44	E9/l
L-Baso	0–1.0	0–1.0	%
B-Baso	0.0–0.1	0.0–0.1	E9/l
L-Monos	1.0–11	1.0–11	%
B-Monos	0.2–0.8	0.2–0.8	E9/l
L-Ly	20–45	20–45	%
B-Ly	1.3–3.6	1.3–3.6	E9/l
E-Retik	0.6–2.0	0.6–2.0	%

3.1 Perusverenkuva ja trombosyytit (PVK+T)

Verenkuvatutkimus käsittää puna- ja valkosolujen sekä verihiutaleiden määrän laskemisen sekä hemoglobiinipitoisuuden, hematokriitin ja punasoluindeksien mittaamisen (Savolainen & Tienhaara 2015, 86–87). PVK+T-tutkimukseen sisältyvät seuraavat osatutkimukset: B-Leuk, B-Eryt, B-Hb, B-HKR, E-MCV, E-MCH, E-MCHC, E-RDW ja B-Trom (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a).

B-Leuk on veren valkosolujen kokonaismäärää kuvaava osatutkimus (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a). Veren valkosolujen määriin ja suhteellisiin pitoisuuksiin vaikuttaa erilaiset fysiologiset ja patologiset tilat sekä ikä, vuorokausivaihtelu, fyysinen rasitus että tupakointi. Leukosytoosia eli kohonneita leukosyyttipitoisuuksia esiintyy akuuteissa bakteeri-infektioissa, aseptisissä kudosaivourioissa, eräissä virusinfektioissa ja diabeettisissa ketoasidoosissa. Jotkut

lääkeaineet nostavat granulosityttien määrää veressä. Erityyppisissä leukemioissa valkosolupitoisuus voi olla hyvinkin korkea, normaali tai matala. Leukopenian eli leukosyyttien vähentymisen syitä saattavat olla virusinfektiot, jotkin bakteri-infektiot tai sytotoksisten lääkkeiden käyttö. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014; Savolainen & Tienhaara 2015, 92–94.)

B-Eryt on punasolujen kokonaismäärää kuvaava osatutkimus. Punasolupitoisuus kohoaa polysytemiassa, joka tarkoittaa veren punasolupitoisuuden suurenemista. Useissa anemiatyypeissä punasolupitoisuus alenee ja punasolupitoisuuden vaihtelu potilaan sukupuolen ja iän mukaan on huomattavaa. Suurta vaihtelua yksilöiden välillä on myös fyysisen aktiviteetin, vuorokauden ajan ja elimistön nesteytyksen mukaan. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a; Matinlauri & Vilpo 2010, 263.)

B-Hb eli veren hemoglobiinipitoisuus. Hemoglobiinipitoisuuksille on eri viitearvot miehille, naisille ja lapsille, koska hemoglobiinipitoisuus vaihtelee iän ja sukupuolen mukaan. Naisilla on pienempi hemoglobiinipitoisuus kuin miehillä. Hemoglobiinipitoisuus on riippuvainen ihmisen asennosta. Ihmisen hemoglobiini jalkeilla saattaa olla 5–10 % suurempi verrattuna vuodelevossa olevan hemoglobiiniin. Hemoglobiinipitoisuutta nostaa dehydraatio (elimistön kuivumistila), polysytemia, fyysinen rasitus, ylipaino ja tupakointi. Hemoglobiinipitoisuus alenee anemiassa ja hydremiassa (elimistön nesteylimäärä). (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a; Savolainen & Tienhaara 2015, 90.)

B-HKR eli hematokriitti kertoo punasolujen tilavuusosuuden verinäytteen tilavuudesta. Hematokriitti ilmoitetaan prosentteina tai osuuksina. (Savolainen & Tienhaara 2015, 90.) Hematokriitti on riippuvainen potilaan asennosta. Korkeaa hematokriittia esiintyy kuivumistiloissa ja polysytemioissa. Matala hematokriitti liittyy anemioihin ja hydremiaan. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a.)

Punasoluidekseihin kuuluvat MCV, MCH, MCHC ja RDW. **E-MCV** ilmoittaa punasolujen keskitilavuuden eli se kertoo punasolujen koon. MCV:n perusteella voidaan anemiat luokitella normo-, mikro- ja makrosyyttisiin anemioihin. Mikrosyyttisessä anemiassa MCV on alle viiterajan, joka kertoo punasolujen pienestä koosta. Makrosyyttisessä anemiassa MCV on yli viiterajan, jolloin punasolut

ovat kooltaan suuria. Normosyyttisessä anemiassa MCV on viiterajojen sisällä eli punasolut ovat normaalin kokoisia. **E-MCH** kertoo punasolujen hemoglobiinin keskimäärän eli kuinka paljon yksi punasolu sisältää hemoglobiinia. Sitä käytetään hyödyksi anemian luokittelussa normo- ja hypokromisiin anemioihin. Hypokromisessa anemiassa MCH laskee ja punasoluissa oleva keskikalpeus on lisääntynyt, koska hemoglobiinin määrä solussa on pienentynyt. Normokromisessa anemiassa keskikalpeus on normaali. **E-MCHC** ilmoittaa punasolujen keskimääräisen hemoglobiinipitoisuuden eli kuinka paljon hemoglobiinia on litrassa punasoluja. **E-RDW** on punasolujen koon vaihtelua kuvaava kokoja-kauma-arvo. RDW:n avulla voidaan saada tietoa punasolujen uudistuotannosta tai anemioihin liittyvästä anisosytoosista eli punasolujen koon vaihtelusta. Suurentunut RDW viittaa anisosytoosiin, mikä on tyypillinen löydös tiloissa, joihin liittyy kiihtynyt punasolujen muodostus eli lisääntynyt retikulosyyttien määrä veressä. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a; Nousiainen 2015, 165–166; Savolainen & Tienhaara 2015, 91; Tunturi 2020.)

B-Trom on trombosyyttien määrää kuvaava osatutkimus. Trombosytoosia eli kohonneita trombosyyttiarvoja saattaa esiintyä idiopaattisena tai osana myeloproliferatiivista sairautta (pahanlaatuinen verisairaus). Trombosyyttiarvoja saattavat kohottaa myös krooniset tulehdustaudit, fyysinen rasitus, vuodot, maligniteetit sekä akuutin infektion toipumisvaihe. Joillakin naisilla trombosyyttiarvot vaihtelevat kuukautiskierron mukaan. Alentunut trombosyyttipitoisuus (trombosytopenia) saattaa johtua trombosyyttien muodostumisen häiriöstä, trombosyyttien muuttuneesta jakautumisesta, puutteellisesta kypsymisestä tai lisääntyneestä perifeerisestä kulutuksesta. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a.) Trombosyyttiarvot ovat naisilla tavallisesti hieman korkeammat kuin miehillä (Fritsma 2012, 152).

3.2 Leukosyyttien erittelylaskenta (B-Diffi)

Leukosyyttien erittelylaskennassa valkosolut eritellään viiteen eri valkosolufraktoon: neutrofiileihin (L-Neut), eosinofiileihin (L-Eos), basofiileihin (L-Baso), monosyytteihin (L-Monos) ja lymfosyytteihin (L-Ly). Koneellisessa erittelylaskennassa leukosyyttien vastaukset annetaan suhteellisina prosenttiosuuksina ja absoluuttisina pitoisuuksina. Jos koneellinen erittelylaskenta ei ole luotettava, näytteestä tehdään sivelyvalmiste, joka värjätään MGG-värjäyksellä ja solut lasketaan manuaalisesti mikroskoopilla. Manuaalisessa menetelmässä tulokset ilmoitetaan perinteisesti vain prosenttiosuuksina. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014.)

Neutrofiliaa eli korkeaa neutrofiiliarvoa esiintyy vuodoissa, infektioiden ja kudostuhoissa. Neutrofiilien määrää nostavat myös stressi, fyysinen aktiviteetti, ateria sekä tupakointi. Eosinofiliaa eli korkeaa eosinofiiliarvoa todetaan parasiittisairauksissa, leukemioissa, allergisissa tiloissa ja polyarteritis nodosassa eli valtimoiden kyhmytulehduksissa. Basofiliaa eli korkeaa basofiiliarvoa esiintyy tyreotoksikoosissa (liiallinen kilpirauhashormonien määrä veressä) ja myeloproliferatiivisissa sairauksissa. Lymfocytoosia eli korkeita lymfosyyttiarvoja esiintyy monissa virussairauksissa ja kroonisessa lymfaattisessa leukemiassa. Monosytoosia eli korkeita monosyyttiarvoja esiintyy monosyyttileukemioissa, joissain tulehduksellisissa tiloissa ja sytostaattihoidon yhteydessä luuytimen paranemisvaiheessa. Epäkypsiä leukosyyttimuotoja todetaan vaikeissa infektioiden, leukemian tiloissa ja toksisissa tiloissa. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014.)

3.3 Retikulosyytit (E-Retik)

Retikulosyytit ovat punasolujen varhaismuotoja. Ne ovat tumattomia ja kooltaan suurempia kuin kypsät punasolut. (Savolainen & Tienhaara 2015, 91.) Retikulosyytti on väriltään sinertävä, koska se sisältää RNA:ta. Retikulosyytissä tapahtuu hemoglobiinisynteesiä, joka päättyy, kun solu muuttuu kypsäksi punasoluksi. Retikulosyytit muodostuvat luuytimessä, josta ne vapautuvat verenkiertoon. Retikulosyytin kypsyminen punasoluksi verenkierron kestä 1–2 vuorokautta. (Siitonen & Koistinen 2015, 23.)

Retikulosyyttien ilmaantuminen perifeeriseen vereen kuvaa luuytimen erythropoieesin vilkastumista ja sitä voidaan hyödyntää anemian hoitovasteen arvioinnissa. (Savolainen & Tienhaara 2015, 91.) Korkeat arvot liittyvät esimerkiksi hemolyyttiseen anemiaan. Vähentyneet retikulosyytit liittyvät luuytimen hypoplasiin ja aplastisiin tiloihin, joissa luuytimen rasvan määrä on suurentunut ja solujen tuotanto vähentynyt. Retikulosyyttimäärä ilmoitetaan prosentuaalisena osuutena veren kaikista punasoluista. (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018b; Volin 2015, 238.)

4 VERENKUVAN LUOTETTAVUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Lääketieteellisten laboratorioden laatua ohjaa standardi ISO 15189:2013. Standardi edellyttää laboratorioden hallinnoivan laatuaan koko laboratoriotutkimusprosessissa. (Pelanti, Berghäll & Irjala 2019.) Laboratoriotutkimusprosessiin kuuluu preanalyytinen, analyytinen ja postanalyytinen vaihe. Tutkimuspyyntö käynnistää laboratoriotutkimusprosessin. Tutkimuspyynnön mukaan suunnitellaan näytteenottoa ja valmistaudutaan näytteen analysointiin. Laboratoriotutkimuksia käytetään esimerkiksi hoidon seurannassa, potilasturvallisuuden varmistamisessa ja kun halutaan tutkia lääkkeiden vaikutuksia elimistössä. (Matikainen ym. 2016, 9, 12–13.)

Preanalyytinen vaihe on perusta tutkimustulosten luotettavuudelle. Tekijät, jotka vaikuttavat tutkimustulokseen ennen näytteen analysointia ovat preanalyytisiä tekijöitä. Preanalyytiset tekijät voidaan jakaa sellaisiin, joihin voidaan vaikuttaa asiakkaan ohjauksella (lääkkeenotto, näytteenottoasento tai ravitsemustila) ja sellaisiin, joihin ei voida vaikuttaa (ikä tai sukupuoli), mutta voidaan ottaa huomioon tulosten tulkinnessa. Preanalytiikkaan kuuluvat tutkimustarpeen määrittely, lähetteen tekeminen, asiakkaan ohjaus näytteenottoa tai tutkimusta varten, asiakkaan valmistautuminen, laitteiden ja tutkimusympäristön valmistelutyö. Lisäksi preanalytiikkaan sisältyy näytteenotto, näytteiden käsittely, kuljetus ja säilyttäminen, näytteiden vastaanotto tutkivassa laboratoriossa, näytteiden dokumentointi sekä näytteiden edustavuuden arviointi. (Matikainen ym. 2016, 12.)

Tutkimustulosten luotettavuuden kannalta näytteenotossa tärkeää on valita oikea näyteputki, jossa on tutkimukseen sopiva antikoagulantti. Antikoagulantti eli hyytymisenestoaine on verinäyteputkiin lisätty veren hyytymistä estävä aine. Tutkimuksessa käytettävä antikoagulantti määräytyy pyydetyt tutkimuksen mukaan. Antikoagulantti voi olla verinäyteputkissa nestemäisenä, jauheena tai sumutettuna putken sisäseinämille. Näytteenotossa myös näyteputken täyttäminen merkiviivaan asti on tärkeää. Näyteputkiin on merkitty viiva, mihin asti putken tulisi täytyä, jotta antikoagulantin ja veren suhde näyteputkessa olisi oikea. Merkkiviivan ali jäänyt tai yli mennyt näytetilavuus voi aiheuttaa sen, että antikoagulantti ei sekoitu näytteeseen optimaalisesti. Liian vajaassa tai ylitäytetyssä putkessa

antikoagulantin ja veren suhde ei ole oikea, jolloin voidaan saada virheellisiä tutkimustuloksia. Näytteen käsittelyssä tärkeää on putken huolellinen sekoittaminen. Näytteen sekoittaminen välittömästi näytteenoton jälkeen takaa sen, että antikoagulantti sekoittuu näytteeseen tasaisesti. Antikoagulantin huolellinen sekoittaminen vereen estää hyytymien muodostumista näytteeseen. (Matikainen ym. 2016, 72; Savolainen & Tienhaara 2015, 84–85.)

Analyttinen vaihe koostuu tutkimusten suorittamisesta. Tutkimukset tehdään käytettävän laitteen ja määrittämenetelmän ohjeiden mukaisesti siten, että analytiikka täyttää asetetut laatuvaatimukset. Laboratoriotutkimuksissa hyödynnetään tietoa elimistön toiminnasta ja rakenteesta, eri analyysimenetelmien käyttömahdollisuuksista sekä sairauksien aiheuttamista muutoksista. (Matikainen ym. 2016, 12.)

Postanalyttisessä vaiheessa arvioidaan tutkimustulosten luotettavuutta, tiedotetaan tuloksista ja päätetään jatkotoimenpiteistä. Tulosten luotettavuuden arviointi kuuluu laboratoriolle, lääkärin tehtävänä on arvioida, mitä tutkimustulos kertoo potilaan terveydentilasta. Myös näytteiden säilyttäminen ja tulosten arkistointi kuuluvat postanalyttiseen vaiheeseen. (Matikainen ym. 2016, 12, 47.)

4.1 EDTA verenkuvatutkimuksen antikoagulanttina

Sopivin antikoagulantti verenkuvatutkimukseen on EDTA eli etyleenidiamiinitetraetikkahappo. EDTA on polyproottinen happo, joka sisältää neljä karboksyyliiryhmää ja kaksi aminoryhmää. Sen toiminta perustuu kykyyn kelatoida kalsiumia ja muita metalli-ioneja. Kalsium on välttämätön monenlaisille entsyymireaktioille hyytymiskaskaadissa ja sen poistaminen estää veren hyytymisen näyteputkessa. Metallionit toimivat kofaktoreina entsyymaattisissa reaktioissa, joten EDTA:n voimakasta kompleksoitumista metalli-ionien kanssa hyödynnetään entsyymireaktioiden tapahtumisen estämiseen. EDTA on paras hyytymisenestoaine verenkuvassa, koska se säilyttää verisolujen koon ja muodon parhaiten. Tästä johtuen hematologisissa määrityksissä käytetään EDTA-verta. Trombosyytit ovat veressä normaalisti kaksoiskuperia, EDTA:n vaikutuksesta trombosyytit muuttavat muo-

toaan pyöreämmiksi, jolloin ne ovat helpommin havaittavissa verenkuvatutkimuksissa. (Banfi, Salvagno & Lippi 2007, 565; Fritsma 2012, 157; Matikainen ym. 2016, 78; Savolainen & Tienhaara 2015, 84–85.)

Verenkuvatutkimuksessa voidaan käyttää EDTA-putkia, jotka sisältävät K2EDTA- tai K3EDTA-lisäainetta. K2EDTA on putken sisäpintaan kuivasumutettuna. CLSI (Clinical and laboratory standards institute) suosittelee K2EDTA-putkien käyttöä verenkuvatutkimuksissa. CLSI:n mukaan K2EDTA-pitoisuus tulisi olla 1.5–2.2 mg millilitrassa verta. (BD n.d; Clinical and laboratory standards institute 2003.)

EDTA:n suolat ovat hyperosmolaarisia, mikä aiheuttaa veden poistumisen solujen sisältä, tämä johtaa lopulta punasolujen ja leukosyyttien kutistumiseen korkealla EDTA-pitoisuudella. Mitä korkeampi EDTA-pitoisuus on, sitä suurempi on veden osmoottinen poisto soluista. Siksi on tärkeää varmistaa, että veriputket ovat täytetty optimaaliseen tilavuuteen, jotta EDTA:n pitoisuus verinäytteessä olisi sopiva. EDTA:n suuri pitoisuus vaikuttaa myös trombosyytteihin aiheuttaen niiden turpoamista ja hajoamista. Hajonneiden trombosyyttien fragmentit tulevat laskeutuksi, jolloin saadaan virheellisen suuri trombosyytti tulos. (Ahn, Cho, Shin & Lee 2016, 77–86; Bain, Bates, Laffan & Lewis 2017, 4.) EDTA voi myös aiheuttaa näyteputkessa trombosyyttien aggregoitumista kasoiksi tai niiden tarttumista neutrofiileihin, joka aiheuttaa liian pienen trombosyyttituloksen ja tällöin solulaskennassa saadaan virheellisen matala trombosyyttitulos. Aggregoituminen lisääntyy yleensä näytteen seisoessa ennen analyysiä. Myös näytteeseen jääneet mikrohyttymät saattavat pienentää virheellisesti leukosyyttien tai trombosyyttien määrää. (Savolainen & Tienhaara 2015, 85.)

4.2 Laboratorion luotettavuus

Laaduntarkkailun tarkoitus on varmistaa, että laboratorioanalyysistä saadaan oikea ja luotettava tulos. Tuloksen tarkkuus, eli kuinka lähellä saatu tulos on oikeaa arvoa sekä tuloksen toistettavuus ovat laaduntarkkailun keskeisiä suureita. (Savolainen & Tienhaara 2015, 90.)

Sisäistä laadunhallintaa toteutetaan päivittäisten kontrollinäytteiden avulla, kalibroimalla analyysilaitteisto ja menetelmä (vertailunäytettä hyväksi käyttäen) ja tarkkailemalla potilasnäytteiden pitkäaikaisia keskiarvoja (Savolainen & Tienhaara 2015, 90). Kalibroinnilla tarkoitetaan mittalaitteen lukeman vertailua tarkempaan mittaan, esimerkiksi mittanormaaliin. Kalibroinnin avulla saadaan selville mittalaitteen virhe, joka pystytään korjaamaan korjauskertoimella tai virittämällä. Kalibroinnilla saadaan lisäksi tietoa laitteen tilasta. Kalibrointitoimenpide voidaan tehdä mittalaitteiden lisäksi mittausjärjestelmille tai vertailuaineille. (FINAS 2016.)

Kontrollivalmisteita käytetään laboratoriotestien sisäiseen laadunarviointiin, päivittäisen tulostason varmentamiseen ja tulostasomuutosten havaitsemiseen testierien vaihtuessa (Labquality 2020a). Sisäisessä laadunohjauksessa käytössä on kaupalliset kontrolliliuokset, joiden tulostaso tunnetaan. Kontrollointiin voidaan käyttää laitteen valmistajan kontrolliliuoksia tai kolmannen osapuolen kontrolleja. Usein valmistaja määrittelee sallitun vaihteluvälin kontrollitulokselle, mutta joissakin paikoissa voidaan sallittava vaihteluväli määrittää itse. Oikean tulostason varmistamiseksi tulee kontrollointitiheyden olla riittävä. (Labquality 2020c.)

Laaduntarkkailun osana kliinisten laboratorioden tulee osallistua **ulkoiseen laadunarviointiin**. Ulkoisessa laadunarvioinnissa puolueeton taho lähettää analysoitavaksi useaan eri laboratorioon saman näytteen. Laboratorio lähettää tulokset takaisin tilastollista analyysia varten. Laboratoriot voivat vertailla tuloksiaan samaan analyysiryhmään kuuluvien laboratorioden kanssa ja tarkastella omia tulostasojaan. (Savolainen & Tienhaara 2015, 90.) Labquality tarjoaa ulkoisia laadunarviointikierroksia, joihin osallistuvat kaikki kliiniset laboratoriot (Labquality 2020b). Maailman terveysjärjestö (WHO) suosittelee kliinistä tutkimusta tekevien laboratorioden osallistuvan ulkoiseen laadunarviointiin osoittaakseen suoritettun työn pätevyyden (WHO 2009).

Ulkoisen laadunarvioinnin tavoitteena on parantaa tutkimusprosessien laatua ja siten ylläpitää korkeaa potilasturvallisuutta. Laadunhallintapalvelusta saatu arviointi on hyvä mittari laboratorion laatu- ja toimivuudesta, koska se arvioi mittaustulosten oikeellisuutta sekä antaa tietoa testien täsmävydestä ja toistettavuudesta. Laadunarviointipalvelusta saatujen tulosten perusteella laboratorio

voi tunnistaa heikot kohdat omissa työprosesseissaan sekä testeissään ja siten parantaa suorituskyykyään. Ulkoinen laadunarviointi on myös hyvä työkalu laboratorion laadun ylläpitämisessä sekä laadun parantamisessa. (Labquality 2020b.)

5 SYSMEX XN-1000 VERENKUVA-ANALYSAATTORI

Seinäjoen keskussairaalan kliinisen kemian laboratoriossa on käytössä Sysmexin automaattiorata XN-9100, johon sisältyy kolme XN-1000 verenkuvaa analyysiaattoria. Sysmexin (n.d.) XN-1000 verenkuvaa-analyysiaattorin mittausperiaatteita ovat virtausytometria, hydrodynaaminen fokuointi ja tasavirtadetektio sekä fotometria. Yhden XN-1000 analyysiaattorin näytekapasiteetti on 100 näytettä tunnissa. (Sysmex n.d.) Näytteiden analysointimenetelmä on automaattinen solulaskenta ja valkosolujen erittelylaskenta (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014).

5.1 Verenkuvaa-analyysiaattorin mittausperiaatteet

Virtausytometriassa mitataan soluun kohdennetun valon sirontaa sekä soluihin kiinnittynyttä merkkiaineen fluoresenssia. Solususpensio virtaa vaippanesteen avulla lasersäteiden läpi. Solujen siroamaa valoa mitataan eri suunnista. Eteenpäin sironnut valo (FSC) on verrannollinen solun kokoon. Sivulle sironnut valo (SSC) on verrannollinen solun rakenteeseen (tuman monimuotoisuus, tuma - sytoplasma suhde, solun granulaarisuus). (Savolainen, Pelliniemi & Koski 2010, 87.) Fluoresenssisignaalin (SFL) intensiteetin avulla saadaan tietoa nukleiinihappojen ja soluorganellien tyypeistä ja määrästä (Sysmex 2012). Fluoresenssisignaalit voivat olla peräisin erilaisista fluoresoivista reagensseista, jotka ovat tarttuneet solujen nukleiinihappoihin tai proteiineihin, fluoresenssileimalla konjugoituista vasta-aineista, joilla soluja on käsitelty tai substraateista, jotka muuttuvat solujen toiminnan seurauksena fluoresoiviksi (Lehtimäki 2020, 179). Sysmex XN-1000 verenkuvaa-analyysiaattorissa fluoresenssisignaalit ovat peräisin erilaisista fluoresoivista reagensseista. Eteenpäin sironneen valon (FSC), sivulle sironneen valon (SSC) ja fluoresenssisignaalin (SFL) avulla saadaan eroteltua valkosolut, erytroblastit, retikulosyytit ja verihiutaleet toisistaan ja laskettua niiden määrät. Signaalien avulla pystytään myös havaitsemaan epänormaalit solut ja solujen varhaismuodot. (Sysmex 2012.)

Näytteet analysoidaan ajon jälkeen erilaisilla analyysiohjelmilla. Sysmex XN-1000 verenkuvaa-analyysaattorilla soluja tarkastellaan kaksiulotteisissa kuvaajissa etusironnan, sivusironnan tai fluoresenssisignaalin suhteen. Jokainen piste kuvaajassa vastaa yhtä solua ja samanlaisten solujen ryhmä muodostaa yhtenäisen solupilven. Solupopulaatioita tarkastellaan myös histogrammeissa. (Lehtimäki 2020, 179; Sysmex 2012.)

Hydrodynaamisessa fokusoinnissa ja tasavirtadetektiossa verinäyte laimennetaan elektrolyyttiliuokseen. Elektrolyyttiliuos on hyvä sähkönjohde, kun taas solut johtavat sähköä huonosti. Verisolut ohjataan elektrolyyttiliuoksessa kulkemaan pienen aukon läpi samanaikaisesti, kun kahden elektrodin välillä kulkee sähkövirta. Kun solut kulkevat aukon läpi, hetkelliset muutokset vastuksessa synnyttävät pulsseja, joita voidaan laskea. Pulssien määrä on läpi kulkeutuneiden partikkeleiden määrä. Pulssin korkeus on verrannollinen aukosta kulkeutuneen partikkelin kokoon. (Savolainen & Tienhaara 2015, 87.) Punasolut ja verihiutalet mitataan hydrodynaamisen fokusoinnin ja tasavirtadetektion avulla (Sysmex 2012).

Fotometria mittaussuomenetelmässä käytetään hyväksi valon läpäisevyyttä eli transmittanssia tai imeytymistä eli absorptiota väliaineessa. Valo on sähkömagneettista säteilyenergiaa, sen aallonpituus vaihtelee 200nm:n ja 1000nm:n välillä. Ihmissilmä erottaa näkyvän valon, jonka aallonpituus on 380nm:n ja 750nm:n välillä. Hemoglobiinipitoisuus mitataan fotometrisesti. (Åkerman & Jokela 2010, 54–56.) Häiritsevinä tekijöinä mittauksessa voivat olla plasman poikkeavat proteiinit, runsas valkosolujen määrä, lipemia tai lysiresistentit punasolut (Savolainen & Tienhaara 2015, 90).

5.2 Sysmex XN-1000 verenkuvaa-analyysaattorin mittauskanavat

Sysmex XN-1000 verenkuvaa-analyysaattorissa on useita eri mittauskanavia. Verinäyte ohjautuu laitteella eri mittauskanaville, joissa tapahtuu solujen tunnistus ja mittaus. Laite hyödyntää virtausytometriä WNR, WDF, WPC, RET ja PLT-F kanavilla. RBC/PLT kanavalla hyödynnetään hydrodynaamista fokusointia ja tasavirtadetektiota. HGB kanavalla hyödynnetään fotometriä. (Sysmex 2012.)

Osa mitattavista parametreista on laskennallisia. MCV on laskennallinen parametri ja sen tulos saadaan jakamalla hematokriitti punasolujen määrällä ($MCV = HKR / Eryt$) (Kangastupa 2021). MCH saadaan laskennallisesti jakamalla hemoglobiini punasolujen määrällä ($MCH = Hb / Eryt$). MCHC saadaan laskennallisesti jakamalla hemoglobiini hematokriitilla ($MCHC = Hb / HKR$). (Savolainen & Tienhaara 2015, 91.)

WNR kanava laskee valkosolut ja suorittaa erittelylaskennan basofiileille ja erytroblasteille (NRBC). Reagenssina käytettävä Lysercell WNR läpäisee valkosolujen ja erytroblastien solukalvot, tämä aiheuttaa muutoksia solujen ulkomuodossa ja sisäisessä rakenteessa kunkin valkosolun ominaisuuksien mukaan. Tällä kanavalla voidaan erottaa basofiilit muista valkosoluista, koska solujen morfologiset erot aiheuttavat tietynlaisen valonsironnan (FSC). Fluorocell WNR-reagenssi värjää fluoresoivalla väriaineella valkosolujen ja erytroblastien nukleiinihappoja (DNA/RNA) ja soluorganelleja. Valkosolut fluoresoivat voimakkaammin kuin erytroblastit. WNR-kanava erottelee erytroblastit valkosoluista fluoresenssin voimakkuuden avulla. Solujen tunnistus tällä kanavalla perustuu fluoresenssista (SFL) ja solun koosta (FSC) saatavaan dataan. (Sysmex 2012.)

WDF kanava erottelee ja laskee neutrofiilit, lymfosyytit, monosyytit ja eosinofiilit sekä tunnistaa epänormaalit solut kuten epäkypsät valkosolut ja atyyppiset lymfosyytit. Lycercell WDF-reagenssi aiheuttaa punasolujen ja verihiutaleiden hemolyysin ja liukenemisen sekä läpäisee valkosolujen solukalvon. Reagenssin vaikutuksen aste soluun ja muutos solun morfologiassa riippuu kunkin valkosolutyyppin yksilöllisistä ominaisuuksista. Nämä erot tuodaan esiin sivulle sironneen valon avulla (SSC). Fluorocell WDF-reagenssin fluoresoiva väriaine värjää solujen nukleiinihapot ja soluorganellit. Fluoresenssin voimakkuus vaihtelee erityyppisten valkosolujen välillä, nukleiinihappojen ja soluorganellien tyypistä ja määrästä riippuen. Sivusironnan (SSC) ja fluoresenssin (SFL) perusteella voidaan tällä kanavalla erotella ja laskea erilaiset solut ja tunnistaa epänormaalit solut. (Sysmex 2012.)

WPC kanava tunnistaa blastit ja epänormaalit lymfosyytit. Lycercell WPC reagenssi aiheuttaa punasolujen ja verihiutaleiden hemolyysin ja liukenemisen sekä läpäisee valkosolujen solukalvon. Fluoresoivalla väriaineella värjätään solujen

nukleiinihapot ja soluorganellit, tämä mahdollistaa valkosolujen ja epänormaalien soluryhmien tunnistamisen. Blasteilla ja epänormaaleilla lymfosyyttisolulla on erilaiset morfologiset ominaisuudet normaaleihin soluihin verrattuna ja nämä eroavaisuudet ilmenevät solujen reagoidessa reagenssien, Lycercell ja Fluorocell kanssa. Solujen tunnistus perustuu fluoresenssista (SFL) sekä valonsironnasta (FSC ja SSC) saatavaan dataan. (Sysmex 2012.)

RET kanavalla näyte käsitellään ensin Cellpack DFL-reagenssilla, jonka jälkeen retikulosyyttien ja valkosolujen nukleiinihapot ja soluorganellit värjätään fluoresoivalla väriaineella (Fluorocell RET). Retikulosyytit ja valkosolut erotetaan kypsistä punasoluista fluoresenssin intensiteettierojen perusteella. (Sysmex 2012.)

PLT-F kanavalla näyte käsitellään ensin Cellpack DFL-reagenssilla, jonka jälkeen verihiutaleet värjätään fluoresoivalla väriaineella (Fluorocell PLT). Verihiutaleet lasketaan ja epäkypsien verihiutaleiden osuus saadaan mitattua korkean fluoresenssi intensiteetin avulla. Verihiutaleet saadaan erotettua selvästi muista verisoluista käyttämällä eteenpäin sironneen valon (FSC) ja fluoresenssin (SFL) voimakkuuden eroa. (Sysmex 2012.)

RBC/PLT kanava laskee punasolut ja verihiutaleet käyttämällä hydrodynaamista fokuointia ja tasavirtadetektiota. Laimennettu liuos ajetaan mitta-aukon kohdalle vaippaliuksen virtauksen avulla. Solut kulkevat yksittäin mitta-aukon ohi, solut aiheuttavat sähkövirrassa häiriön, joka on suoraan verrannollinen mitattujen solujen kokoon. Saadusta datasta voidaan muodostaa histogrammi, jossa ala-akselilla on solun koko ja yläakselilla mitattujen solujen määrä. (Sysmex 2012.)

HGB kanava käyttää SLS-hemoglobiini menetelmää, jossa käytetään natriumlauryylisulfaattia (SLS) hemoglobiinipitoisuuden mittaamiseen. Reaktio on nelivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa SLS-reagenssi läpäisee punasolujen solukalvot, joka aiheuttaa hemoglobiinin vapautumisen punasolusta. Toisessa vaiheessa SLS:n hydrofobisen ryhmän ja globiinin sitoutumisen vuoksi vapautunut hemoglobiini muuttaa kolmiulotteista rakennettaan. Kolmannessa vaiheessa tapahtuu globiinin raudan hemin hapettuminen. Neljännessä vaiheessa SLS-reagenssin hydrofiilinen ryhmä sitoutuu hapettuneeseen raudan hemiin. Muodostunut yhdiste voidaan mitata fotometrisesti. (Sysmex 2012.)

6 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET, TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, onko veren ja EDTA:n suhteella vaikutusta täydellisen verenkuvan tutkimustuloksiin ja sen perusteella arvioida ovatko ne käyttökelpoisia laboratoriotutkimuksiin. Lisäksi tavoitteena on potilasturvallisuuden parantaminen lisäämällä tietoa vajaasti täytettyjen putkien tulosten luotettavuudesta. Opinnäytetyön toimeksiantaja hyötyy opinnäytetyöstä siten, että opinnäytetyössä saatujen tulosten avulla toimeksiantaja saa lisää tietoa mistä putken täyttöasteesta saadaan vielä luotettavat tulokset. Tarvittaessa toimeksiantaja voi muokata olemassa olevaa ohjeistustaan opinnäytetyöstä saatujen tulosten perusteella. Opinnäytetyön tarkoituksena on verrata 25 % ja 50 % täyttöasteen putkista saatuja täydellisen verenkuvan tuloksia 100 % täyttöasteen putkesta saattuihin tuloksiin.

Tutkimuskysymykset:

Miten EDTA:n ja veren poikkeava suhde 25 % täyttöasteen putkessa vaikuttaa täydellisen verenkuvan tuloksiin verrattuna 100 % täyttöasteen putkesta saattuihin tuloksiin?

Miten EDTA:n ja veren poikkeava suhde 50 % täyttöasteen putkessa vaikuttaa täydellisen verenkuvan tuloksiin verrattuna 100 % täyttöasteen putkesta saattuihin tuloksiin?

7 MENETELMÄLLISET LÄHTÖKOHDAT

Opinnäytetyö toteutetaan kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena. Kvantitatiivisen tutkimuksen avulla voidaan selvittää prosenttiosuuksiin ja lukumääriin liittyviä kysymyksiä. Tutkimuksen otoksen tulee olla riittävän suuri ja edustava. Lisäksi määrällisessä tutkimuksessa käytetään numeerisia suureita kuvaamaan asioita ja tutkimuksen tuloksia havainnollistetaan kuvioiden ja taulukoiden avulla. Myös eri asioiden välisiä riippuvuuksia voidaan selvittää määrällisessä tutkimuksessa. (Heikkilä 2014, 15.) Opinnäytetyön menetelmäksi määrällinen tutkimus sopii parhaiten, koska opinnäytetyössä käsiteltävät tutkimustulokset ovat numeerisessa muodossa.

Opinnäytetyön tiedonkeruumenetelmänä käytetään kokeellista tutkimusmenetelmää, jossa testataan tietyn oletuksen paikkansa pitävyyttä. Olennaista on, että vakioimalla kaikki muut tekijät, voidaan tutkia vain tiettyjen muuttujien vaikutusta. Kokeellisessa tutkimuksessa verrataan koeryhmän tuloksia vertailuryhmän tuloksiin. Tietyn koemuuttujan annetaan vaikuttaa koeryhmän tuloksiin, mutta vertailuryhmän tuloksista koemuuttujan vaikutus puuttuu. (Heikkilä 2014, 19.) Opinnäytetyössä koemuuttujana toimii näyteputken tilavuus. Näytetilavuuden vaikutusta koeryhmän tuloksiin voidaan tutkia vertaamalla koeryhmästä saatuja tuloksia vertailuryhmästä saatuihin tuloksiin. Vertailuryhmänä opinnäytetyössä toimivat täydet 100 % täyttöasteen näyteputket ja koeryhmänä 25 % täyttöasteen ja 50 % täyttöasteen näyteputket.

8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Opinnäytetyön aihe saatiin syksyllä 2020 Etelä-Pohjanmaan Sairaanhoidopiirin kliinisen kemian ja mikrobiologian toimintayksiköltä. Opinnäytetyön suunnitelma tehtiin syksyllä 2020 ja opinnäytetyösopimus allekirjoitettiin loppuvuodesta 2020. Käytännön työn toteutus sovittiin toukokuulle 2021. Laissa ihmisen elimien, kudoksien ja solujen lääketieteellisestä käytöstä (101/2001) 20§ säädetään, että hoidon vuoksi otettuja näytteitä voidaan käyttää menetelmäkehitykseen tai laadunhallintaan sen terveydenhuollon toimintayksikön luvalla, jossa näyte on otettu, jos henkilötietoja ei käsitellä näytteitä käytettäessä. Tämän lain nojalla Seinäjoen keskussairaalan kliinisen kemian ja mikrobiologian toimintayksiköllä on jatkuva tutkimuslupa oman toiminnan kehittämiseen, eikä erillistä tutkimuslupaa opinnäytetyön toteuttamiseen vaadittu. Opinnäytetyön toteuttaminen ei vaatinut Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) eettistä ennakoarviointilausuntoa, koska opinnäytetyöhön ei sisältynyt sellaista tutkimusasetelmaa, jotka ovat Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeistuksessa määritelty ennakkoon arvioitaviksi (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019).

8.1 Aineiston keruu

Kliinisen kemian viikkoraportin yhteydessä henkilökunnalle esiteltiin opinnäytetyön aihe ja tiedotettiin opinnäytetyön näytteiden keräämisen alkamisesta. Näytteiden keräämisestä laadittiin kirjallinen tiedote (liite 1) kliinisen kemian henkilökunnalle. Tiedotteessa kerrottiin opinnäytetyön aihe, näytteenoton ohjeistus ja näytteiden käsittely.

Ennen näytteiden keräyksen aloitusta suunniteltiin putkien täyttöä. Malliputkiin pipetoitiin halutut tilavuudet ja tussilla merkittiin musta viiva putkeen täyttömäärän kohdalle. Muutamaa päivää ennen näytteiden keräystä tehtiin valmiiksi näytteenottoasettejä malliputkien avulla eli merkittiin vajaisiin putkiin mustalla tussilla viivat halutun täyttömäärän kohdalle. Testattiin myös, onko parempi käyttää siipi- vai avoneulaa. Siipineulan todettiin olevan parempi vaihtoehto, sillä sitä käyttämällä

sai näyteputken pidettyä pystysuorassa paremmin ja oli helpompi seurata näyteputken täyttymistä merkkiviivaan. Tässä opinnäytetyössä käytettiin toimeksiantajalla käytössä olevia Becton, Dickinson and Companyn (BD) 3 ml:n vacutainer EDTA-putkia, joissa optimaalinen K2EDTA-pitoisuus on 1.8 mg millilitrassa verta (BD n.d.).

Näytteitä kerättiin seitsemänä päivänä viikoilla 16–18. Näytteet kerättiin suurimaksi osaksi itse, koska lähes jokaisella potilaalla oli PVK+T- tai TVK-pyyntö, joten näytteitä kerääntyi nopeasti. Näytteitä kerättiin yhteensä 43 henkilöltä. Näytteenottotilanteessa potilailta pyydettiin suullinen suostumus ylimääräisten näyteputkien ottamiseen. Ylimääräiset näyteputket otettiin primaarien verenkuvaputkien jälkeen. Optimaalisesti täytetyn EDTA-putken tulos saatiin primaarista verenkuvaputkesta. Näyteputki etsittiin arkistosta, johon verenkuvanäytteet menevät säilytykseen vuorokauden ajaksi. Primaariin näyteputken tulostettiin uusi viivakooditarra, johon laitettiin näytenumero ja perään A-kirjain (100 % täyttöaste). Primaariputkesta ajettiin täydellisen verenkuvan tulokset uudelleen vajaiden putkien kanssa. Vajaat putket identifioitiin heti näytteenoton jälkeen primaarin näyteputken näytenuumerolla ja lisäksi kirjoitettiin 50 % täyttöasteen putkiin B-kirjain ja 25 % täyttöasteen putkiin C-kirjain. Ennen analysointia myös vajaisiin putkiin tulostettiin viivakooditarrat näytenuumerolla ja täyttöasteen kertovalla kirjaimella (B tai C). Viivakooditarrat tehtiin siksi, että näytteet pystyttiin syöttämään analysaattorille näytetelineissä.

Näytteet analysoitiin viiden tunnin sisällä näytteenotosta Sysmex XN-1000 verenkuvanalysointilaitteella. Kaikki näytteet analysoitiin samalla laitteella. Näytteet syötettiin telineissä suoraan laitteelle. Näytteet analysoitiin potilaittain järjestyksessä siten, että ensin oli A (100 % täyttöaste) putki, sitten B (50 % täyttöaste) putki ja viimeisenä C (25 % täyttöaste) putki. Tuloksista tulostettiin paperitulosteet ja yhden potilaan kaikki tulokset niitattiin yhteen. Paperitulosteisiin merkittiin juoksevat numerot, siinä järjestyksessä, kun tulokset valmistuivat. Paperitulosteilta tulokset siirrettiin Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmaan juoksevan numeroinnin mukaisesti. Kaikista osatutkimuksista tehtiin oma taulukko.

8.2 Aineiston analysointi

Excel-taulukkolaskentaohjelmassa tuloksista laskettiin aineistoa kuvaavia tunnuslukuja. Sijaintiluvuista laskettiin keskiarvo ja mediaani, ne kuvaavat jakauman sijaintia. Lisäksi laskettiin hajontalukuja kuten keskihajonta ja vaihteluväli (minimi ja maksimi), hajontaluvut kertovat kuinka paljon mittaukset vaihtelevat ja miten hajallaan ne ovat suhteessa muuttuun. Pieni hajonta kertoo mittausten olevan lähellä keskimääräistä arvoa tai toisiaan. (Heikkilä 2014, 82–86.) 25 %:n ja 50 %:n täyttöasteen näyteputkien tuloksista laskettuja tunnuslukuja verrattiin 100 % täyttöasteen näyteputken tuloksista laskettuihin tunnuslukuihin.

Vertailtavista näytepareista laskettiin toimeksiantajan pyynnöstä bias%. Hiltunen ym. (2011) mukaan bias kuvaa analyysimenetelmän systemaattista kokonaisvirhettä. Analyysimenetelmän kokonaispoikkeama koostuu menetelmää käyttävän laboratorion omista systemaattisista virheistä ja menetelmään liittyvistä systemaattisista virheistä, jotka ovat laboratorion riippumattomia. Systemaattinen virhe on osa mittausvirhettä, jonka vaihtelu on ennustettavaa tai joka pysyy vakiona mittauksista toistettaessa. Kokonaispoikkeama (bias) saadaan laskettua mitaustuloksen ja referenssiarvon erotuksesta, tulos voidaan ilmoittaa myös prosentteina (bias%). (Hiltunen ym. 2011.) Tässä opinnäytetyössä referenssiarvona käytettiin optimaalisesti täytetyn putken tuloksia (100 % täyttöaste). Tulokset käsiteltiin osatutkimuksittain ja jokaisen vertailuparin kohdalta laskettiin bias% sekä jokaisesta vertailusarjasta bias%:en keskiarvo. Saatua bias% verrattiin toimeksiantajalta saatuihin tulostasovertailun rajoihin.

Bias% lasketaan kaavan (1) mukaisesti

$$(a-b) / b \times 100, \quad (1)$$

jossa a= vertailtavana oleva tulos ja b=vertailukohteen tulos.

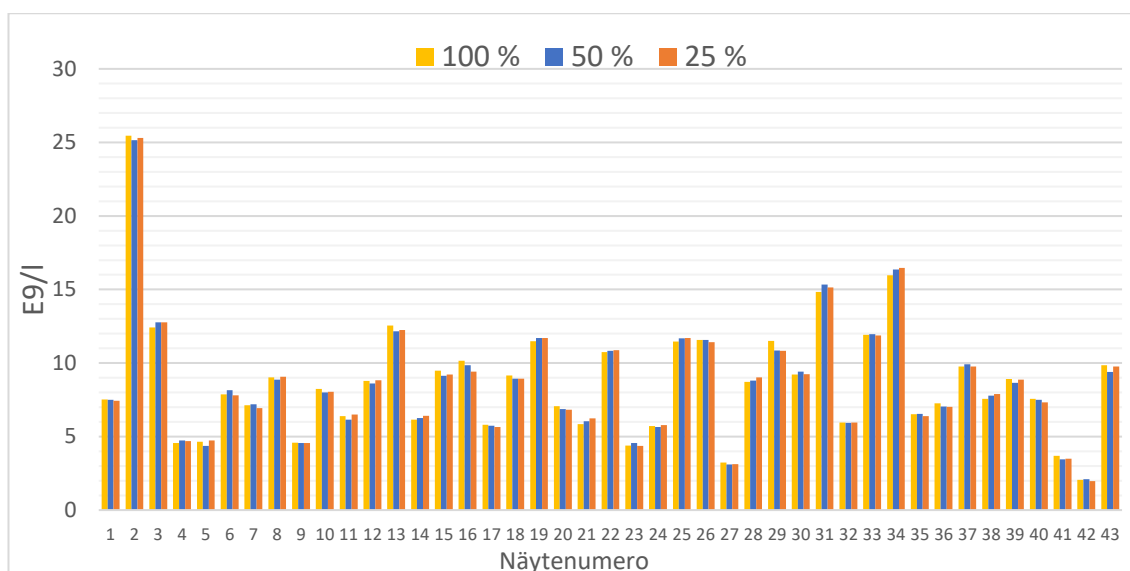
9 TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA

Tulokset koostuvat 43 potilaan näytteistä. Jokaisesta potilaasta on kolme näyteputkea (25 %, 50 % ja 100 % täyttöasteet). Jokaisesta näyteputkesta on tulokset viiteentoista täydellisen verenkuvan osatutkimukseen. Tulokset käsitellään tulokset osiossa osatutkimuksittain. Jokaisesta osatutkimuksesta esitetään aineistoa kuvaavia tunnuslukuja, kuten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli. Primaaritulokset ovat liitteenä (liite 2), josta on mahdollista tarkastella yksittäisiä tuloksia.

Bias%:n avulla verrataan 25 % ja 50 % näytetilavuuksien tuloksia 100 % näytetilavuuden tuloksiin. Aineistosta laskettuja bias% verrataan Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin (EPSHP) tulostasovertailurajoihin. Tulostasovertailurajat kuvaavat, kuinka paljon yksittäisen näyteparin bias% tai näyteparien bias%:en keskiarvo saa poiketa referenssistä eli optimaalisesti täytetystä putkesta (Kultti 2021). Tuloksissa esitetään näyteparien bias%:t ja näyteparien bias%:en keskiarvot. Näyteparit ovat: 25 % täyttöasteen putken tulos verrattuna 100 % täyttöasteen putken tulokseen ja 50 % täyttöasteen putken tulos verrattuna 100 % täyttöasteen putken tulokseen. Näyteparien bias%:en keskiarvo on koko vertailusarjan näytepareista (n=43) laskettujen bias%:en keskiarvo.

9.1 Leukosyyttitulokset

Kuviossa 1 on esitetty havaintoyksiköittäin leukosyyttitulokset täysissä ja vajaissa putkissa. Kuvioista nähdään, että eri täyttöasteista saadut tulokset ovat hyvin lähellä toisiaan. 50 % täyttöasteen putkesta saadut tulokset eroavat 100 % täyttöasteen putken tuloksista keskimäärin 0,20 E9/l. 25 % täyttöasteen putkesta saadut tulokset eroavat 100 % täyttöasteen putken tuloksista keskimäärin 0,19 E9/l. Leukosyyttien viiteraja naisilla sekä miehillä on 3.4–8.2 E9/l (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a).



KUVIO 1. Leukosyyttien primaaritulokset

Leukosyyttitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 2. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajojen ala- ja yläpuolelta.

TAULUKKO 2. Leukosyyttitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

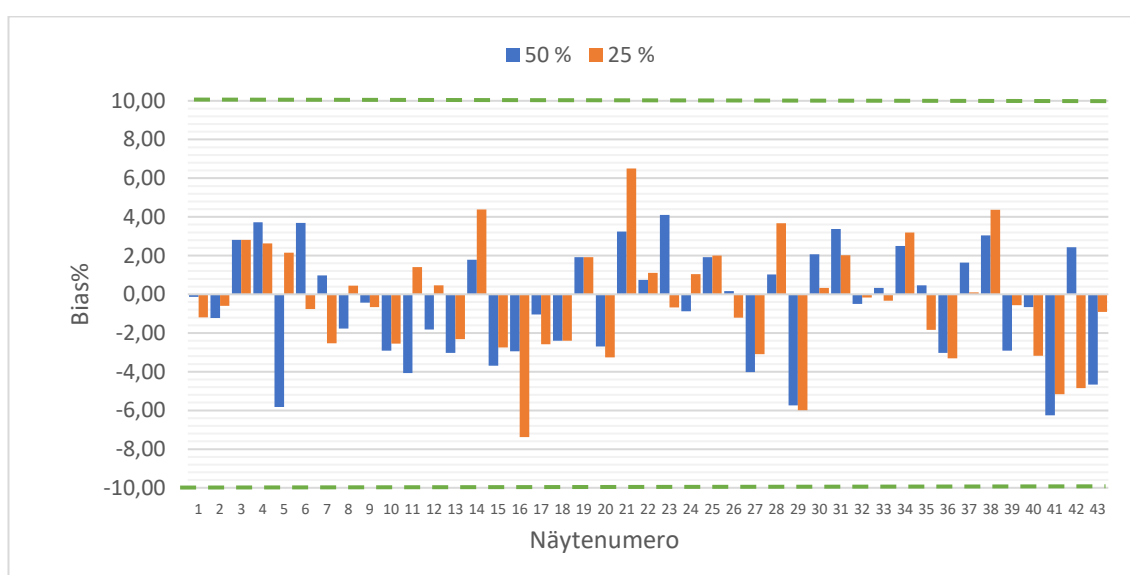
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-Leuk (E9/l)	100 %	8,67	8,25	4,03	2,06–25,46
	50 %	8,63	8,15	4,04	2,11–25,15
	25 %	8,64	8,04	4,05	1,96–25,31

Taulukossa 3 on esitetty leukosyyttien bias%:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan leukosyyttitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan $\pm 10\%$, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 3 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 3. Leukosyyttitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasover-
tailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasover- tailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-Leuk	-0,48	-0,46	10	10

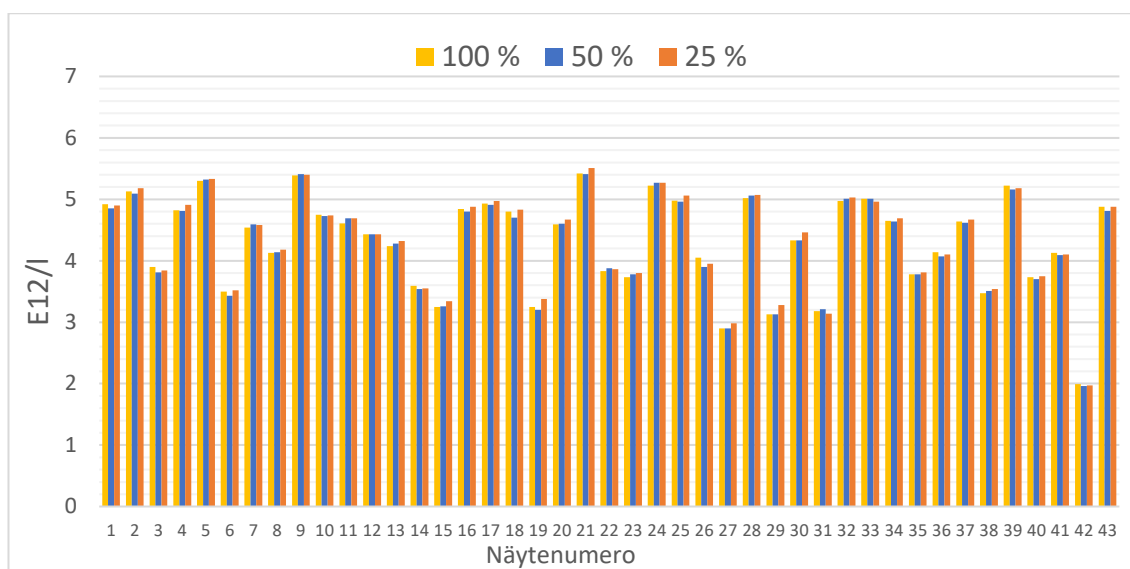
Kuviossa 2 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista ver-
tailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasover-
tailun rajat
yksittäisille näytepareille. Kuviossa 2 nähdään, että yksittäisten näyteparien
bias%:t ovat tulostasover-
tailun rajojen sisällä.



KUVIO 2. Näyteparien bias % vertailu leukosyyttituloksissa

9.2 Erytrosyyttitulokset

Kuviossa 3 on esitetty havaintoyksiköittäin erytrosyyttitulokset täysissä ja va-
jaissa putkissa. Kuviossa voidaan nähdä, että eri täyttöasteista saadut tulokset
vastaavat hyvin toisiaan. 50 % täyttöasteen putkesta saadut tulokset eroavat 100
% täyttöasteen putken tuloksista keskimäärin 0,04 E12/l. 25 % täyttöasteen put-
kesta saadut tulokset eroavat 100 % täyttöasteen putken tuloksista keskimäärin
0,05 E12/l. Erytrosyyttien viiteraja naisilla on 3.90–5.20 E12/l ja miehillä 4.25–
5.70 E12/l (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a).



KUVIO 3. Erytrosyyttien primaaritulokset

Erytrosyyttitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 4. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajan alapuolelta.

TAULUKKO 4. Erytrosyyttitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

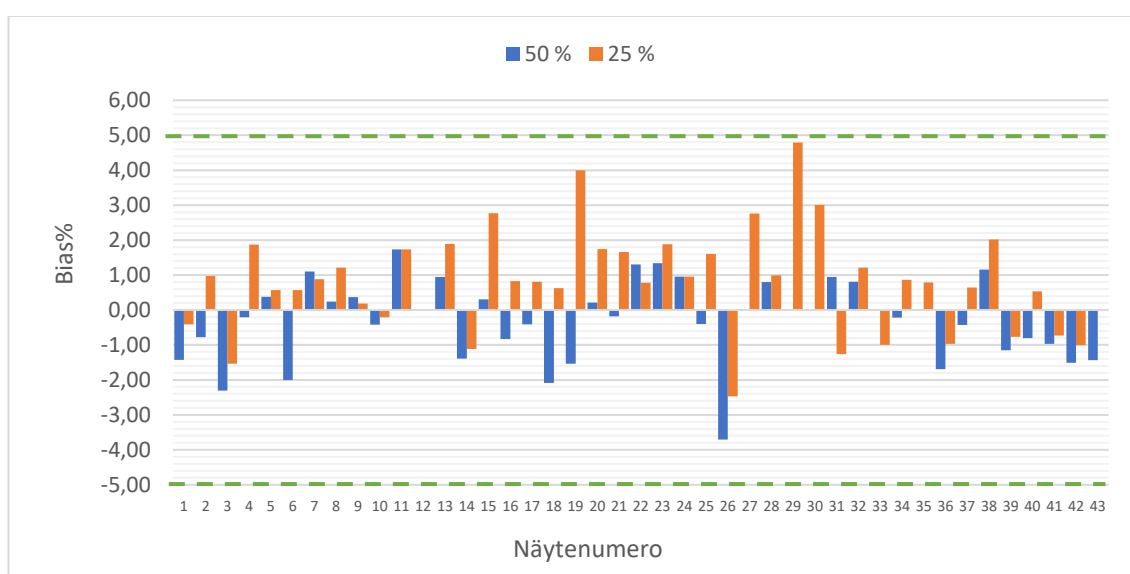
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-Eryt E12/l	100 %	4,31	4,54	0,78	1,99–5,42
	50 %	4,30	4,59	0,79	1,96–5,41
	25 %	4,34	4,58	0,78	1,97–5,51

Taulukossa 5 on esitetty erytrosyyttien bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasoverailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasoverailurajojen mukaan erytrosyyttitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 5 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 5 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasoverailun rajojen sisällä molemmassa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 5. Erytrosyyttitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasover-
tailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasover- tailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-Eryt	-0,31	0,78	5	5

Kuviossa 4 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista ver-
tailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasover-
tailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 4 nähdään, että yksittäisten näyteparien
bias%:t ovat tulostasover-
tailun rajojen sisällä.

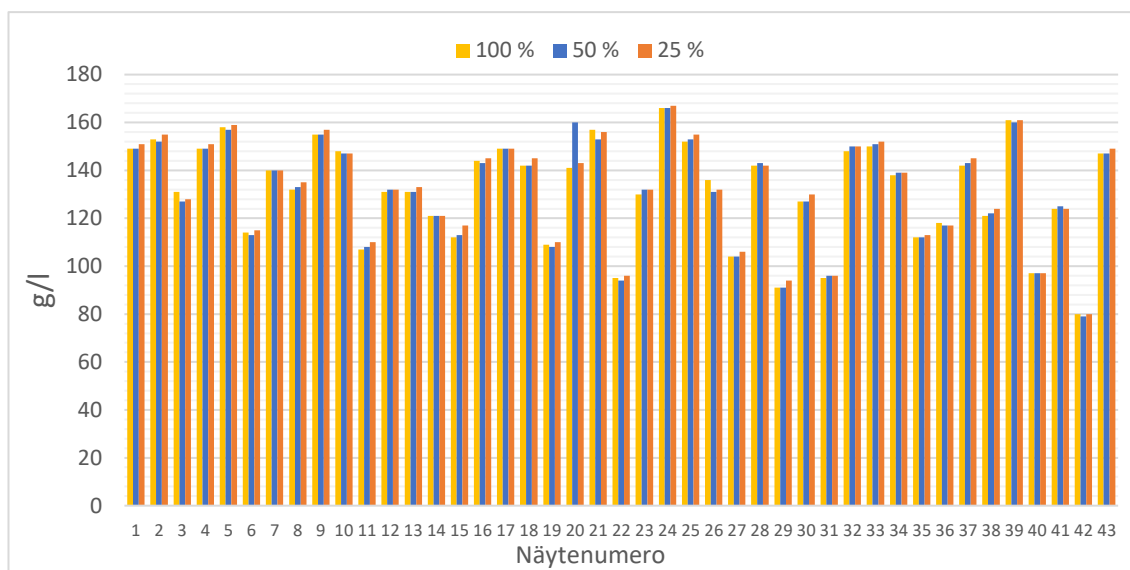


KUVIO 4. Näyteparien bias % vertailu erytrosyyttituloksista

9.3 Hemoglobiinitulokset

Kuviossa 5 on esitetty havaintoyksiköittäin hemoglobiinitulokset täysissä ja va-
jaissa putkissa. Kuviossa nähdään, että eri täyttöasteista voidaan pääsääntöisesti
saada samansuuntaisia tuloksia. Saadut tulokset eroavat keskimäärin 1,35 g/l
verrattaessa 50 % täyttöasteen putkesta saatuja tuloksia 100 % täyttöasteen put-
kesta saatuihin tuloksiin. 25 % täyttöasteen putkesta saadut tulokset eroavat 100
% täyttöasteen putken tuloksista keskimäärin 1,65 g/l. Hemoglobiinin viiteraja
naisilla on 117–155 g/l ja miehillä 134–167 g/l (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoito-
piiri 2018a). Kuviossa nähdään, että yhden näytteen kohdalla (näytenumero 20)
50 % täyttöasteen putkesta saatu tulos poikkeaa huomattavasti 25 % ja 100 %

täyttöasteiden putkista saaduista tuloksista. Kyseisen näytteen kohdalla analysointori oli antanut liputuksen, tämän perusteella hemoglobiinitulos saattaa olla virheellisen korkea.



KUVIO 5. Hemoglobiinin primaaritulokset

Hemoglobiinitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 6. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajan alapuolelta.

TAULUKKO 6. Hemoglobiinitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

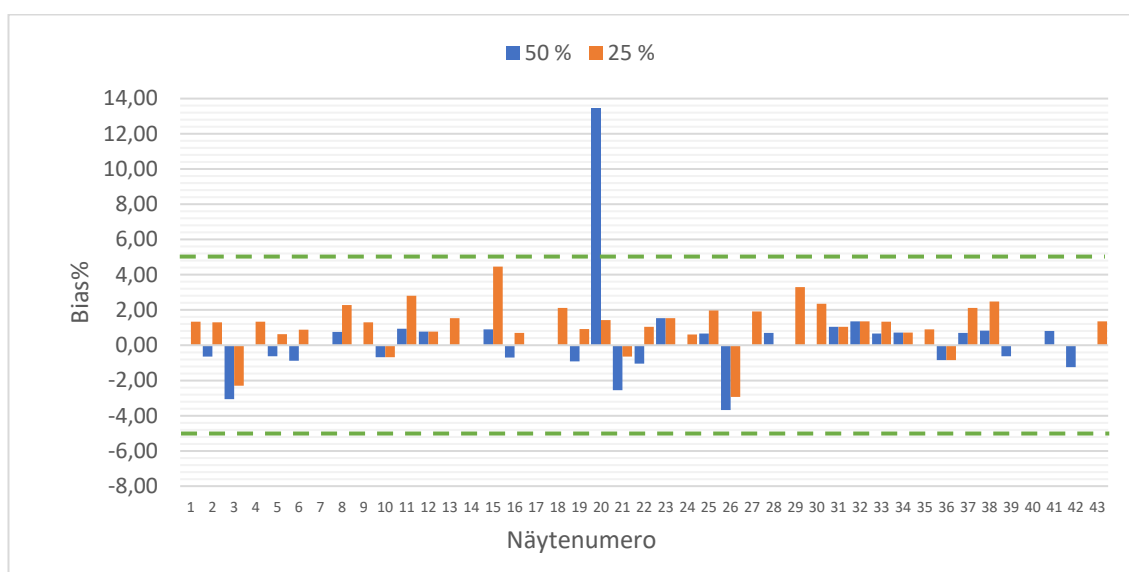
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-Hb g/l	100 %	131	136	21,36	80–166
	50 %	132	133	21,71	79–166
	25 %	133	135	21,34	80–167

Taulukossa 7 on esitetty hemoglobiinin bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan hemoglobiinitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 5 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 7 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmilla vertailusarjoissa.

TAULUKKO 7. Hemoglobiinitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (\pm %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-Hb	0,19	0,94	5	5

Kuviossa 6 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 6 nähdään, että yksi näytepari ylittää sallitun tulostasovertailurajan. Kyseisen havaintoyksikön (näytenumero 20) kohdalla hemoglobiinipitoisuus oli 19 g/l korkeampi 50 % täyttöasteen putkessa verrattuna 100 % täyttöasteen putkeen (kuvio 5). Tämän tuloksissa olevan eron vuoksi bias% ylittää sallitun tulostasovertailurajan kyseisen näyteparin kohdalla.

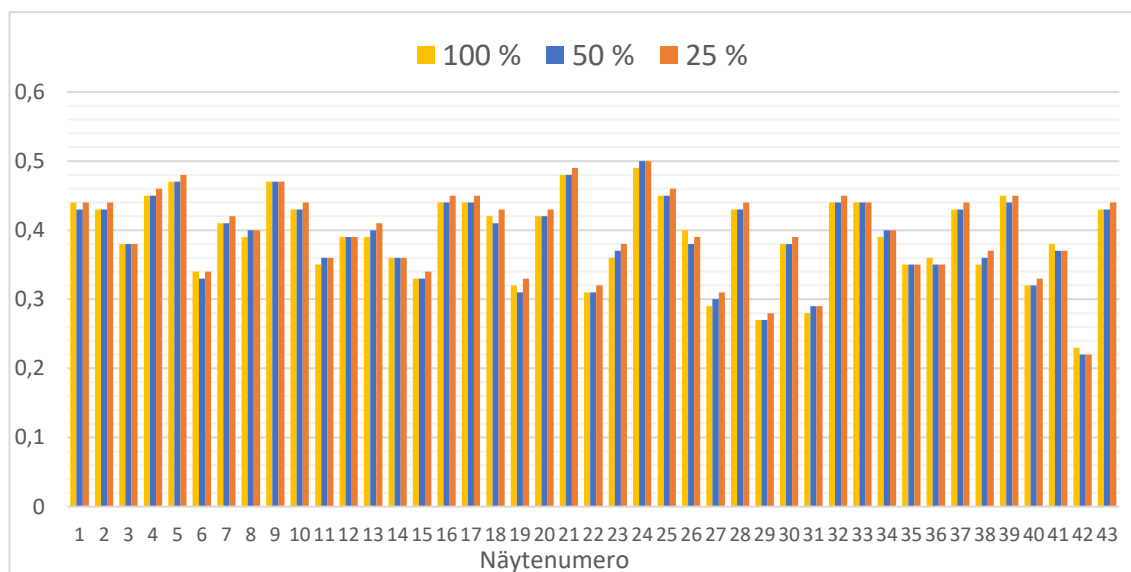


KUVIO 6. Näyteparien bias % vertailu hemoglobiinituloksista

9.4 Hematokriittitulokset

Kuviossa 7 on esitetty havaintoyksiköittäin hematokriittitulokset täysissä ja vajaisissa putkissa. Hematokriittitulokset poikkeavat keskimäärin 0,003 verrattaessa 50 % täyttöasteen putken tulosta täyden putken tulokseen. 25 % täyttöasteen putken tulos eroaa täyden putken tuloksesta keskimäärin 0,008. Hematokriitin

viitearvo naisilla on 0.35–0.46 ja miehillä 0.39–0.50 (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a). Kuviosta voidaan nähdä, että hematokriittiarvo nousee 25 % täyttöasteen putkessa usean havaintoyksikön kohdalla.



KUVIO 7. Hematokriitin primaaritulokset

Hematokriittitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 8. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajan alapuolelta.

TAULUKKO 8. Hematokriittitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

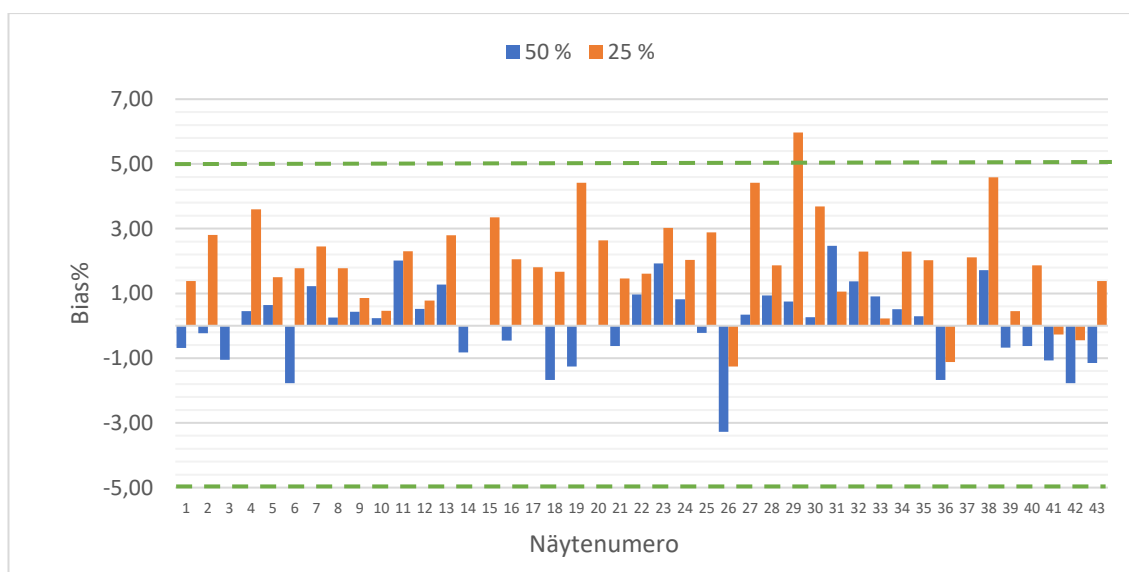
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-HKR	100 %	0,390	0,394	0,061	0,225–0,492
	50 %	0,390	0,395	0,061	0,221–0,496
	25 %	0,397	0,402	0,061	0,224–0,502

Taulukossa 9 on esitetty hematokriitin bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan hematokriittitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan $\pm 5\%$, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 9 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmilla vertailusarjoissa.

TAULUKKO 9. Hematokriittitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (\pm %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-HKR	0,03	1,87	5	5

Kuviossa 8 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 8 nähdään, että yksi näytepari ylittää sallitun rajan 25 % täyttöasteen vertailusarjassa. Kuviossa voidaan nähdä, että hematokriittiarvon nousu 25 % täyttöasteen putkissa näkyy vertailusarjan bias %:ssa, ne ovat huomattavasti korkeampia kuin 50 % täyttöasteen vertailusarjassa. Tämä voidaan nähdä myös bias%:en keskiarvosta, joka on 25 % täyttöasteen vertailusarjassa huomattavasti korkeampi kuin 50 % täyttöasteen vertailusarjassa (Taulukko 9).

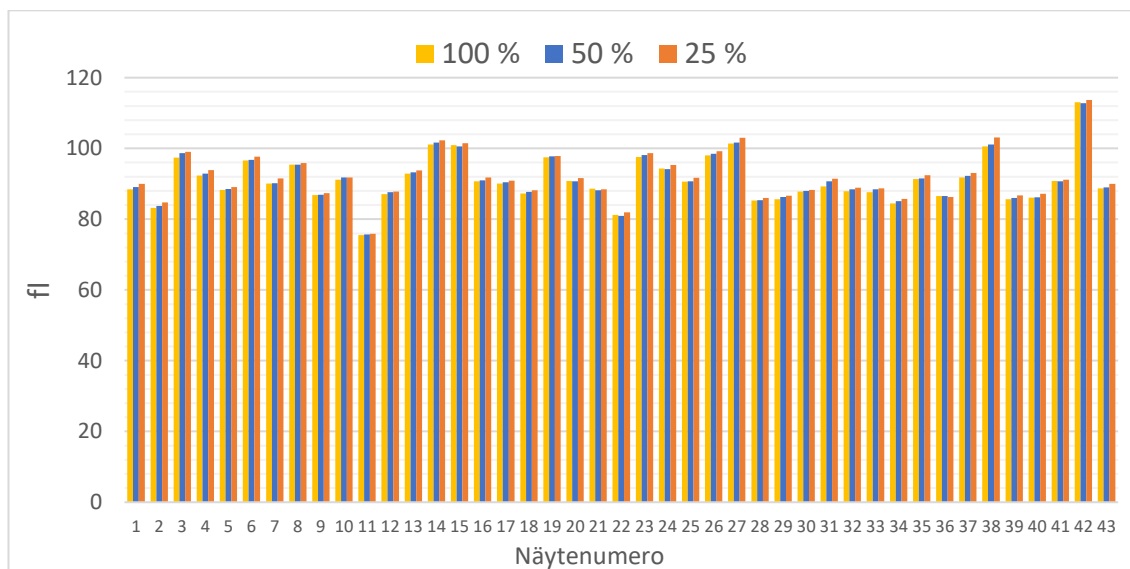


KUVIO 8. Näyteparien bias % vertailu hematokriittituloksista

9.5 MCV-tulokset

Kuviossa 9 on esitetty havaintoyksiköittäin MCV-tulokset täysissä ja vajaissa putkissa. Kuviossa nähdään, että eri täyttöasteista saadut tulokset vastaavat hyvin

toisiaan. MCV-tulokset poikkeavat keskimäärin 0,38 fl verrattuna 50 % täyttöasteen putken tulosta täyden putken tulokseen. 25 % täyttöasteen putken tulos eroaa täyden putken tuloksesta keskimäärin 1,01 fl. MCV:n viiteraja naisilla sekä miehillä on 82–98 fl (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a).



KUVIO 9. MCV primaaritulokset

MCV tulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 10. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajojen ala- ja yläpuolelta.

TAULUKKO 10. MCV tulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
E-MCV fl	100 %	91,1	90,1	6,6	75,5–113,1
	50 %	91,4	90,7	6,6	75,7–112,8
	25 %	92,1	91,4	6,7	75,9–113,7

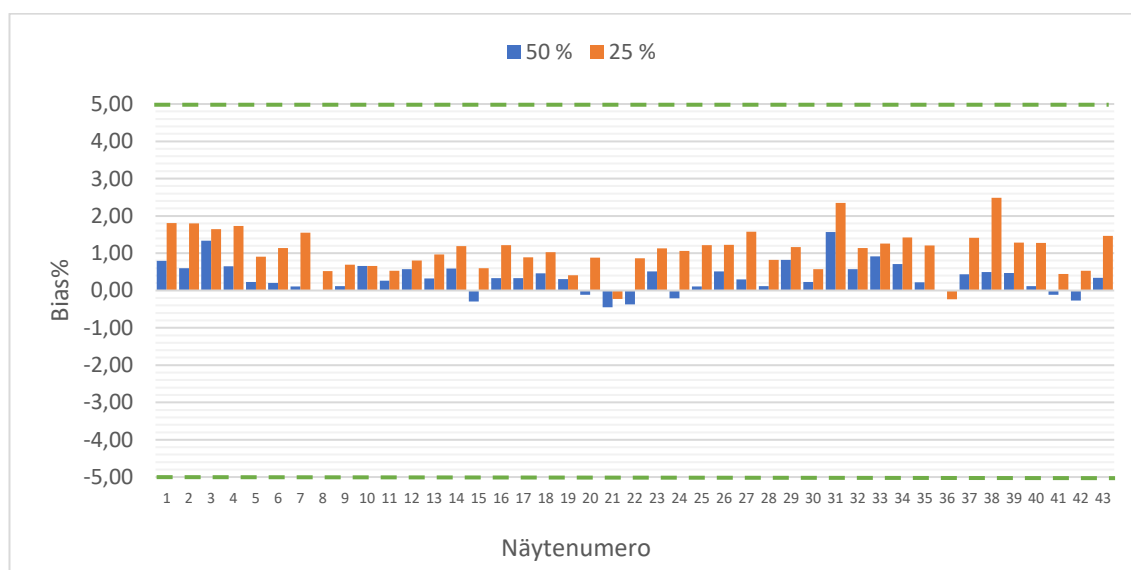
Taulukossa 11 on esitetty MCV tulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan MCV tulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 5 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 11 nähdään, että

näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 11. MCV tulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
E-MCV	0,34	1,08	5	5

Kuviossa 10 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 10 nähdään, että yksittäisten näyteparien bias%:t ovat tulostasovertailun rajojen sisällä.

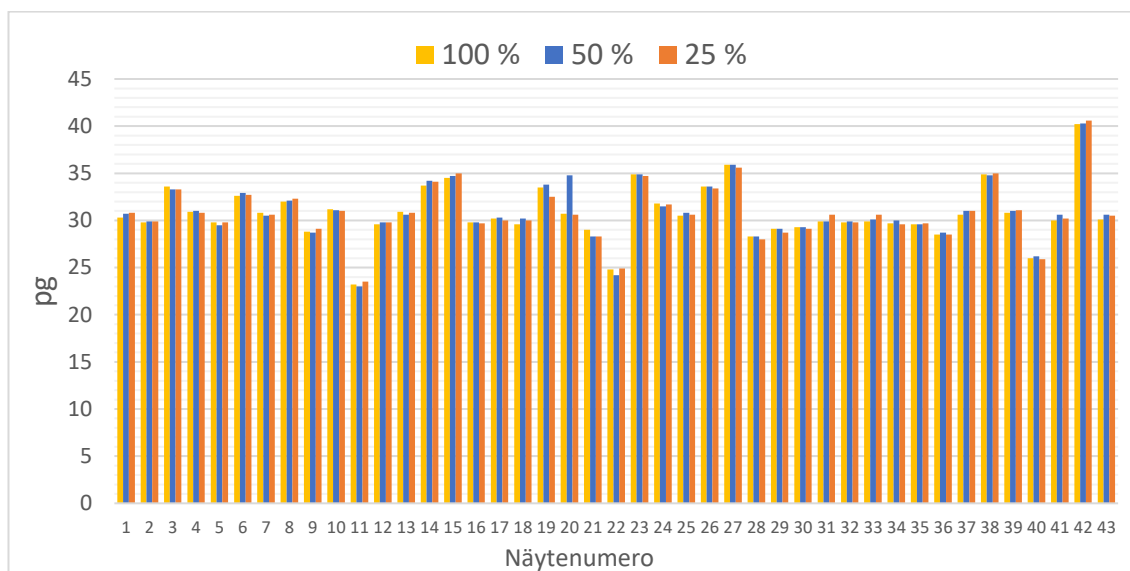


KUVIO 10. Näyteparien bias % vertailu MCV tuloksista

9.6 MCH-tulokset

Kuviossa 11 on esitetty havaintoyksiköittäin MCH-tulokset täysissä ja vajaissa putkissa. Kuviossa nähdään, että saadut tulokset vastaavat hyvin toisiaan, yhtä näyteputkea lukuun ottamatta. MCH-tulokset 50 % täyttöasteen putkessa eroavat täyden putken tuloksesta keskimäärin 0,31 pg. 25 % täyttöasteen putken tulos eroaa täyden putken tuloksesta keskimäärin 0,27 pg. MCH:n viiteraja naisilla sekä miehillä on 27–33 pg (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a). Kuviossa

näkyvä poikkeava tulos johtuu siitä, että kyseisessä näyteputkessa 50 % täyttöasteen putkesta saatu hemoglobiinitulos oli 19 g/l korkeampi kuin täyden putken tulos. Tämä hemoglobiinituloksen poikkeama vaikuttaa myös näyteputken MCH tulokseen, koska MCH on laskennallinen ja sen laskemiseen käytetään hemoglobiinitulosta.



KUVIO 11. MCH primaaritulokset

MCH tulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 12. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajojen ala- ja yläpuolelta.

TAULUKKO 12. MCH tulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
E-MCH pg	100 %	30,8	30,2	2,9	23,2–40,2
	50 %	30,9	30,6	3,0	23–40,3
	25 %	30,8	30,6	2,9	23,5–40,6

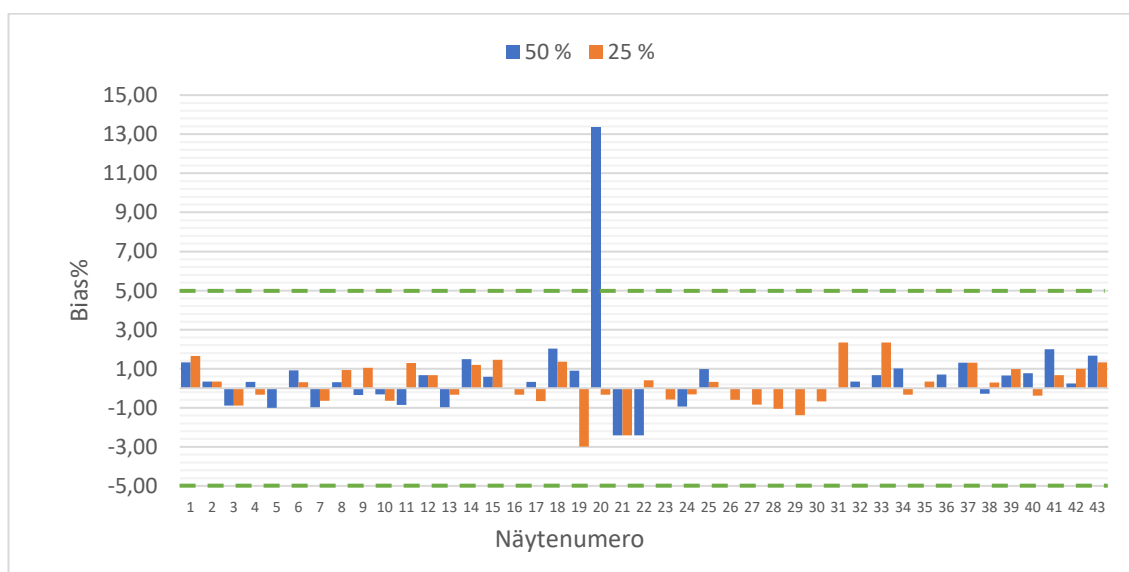
Taulukossa 13 on esitetty MCH tulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan MCH tulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 5 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 13 nähdään, että

näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 13. MCH tulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
E-MCH	0,50	0,14	5	5

Kuviossa 12 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 12 nähdään, että yksittäisten näyteparien osalta yksi näytepari ylittää sallitun rajan. Kyseessä on näytepari, jossa hemoglobiinitulos 50 % täyttöasteen putkessa oli 19 g/l korkeampi kuin täydessä putkessa.

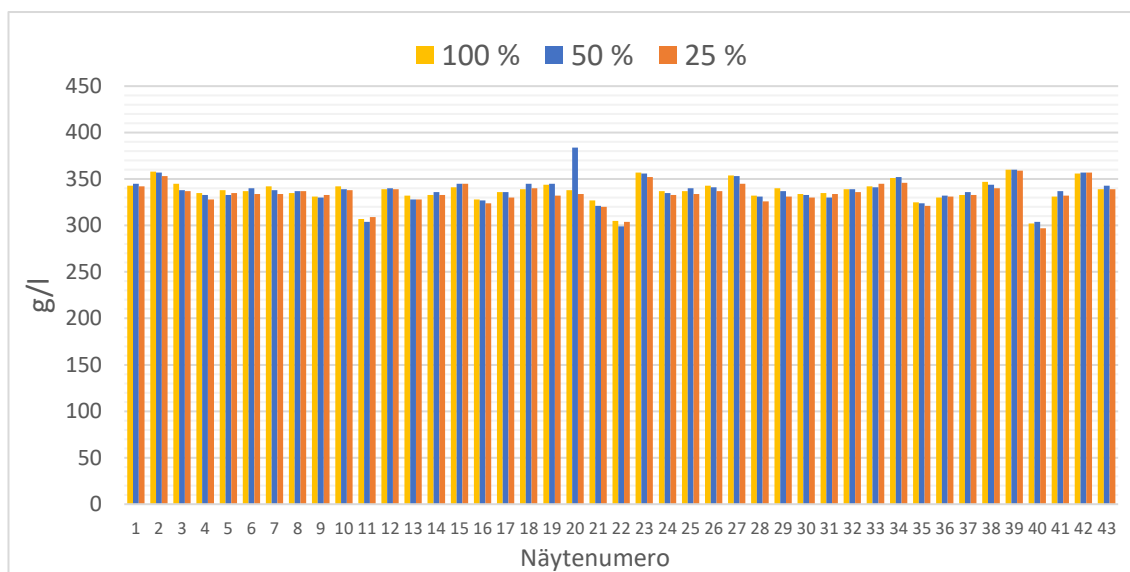


KUVIO 12. Näyteparien bias % vertailu MCH tuloksista

9.7 MCHC-tulokset

Kuviossa 13 on esitetty havaintoyksiköittäin MCHC-tulokset täysissä ja vajaissa putkissa. Kuviossa nähdään, että saadut tulokset vastaavat hyvin toisiaan, yhtä näytettä lukuun ottamatta. MCHC-tulokset 50 % täyttöasteen putkessa eroavat täyden putken tuloksesta keskimäärin 3,6 g/l. 25 % täyttöasteen putken tulos

eroaa täyden putken tuloksesta keskimäärin 3,9 g/l. MCHC:n viiteraja naisilla sekä miehillä on 320–355 g/l (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a). Kuviossa näkyvä poikkeava tulos johtuu siitä, että kyseisessä näyteputkessa 50 % täyttöasteen putkesta saatu hemoglobiinitulos oli 19 g/l korkeampi kuin täyden putken tulos. Tämä hemoglobiinituloksen poikkeama vaikuttaa myös näyteputken MCHC tulokseen, koska MCHC on laskennallinen ja sen laskemiseen käytetään hemoglobiinitulosta.



KUVIO 13. MCHC primaaritulokset

MCHC tulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 14. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajojen ala- ja yläpuolelta.

TAULUKKO 14. MCHC tulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
E-MCHC g/l	100 %	337	338	12,26	302–360
	50 %	338	338	14,80	299–384
	25 %	334	334	12,09	297–359

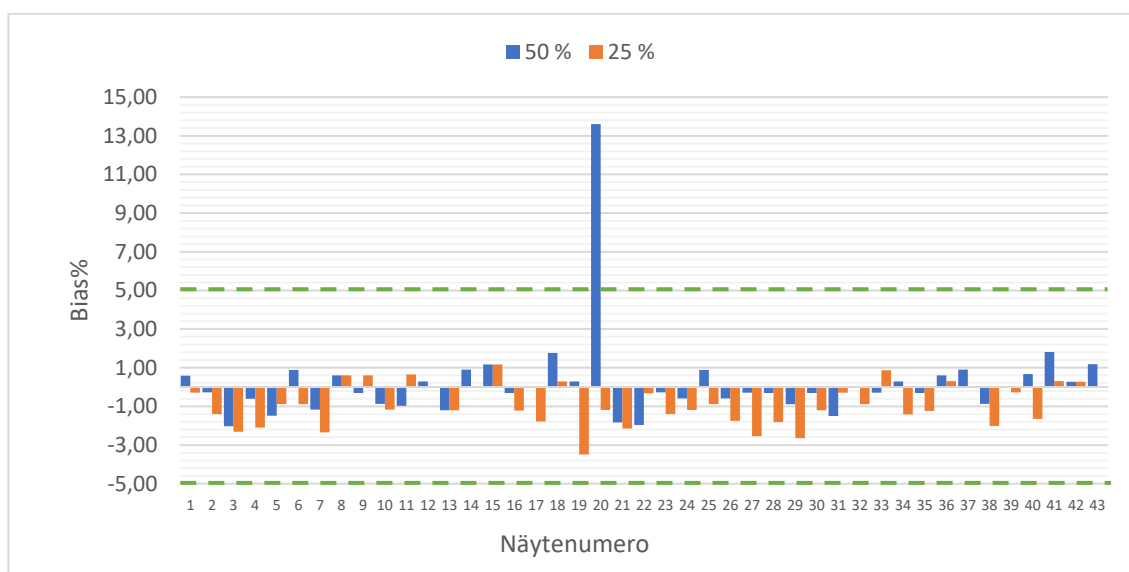
Taulukossa 15 on esitetty MCHC tulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajo-

jen mukaan MCHC tulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan $\pm 5\%$, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 15 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 15. MCHC tulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (\pm %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
E-MCHC	0,18	-0,90	5	5

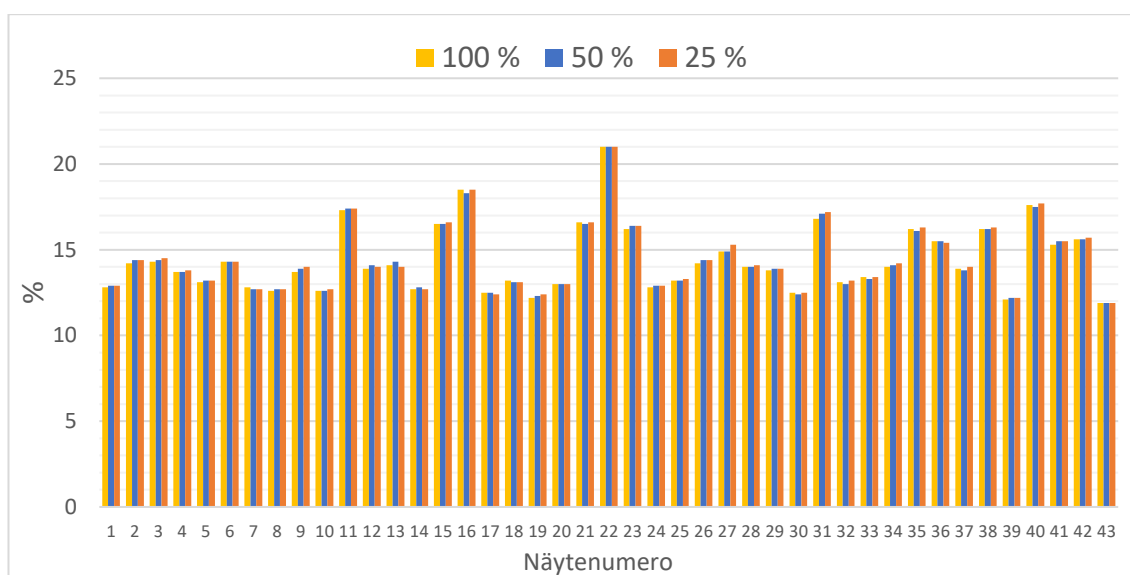
Kuviossa 14 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 14 nähdään, että yksittäisten näyteparien osalta yksi näytepari ylittää sallitun rajan. Kyseessä on näytepari, jossa hemoglobiinitulos 50 % täyttöasteen putkessa oli 19 g/l korkeampi kuin täydessä putkessa.



KUVIO 14. Näyteparien bias % vertailu MCHC tuloksista

9.8 RDW-tulokset

Kuviossa 15 on esitetty havaintoyksiköittäin RDW tulokset täysissä ja vajaissa putkissa. Kuvioista nähdään, että eri täyttöasteista saadut tulokset vastaavat hyvin toisiaan. RDW tulokset 50 % täyttöasteen putkessa eroavat täyden putken tuloksesta keskimäärin 0,09 %. 25 % täyttöasteen putken tulos eroaa täyden putken tuloksesta keskimäärin 0,11 %. RDW:n viiteraja naisilla on alle 15 % ja miehillä alle 14 % (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a).



KUVIO 15. RDW % primaaritulokset

RDW tulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 16. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajojen ala- ja yläpuolelta.

TAULUKKO 16. RDW % tulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
E-RDW %	100 %	14,4	13,9	1,95	11,9–21
	50 %	14,4	14	1,94	11,9–21
	25 %	14,5	14	1,97	11,9–21

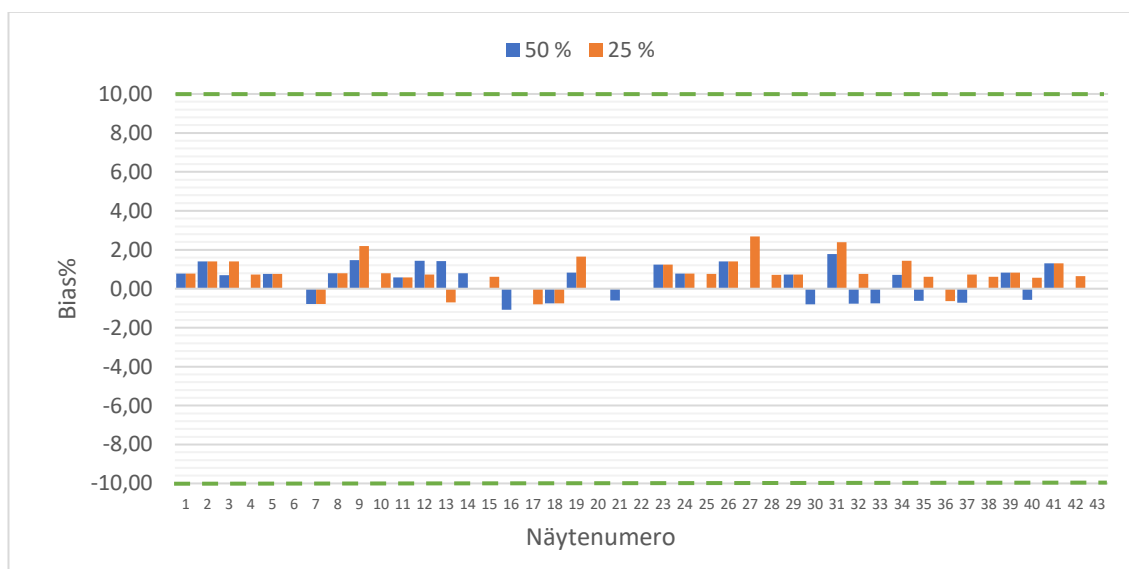
Taulukossa 17 on esitetty RDW tulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen

mukaan RDW tulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan $\pm 10\%$, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 17 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmilla vertailusarjoissa.

TAULUKKO 17. RDW % tulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (\pm %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
E-RDW %	0,29	0,63	10	10

Kuviossa 16 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 16 nähdään, että yksittäisten näyteparien bias%:t ovat tulostasovertailun rajojen sisällä.

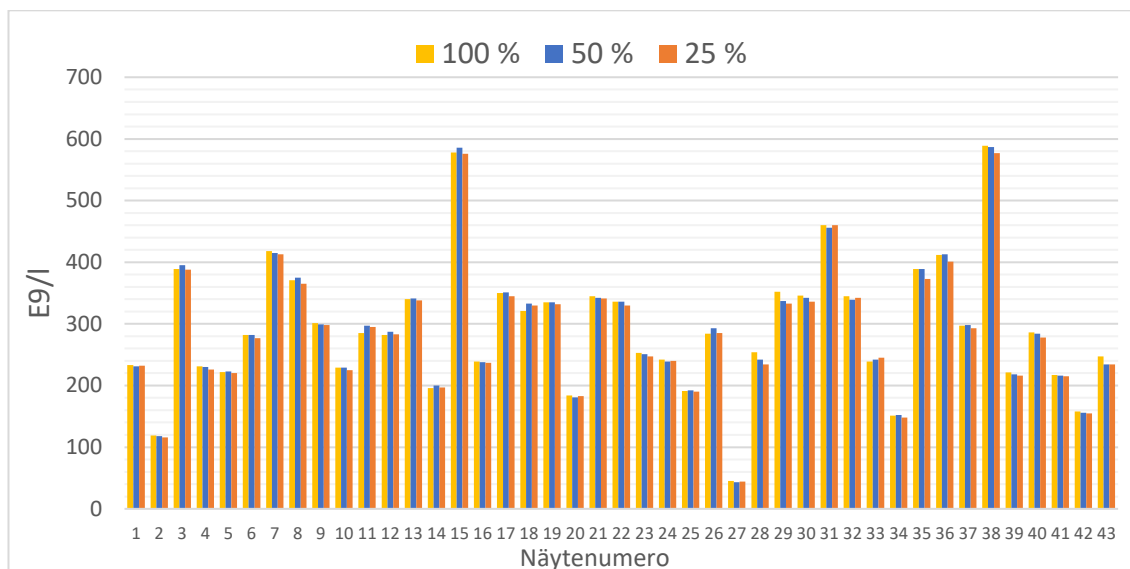


KUVIO 16. Näyteparien bias % vertailu RDW % tuloksista

9.9 Trombosyyttitulokset

Kuviossa 17 on esitetty havaintoyksiköittäin trombosyyttitulokset täysissä ja vajaisissa putkissa. Kuviossa nähdään, että eri täyttöasteista saadaan samansuuntaisia tuloksia. Trombosyyttitulokset 50 % täyttöasteen putkessa poikkeavat kes-

kimäärin 3,7 E9/l täyden putken tuloksesta. 25 % täyttöasteen putken tulos poikkeaa keskimäärin 5,3 E9/l täyden putken tuloksesta. Trombosyyttien viiterajat naisilla sekä miehillä on 150–360 E9/l (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018a).



KUVIO 17. Trombosyyttien primaaritulokset

Trombosyyttitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 18. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajojen ala- ja yläpuolelta.

TAULUKKO 18. Trombosyyttitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

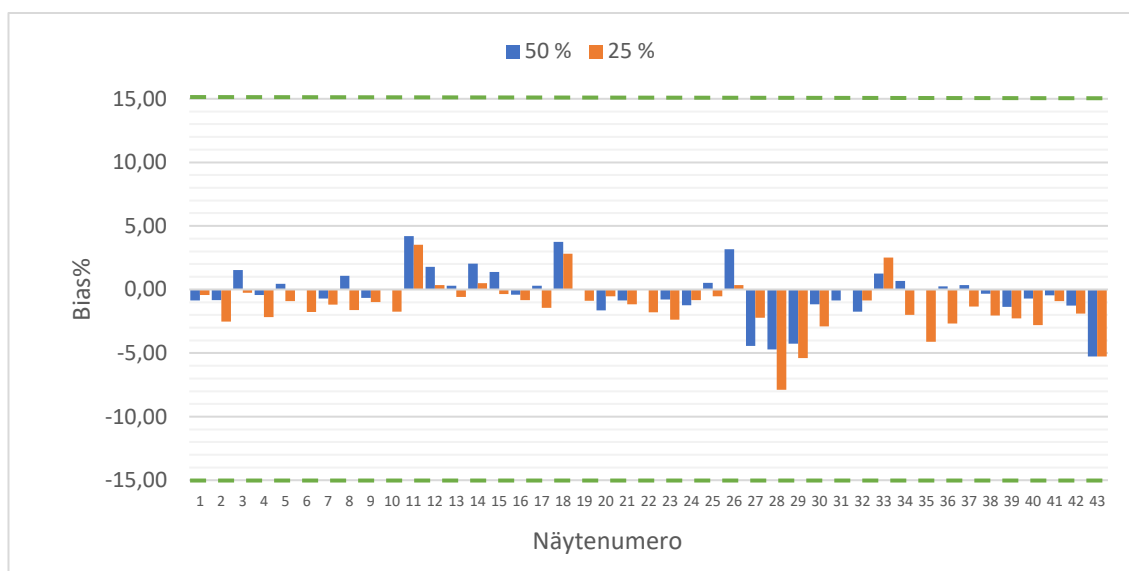
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-Trom E9/l	100 %	292	284	106,47	45–589
	50 %	292	287	107,17	43–587
	25 %	288	283	105,22	44–577

Taulukossa 19 on esitetty trombosyyttitulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan trombosyyttitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 15 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 19 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 19. Trombosyyttitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-Trom	-0,28	-1,38	15	15

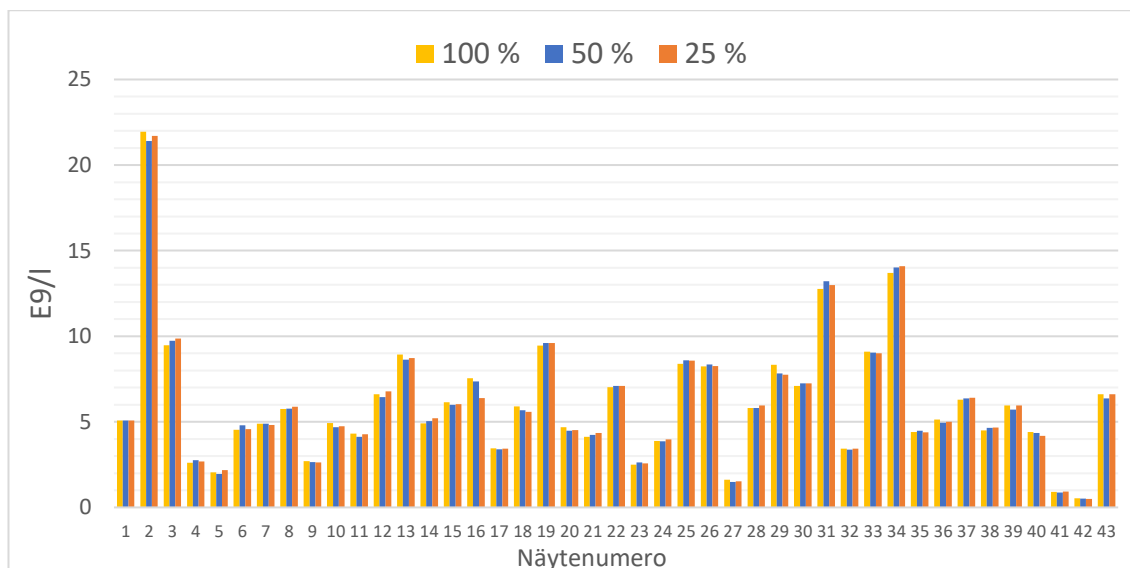
Kuviossa 18 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 18 nähdään, että yksittäisten näyteparien bias%:t ovat tulostasovertailun rajojen sisällä.



KUVIO 18. Näyteparien bias % vertailu trombosyyttituloksista

9.10 Neutrofiilitulokset

Kuviossa 19 on esitetty havaintoyksiköittäin neutrofiilitulokset täysissä ja vajaissa putkissa. Kuviossa voidaan nähdä, että eri täyttöasteista saadaan samansuuntaisia tuloksia. Neutrofiilituloksissa 50 % täyttöasteen putkesta saadut tulokset eroavat keskimäärin 0,16 E9/l täyden putken tuloksesta. Myös 25 % täyttöasteen putkesta saadut tulokset eroavat keskimäärin 0,16 E9/l täyden putken tuloksesta. Neutrofiilien viiteraja naisilla sekä miehillä on 1.5–6.7 E9/l (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014).



KUVIO 19. Neutrofiilien primaaritulokset

Neutrofiilitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 20. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajojen ala- ja yläpuolelta.

TAULUKKO 20. Neutrofiilitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

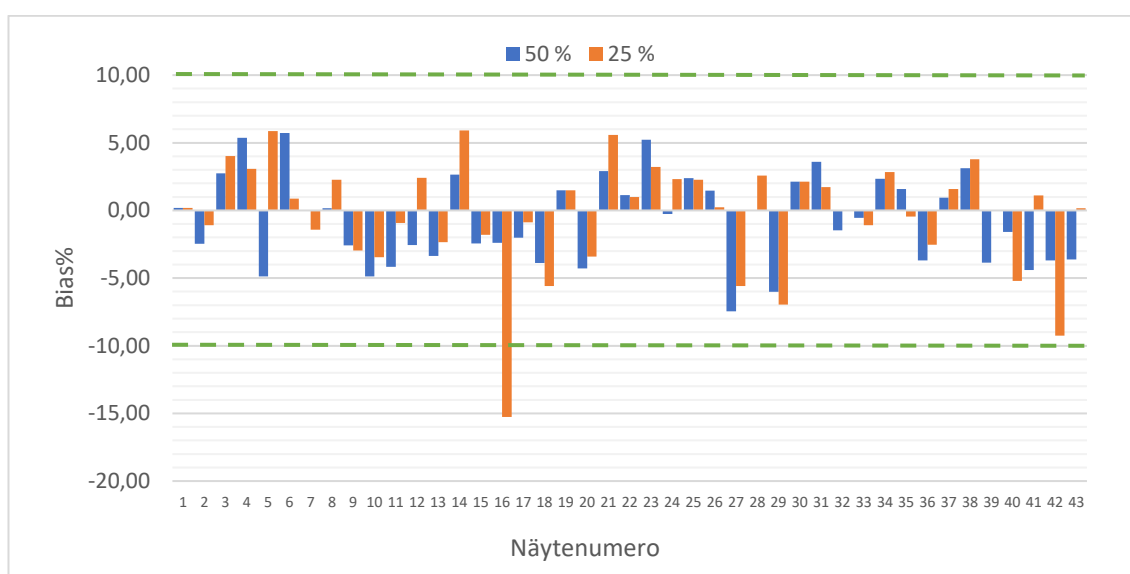
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-Neut E9/l	100 %	6,06	5,13	3,74	0,54–21,95
	50 %	6,03	5,08	3,73	0,52–21,41
	25 %	6,05	5,20	3,75	0,49–21,71

Taulukossa 21 on esitetty neutrofiilitulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan neutrofiilitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 10 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 21 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 21. Neutrofiilitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-Neut	-0,73	-0,32	10	10

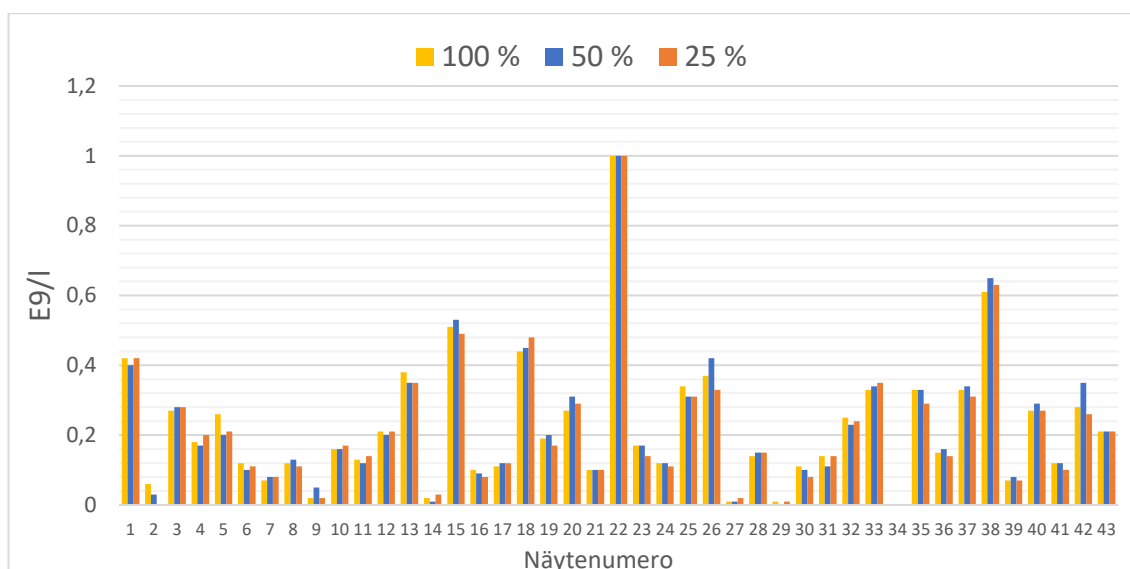
Kuviossa 20 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuvioista nähdään, että yksittäisten näyteparien osalta yksi näytepari ylittää sallitun rajan 25 % täyttöasteen vertailusarjassa.



KUVIO 20. Näyteparien bias % vertailu neutrofiilituloksista

9.11 Eosinofiilitulokset

Kuviossa 21 on esitetty havaintoyksiköittäin eosinofiilitulokset täysissä ja vajaissa putkissa. Kuvioista nähdään, että eri täyttöasteista saatujen tulosten välillä on jonkin verran eroavaisuuksia. Eosinofiilituloksissa 50 % täyttöasteen putkesta saadut tulokset poikkeavat keskimäärin 0,02 E9/l täydestä putkesta saadusta tuloksesta. Myös 25 % täyttöasteen putkesta saadut tulokset poikkeavat täyden putken tuloksesta keskimäärin 0,02 E9/l. Eosinofiilien viiteraja naisilla sekä miehillä on 0.03–0.44 E9/l (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014).



KUVIO 21. Eosinofiilien primaaritulokset

Eosinofiilitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 22. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajojen ala- ja yläpuolelta.

TAULUKKO 22. Eosinofiilitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

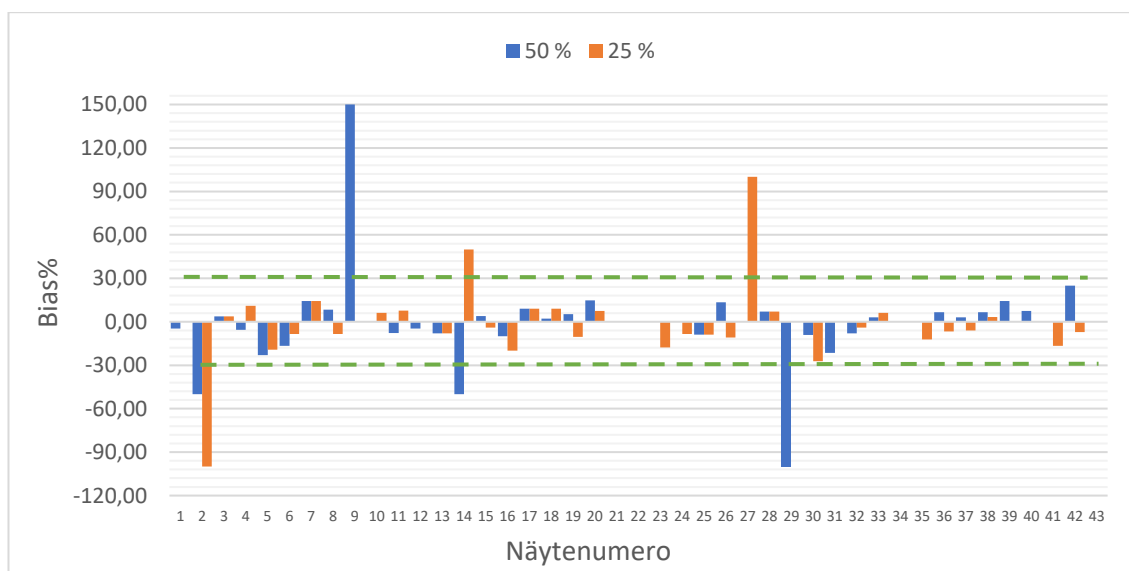
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-Eos E9/l	100 %	0,22	0,17	0,19	0–1
	50 %	0,22	0,17	0,19	0–1
	25 %	0,21	0,17	0,19	0–1

Taulukossa 23 on esitetty eosinofiilitulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan eosinofiilitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 30 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 23 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 23. Eosinofiilitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-Eos	-0,68	-1,60	30	30

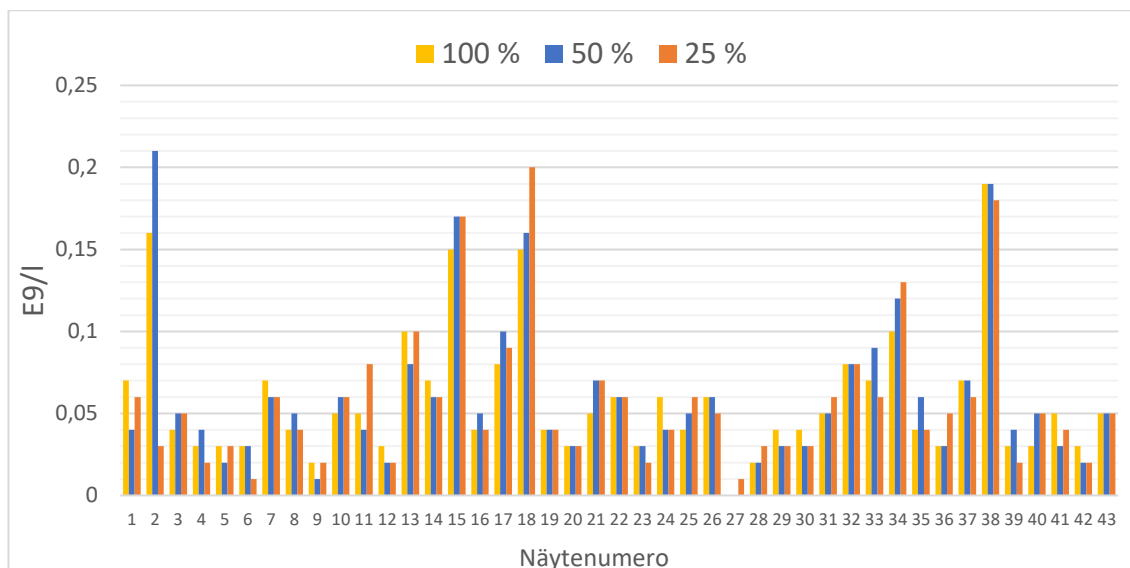
Kuviossa 22 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 22 nähdään, että yksittäisten näyteparien osalta seitsemän näyteparia ylittää sallitun rajan. Ylityksistä kolme on 25 % täyttöasteen vertailusarjassa ja neljä 50 % täyttöasteen vertailusarjassa.



KUVIO 22. Näyteparien bias % vertailu eosinofiilituloksista

9.12 Basofiilitulokset

Kuviossa 23 on esitetty havaintoyksiköittäin basofiilitulokset täysissä ja vajaissa putkissa. Kuviossa nähdään, että tuloksissa on eroavaisuuksia eri täyttöasteiden välillä. Basofiilituloksissa 50 % täyttöasteen putken tulos eroaa täyden putken tuloksesta keskimäärin 0,01 E9/l. Myös 25 % täyttöasteen putken tulos poikkeaa täyden putken tuloksesta keskimäärin 0,01 E9/l. Basofiilien viiteraja naisilla sekä miehillä on 0.00–0.01 E9/l (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014).



KUVIO 23. Basofiilien primaaritulokset

Basofiilitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 24. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksissa on myös viiterajan ylittäviä tuloksia.

TAULUKKO 24. Basofiilitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

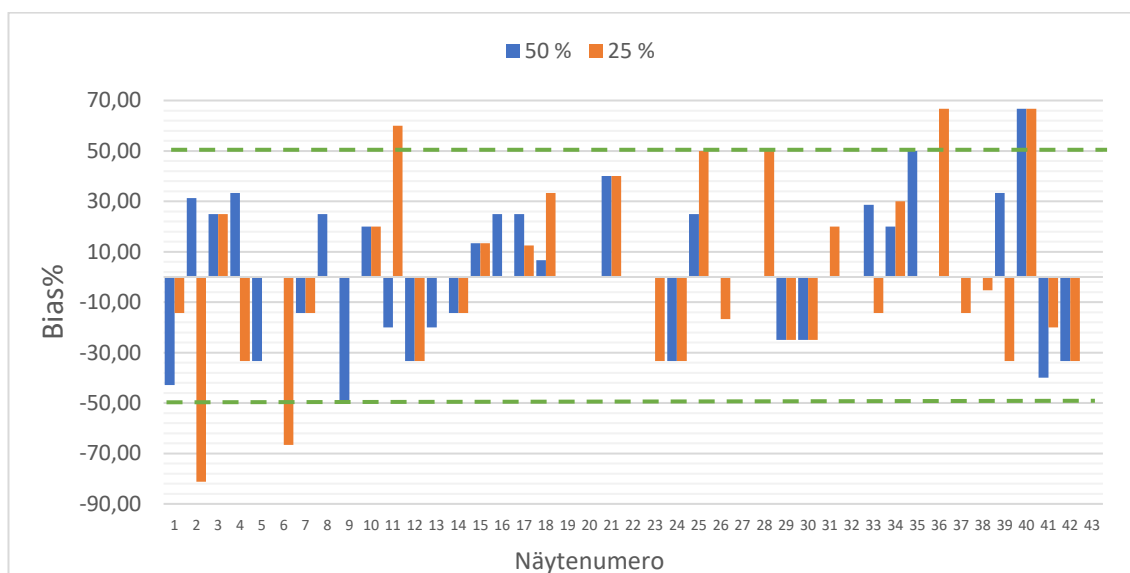
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-Baso E9/I	100 %	0,06	0,05	0,04	0,00–0,19
	50 %	0,06	0,05	0,05	0,00–0,21
	25 %	0,06	0,05	0,04	0,00–0,20

Taulukossa 25 on esitetty basofiilitulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan basofiilitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 50 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 25 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 25. Basofiilitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasover-
tailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasover- tailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-Baso	1,94	-0,55	50	50

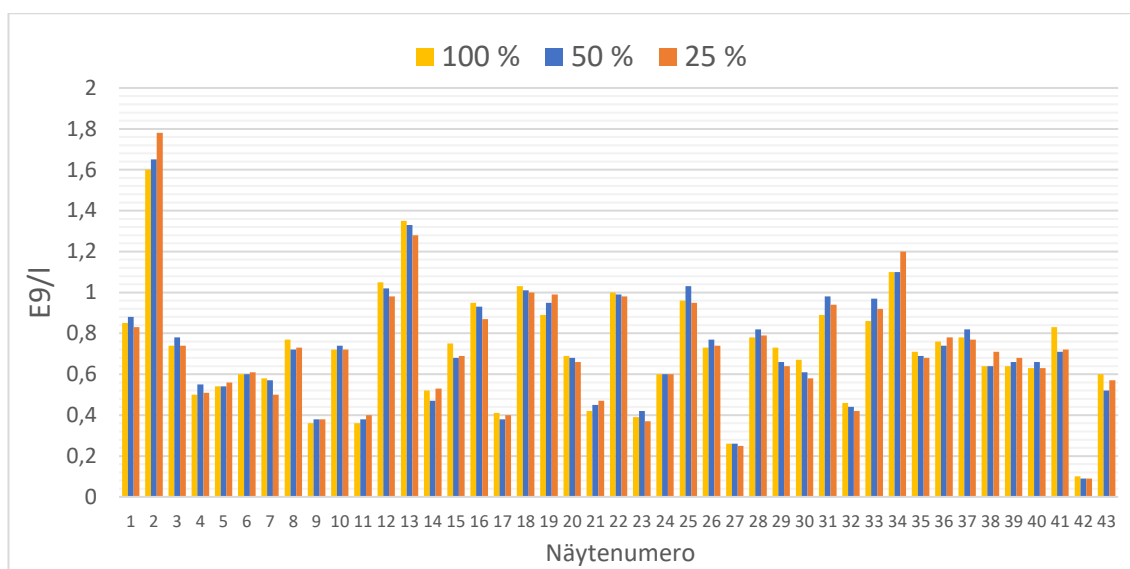
Kuviossa 24 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista ver-
tailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasover-
tailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 24 nähdään, että yksittäisten näyteparien
osalta kuusi näyteparia ylittää sallitun rajan. Ylityksistä viisi on 25 % täyttöasteen
vertailusarjassa ja yksi 50 % täyttöasteen vertailusarjassa.



KUVIO 24. Näyteparien bias % vertailu basofiilituloksista

9.13 Monosyyttitulokset

Kuviossa 25 on esitetty havaintoyksiköittäin monosyyttitulokset täysissä ja va-
jaissa putkissa. Kuviossa nähdään, että tuloksissa on jonkin verran eroavaisuuksia
eri täyttöasteiden välillä. Monosyyttituloksissa 50 % täyttöasteen putkesta
saatu tulos eroaa keskimäärin 0,04 E9/l täydestä putkesta saadusta tuloksesta.
Myös 25 % täyttöasteen putkesta saatu tulos eroaa keskimäärin 0,04 E9/l täyden
putken tuloksesta. Monosyyttien viiteraja naisilla sekä miehillä on 0.2–0.8 E9/l
(Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2014).



KUVIO 25. Monosyittien primaaritulokset

Monosyittitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 26. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksia on myös viiterajojen ala- ja yläpuolelta.

TAULUKKO 26. Monosyittitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

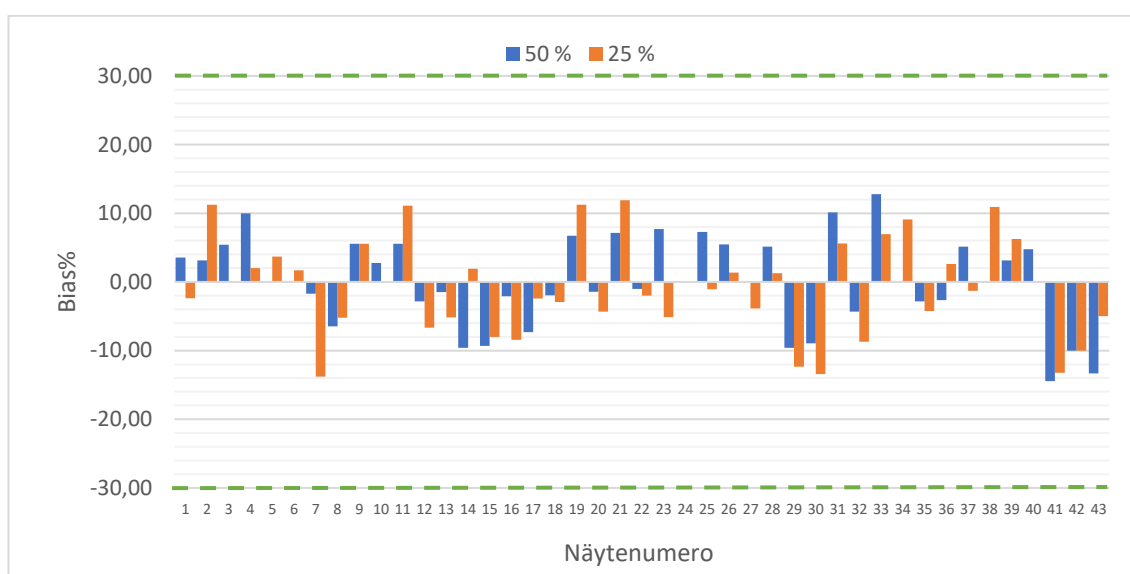
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-Monos E9/l	100 %	0,72	0,72	0,28	0,10–1,60
	50 %	0,72	0,68	0,29	0,09–1,65
	25 %	0,71	0,69	0,29	0,09–1,78

Taulukossa 27 on esitetty monosyittitulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan monosyittitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 30 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 27 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 27. Monosyyttitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-Monos	0,00	-0,81	30	30

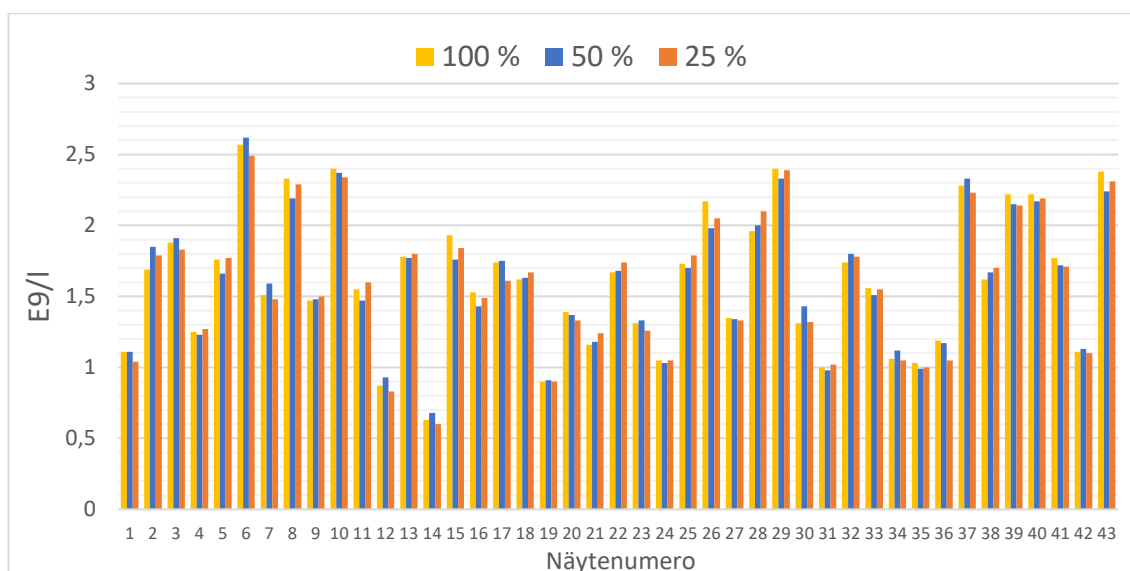
Kuviossa 26 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 26 nähdään, että yksittäisten näyteparien bias%:t ovat tulostasovertailun rajojen sisällä.



KUVIO 26. Näyteparien bias % vertailu monosyyttituloksista

9.14 Lymfosyyttitulokset

Kuviossa 27 on esitetty havaintoyksiköittäin lymfosyyttitulokset täysissä ja vajaisissa putkissa. Kuviossa voidaan nähdä, että eri täyttöasteista saatujen tulosten väleillä on jonkin verran eroavaisuuksia. Lymfosyyttituloksissa 50 % täyttöasteen putkesta saatu tulos poikkeaa keskimääräisesti 0,06 E9/l täydestä putkesta saadusta tuloksesta. 25 % täyttöasteen putkesta saatu tulos eroaa keskimäärin 0,05 E9/l täyden putken tuloksesta. Lymfosyytien viitearvo naisilla sekä miehillä on 1.3–3.6 E9/l (Etelä-Pohjanmaan Sairaanhoidopiiri 2014).



KUVIO 27. Lymfosyyttien primaaritulokset

Lymfosyyttitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 28. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksissa on myös viiterajan alittavia tuloksia.

TAULUKKO 28. Lymfosyyttitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

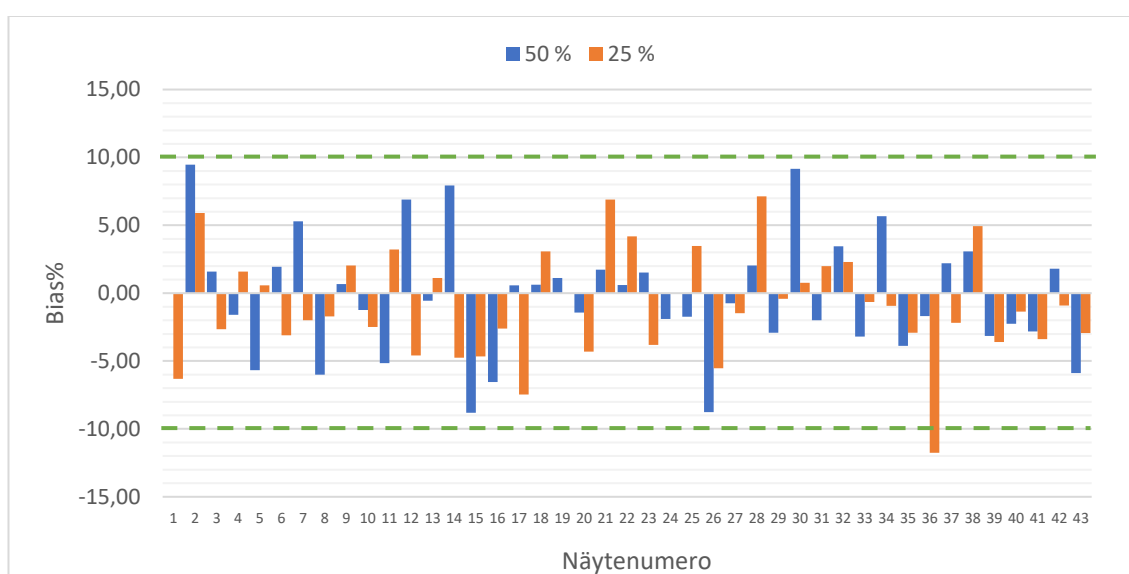
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
B-Ly E9/l	100 %	1,61	1,62	0,49	0,63–2,57
	50 %	1,60	1,63	0,46	0,68–2,62
	25 %	1,59	1,61	0,48	0,60–2,49

Taulukossa 29 on esitetty lymfosyyttitulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan lymfosyyttitulosten bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 10 %, sekä yksittäisen näyteparin että näyteparien keskiarvon kohdalla. Taulukosta 29 nähdään, että näyteparien bias%:en keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 29. Lymfocyttitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (± %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
B-Ly	-0,25	-0,91	10	10

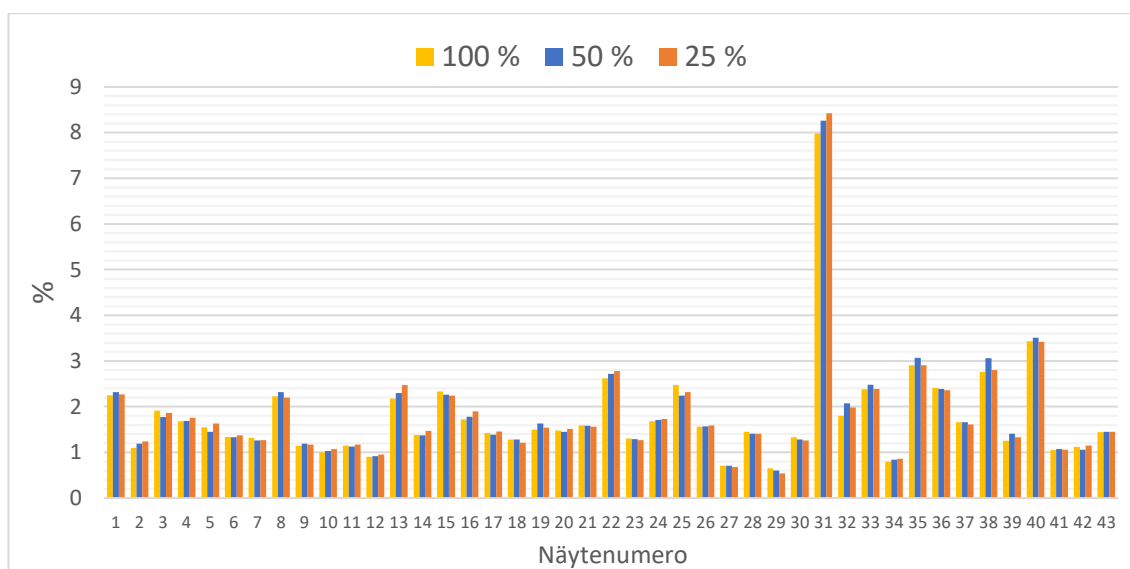
Kuviossa 28 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 28 nähdään, että yksittäisten näyteparien osalta yksi näytepari ylittää sallitun rajan 25 % täyttöasteen vertailusarjassa.



KUVIO 28. Näyteparien bias % vertailu lymfocyttituloksista

9.15 Retikulosyyttitulokset

Kuviossa 29 on esitetty havaintoyksiköittäin retikulosyyttitulokset täysissä ja vajaissa putkissa. Kuviossa nähdään, että eri täyttöasteista voidaan saada samansuuntaisia tuloksia. Retikulosyyttituloksissa 50 % täyttöasteen putken tulos eroaa täyden putken tuloksesta keskimäärin 0,07 %. Myös 25 % täyttöasteen putkesta saatu tulos eroaa keskimäärin 0,07 % täyden putken tuloksesta. Retikulosyyttien viitearvo naisilla ja miehillä on 0.6–2.0 % (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2018b).



KUVIO 29. Retikulosyyttien primaaritulokset

Retikulosyyttitulosten keskiarvo, mediaani, keskihajonta ja vaihteluväli (min-max) ovat esitetty taulukossa 30. Taulukosta nähdään, että eri täyttöasteista lasketut tunnusluvut ovat lähellä toisiaan. Vaihteluvälistä nähdään, että tulokset vaihtelevat laajasti eri potilaiden välillä, tuloksissa on myös viiterajan ylittäviä tuloksia.

TAULUKKO 30. Retikulosyyttitulosten keskiarvon, mediaanin, keskihajonnan ja vaihteluvälin vertailu (n=43)

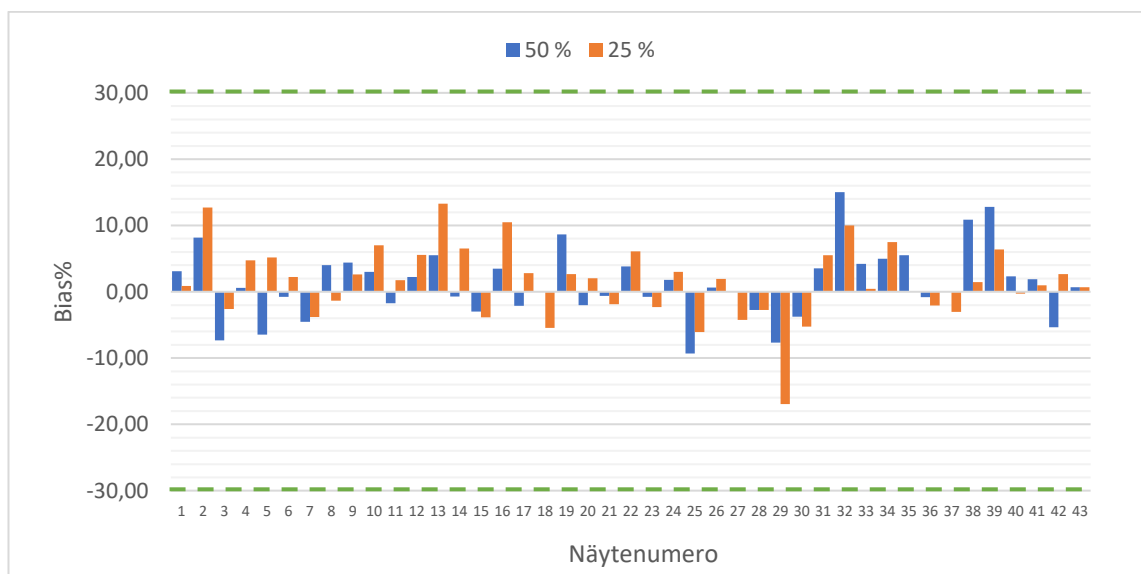
Osatutkimus	Putken täyttöaste	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Vaihteluväli (min-max)
E-Retik %	100 %	1,80	1,50	1,15	0,65–7,98
	50 %	1,83	1,45	1,20	0,60–8,26
	25 %	1,83	1,54	1,21	0,54–8,42

Taulukossa 31 on esitetty retikulosyyttitulosten bias %:n keskiarvo 50 % ja 25 % täyttöasteella sekä tulostasovertailun rajat (EPSHP). EPSHP:n tulostasovertailurajojen mukaan retikulosyyttitulosten yksittäisten näyteparien bias%:t saavat poiketa korkeintaan ± 30 % ja näyteparien bias%:en keskiarvot ± 20 %. Taulukosta 31 nähdään, että näyteparien bias% keskiarvot ovat tulostasovertailun rajojen sisällä molemmissa vertailusarjoissa.

TAULUKKO 31. Retikulosyyttitulosten bias %:n keskiarvot ja EPSHP:n tulostasovertailurajat bias %:lle (Kultti, J. 2021)

Osatutkimus	Vertailusarja 50 % vs 100 %	Vertailusarja 25 % vs 100 %	Tulostasovertailun raja (\pm %)	
			Yksittäinen näytepari	Näyteparien keskiarvo
E-Retik %	1,20	1,52	30	20

Kuviossa 30 esitetään havaintoyksiköittäin näyteparien bias%:t molemmista vertailusarjoista. Kuviossa vihreällä katkoviivalla on esitetty tulostasovertailun rajat yksittäisille näytepareille. Kuviossa 30 nähdään, että yksittäisten näyteparien bias%:t ovat tulostasovertailun rajojen sisällä.



KUVIO 30. Näyteparien bias % vertailu retikulosyyttituloksista

10 TUTKIMUKSEN EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2012) mukaan tutkimuksen voidaan sanoa olevan eettisesti hyväksyttävä ja luotettava ja tutkimuksen tulosten uskottavia vain, jos tutkimus on suoritettu hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Hyvän tieteellisen käytännön kriteereihin kuuluu rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus tutkimuksen kaikissa vaiheissa. Avoimuus ja vastuullisuus tutkimustuloksia julkaisessa kuuluu hyvään tieteelliseen käytäntöön. Myös muiden tutkijoiden kunnioitus asianmukaisilla viittauksilla on hyvän tieteellisen käytännön lähtökohtia. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Opinnäytetyö on tehty hyvän tieteellisen käytännön lähtökohdat huomioiden. Opinnäytetyötutkimuksen kaikki vaiheet on kerrottu todenmukaisesti ja rehellisesti sekä kaikki tulokset on ilmoitettu niitä muokkaamatta. Opinnäytetyötutkimuksen vaiheita suunniteltiin huolellisesti ja opinnäytetyöprosessista pidettiin päiväkirjaa. Tulokset syötettiin paperitulosteista käsin Exceliin. Syötetyt tulokset tarkistettiin mahdollisten näppäilyvirheiden varalta. Opinnäytetyössä käytettyjä teorian tiedon lähteitä arvioitiin kriittisesti ja pyrittiin käyttämään useita eri lähteitä niin kansallisia kuin kansainvälisiäkin. Aiheeseen liittyviä tutkimuksia haettiin tieteellisistä tietokannoista. Käytetyt lähteet ovat ajantasaisia ja lähteisiin on viitattu tekstissä asianmukaisesti.

Laissa ihmisen elimien, kudoksien ja solujen lääketieteellisestä käytöstä (101/2001) 20§ säädetään, että hoidon tai taudinmäärityksen vuoksi otettuja näytteitä voidaan käyttää menetelmäkehitykseen tai laadunhallintaan sen terveydenhuollon toimintayksikön luvalla, jonka toimintaa varten näyte on otettu, jos henkilötietoja ei käsitellä näytteitä käytettäessä. Seinäjoen keskussairaalan kliinisen kemian laboratoriossa on tämän lain nojalla jatkuva tutkimuslupa oman toiminnan kehittämiseen, sen vuoksi tämän opinnäytetyön toteuttaminen ei vaatinut erillistä tutkimuslupaa.

Eettisyys otettiin huomioon pyytämällä kaikilta näytteenantajilta suullinen suostumus ylimääräisten näyteputkien ottamista varten. Osallistuminen tähän opinnäy-

tetyötutkimukseen oli vapaaehtoista. Työn eettisyyden varmistamiseksi näytteenantajien henkilötietoja ei käsitelty opinnäytetyössä, vaan näyteputket identifioitiin näytenumerolla ja täyttöastetta vastaavalla kirjaimella. Exceliin tulokset kirjattiin juoksevalla näytenumerolla, joten tutkimustulosten yhdistäminen tiettyyn henkilöön ei ole mahdollista. Näytteiden analysoinnin jälkeen näyteputket hävitettiin asianmukaisesti laboratorion muiden näytteiden mukana. Opinnäytetyötutkimuksen valmistuttua kaikki paperitulosteet tuhottiin asianmukaisella tavalla tietosuoja huomioiden.

Määrällistä tutkimusta voidaan arvioida pätevyuden (validiteetin) ja luotettavuuden (reliabiliteetin) avulla. Tutkimus on validi, jos mittarilla on kyky mitata sitä, mitä tutkimuksessa on tarkoituskin mitata. Tutkimuksen voidaan sanoa olevan luotettava, jos mittauksilla on kyky antaa ei –sattumanvaraisia tuloksia ja toistettavia mittaustuloksia, eli luotettavuus tarkoittaa tulosten tarkkuutta. (Vilka 2015, 123–124.) Tämän tutkimuksen voidaan sanoa olevan validi, koska tutkimuksessa onnistuttiin mittaamaan haluttuja muuttujia ja saatiin niistä luotettavia tuloksia. Tutkimuksen pätevyyttä lisää se, että tulosten avulla pystyttiin vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen luotettavuutta lisää tutkimuksen toistettavuus, koska tutkimuksen vaiheet on työssä kerrottu, ne ovat toistettavissa. Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa myös käytetyn verenkuvan-analysaattorin asianmukainen kontrollointi, jolloin sillä voidaan saada toistettavia tuloksia.

Tämän opinnäytetyön luotettavuutta lisää se, että näytteet otettiin yleisten näytteenottosuositusten mukaan. Lähes kaikki näytteet otettiin itse, jolloin pystyttiin vakioimaan näytteenotto. Tutkimuksen luotettavuutta lisää myös se, että näytteet sekoitettiin huolellisesti heti näytteenoton jälkeen niin, että EDTA sekoittui näytteeseen kunnolla. Näytteet laitettiin näytetelineissä analysaattorille, joten näytteiden sekoitus oli tasalaatuista, koska laite sekoittaa näytteet ennen analysointia. Näytteiden analysoiminen samalla analysaattorilla lisäsi luotettavuutta, koska silloin pystyttiin poistamaan analysaattoreiden väliset tulostaseroerot.

11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyötutkimuksen tarkoituksena oli saada vastaus kahteen eri tutkimuskysymykseen, jotka liittyivät EDTA:n ja veren poikkeavan suhteen vaikutukseen täydellisen verenkuvan tuloksissa. Haluttiin selvittää, vaikuttaako EDTA:n ja veren poikkeava suhde 25 % tai 50 % täyttöasteen putkessa täydellisen verenkuvan tuloksiin verrattuna 100 % täyttöasteen putkesta saatuihin tuloksiin. Opinnäytetyöstä saatujen tulosten avulla pystyttiin vastaamaan tutkimuskysymyksiin sekä päästiin asetettuihin tavoitteisiin.

Tarkasteltaessa opinnäytetyön tuloksia näyteparien bias%:en keskiarvojen osalta, voidaan todeta, että tämän opinnäytetyötutkimuksen kaikkien osatutkimusten bias%:en keskiarvot ovat EPSHP:n tulostasovertailurajojen sisällä. Tämän perusteella EDTA:n ja veren poikkeavalla suhteella ei ole vaikutusta täydellisen verenkuvan tuloksiin.

Tässä opinnäytetyötutkimuksessa saadut tulokset ovat samansuuntaisia kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Fasakinin, Omisakinin, Esanin ja Ajayin (2014) tutkimuksessa bias% keskiarvot olivat eri osatutkimusten kohdalla sallittujen rajojen sisäpuolella (Fasakin, Omisakin, Esan & Ajayi 2014, 48–53). Xun, Robben, Jackin ja Rutledgen (2009) tekemässä tutkimuksessa bias% keskiarvot olivat sallittujen rajojen sisäpuolella kaikissa muissa osatutkimuksissa, mutta ei basofiilien kohdalla (Xu, Robbe, Jack & Rutledge 2009, 491–497). Myös Biljakin, Božičevićin, Krhačin ja Lovrenčićin (2016) tekemässä tutkimuksessa bias%:n keskiarvot olivat eri osatutkimusten kohdalla sallittujen rajojen sisäpuolella. Joidenkin osatutkimusten kohdalla yksittäisten näyteparien bias%:t ylittivät sallitun rajan. (Biljak, Božičević, Krhač & Lovrenčić 2016, 323–326.)

Tarkastellessa yksittäisten näyteparien bias% tuloksia voidaan havaita, että useiden osatutkimusten kohdalla myös kaikkien yksittäisten näyteparien bias% ovat tulostasovertailurajojen sisäpuolella. Nämä osatutkimukset ovat: **leukosyytit, erytrosyytit, MCV, RDW%, trombosyytit, monosyytit ja retikulosyytit**. Näiden

osatutkimusten osalta voidaan todeta, että EDTA:n ja veren poikkeavalla suhteella ei ole vaikutusta näiden osatutkimusten tuloksiin kummassakaan vertailusarjassa.

Hemoglobiini-, MCH- ja MCHC-tuloksissa bias% ylittyi yhden näyteparin kohdalla 50 % täyttöasteen vertailusarjassa. Kyseisen havaintoyksikön (näytenu-
mero 20) kohdalla 50 % täyttöasteen putkesta saatu hemoglobiinitulos oli 19 g/l suurempi kuin 100 % täyttöasteen putkesta saatu tulos (25 % täyttöasteen putkesta saatu tulos oli lähellä 100 % täyttöasteen putken tulosta). Laitte oli antanut 50 % täyttöasteen putkesta liputuksen ja putkesta mitattu hemoglobiinitulos oli luultavasti virheellisen korkea. Hemoglobiinituloksen poikkeama vaikuttaa myös tästä putkesta laskettuihin MCH ja MCHC arvoihin, koska MCH ja MCHC ovat laskennallisia parametreja ja niiden laskemiseen käytetään hemoglobiinitulosta. Siksi myös näiden osatutkimusten kohdalla bias% ylittyy kyseisen näyteparin kohdalla. Tämän perusteella tämä yksittäinen bias% ylitys voidaan jättää huomiotta näiden osatutkimusten kohdalla. Voidaan todeta, että EDTA:n ja veren poikkeavalla suhteella ei ole vaikutusta hemoglobiini-, MCH- ja MCHC-tuloksiin kummassakaan vertailusarjassa.

Hematokriittituloksissa tulostasovertailuraja ylittyi yhden näyteparin kohdalla, 25 % täyttöasteen vertailusarjassa. Hematokriittituloksia tarkastellessa voitiin nähdä, että hematokriittitulokset olivat pääsääntöisesti 25 % täyttöasteen putkissa korkeampia kuin 50 % ja 100 % täyttöasteissa. Joten on mahdollista, että 25 % täyttöasteen putkesta voidaan saada virheellisen korkeita tuloksia. Kyseisen havaintoyksikön kohdalla primaaritulos oli kuitenkin matala (0,268), joka voi myös vaikuttaa bias%:iin. Kyseessä saattaa olla myös satunnaisvirhe mittauksessa. Hematokriittitulosten perusteella voidaan sanoa, että EDTA:n ja veren poikkeavalla suhteella ei ole vaikutusta hematokriittituloksiin 50 % täyttöasteen putkessa, mutta 25 % täyttöasteen putkessa EDTA:n ja veren poikkeavalla suhteella saattaa olla nostavaa vaikutusta hematokriittitulokseen.

Neutrofiili- ja lymfosyyttituloksissa tulostasovertailuraja ylittyi yhden näyteparin kohdalla 25 % täyttöasteen vertailusarjassa. Koska ylityksiä oli vain yksi molemmissa osatutkimuksissa, kyseessä saattaa olla satunnaisvirhe mittauksessa. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että EDTA:n ja veren poikkeavalla suhteella

ei ole vaikutusta neutrofiili- ja lymfosyyttituloksiin 50 % täyttöasteen putkessa. 25 % täyttöasteen putkessa EDTA:n ja veren poikkeavalla suhteella ei ole keskimääräisesti vaikutusta neutrofiili- ja lymfosyyttituloksiin.

Eosinofiilituloksissa tulostasovertailuraja ylittyi yhteensä seitsemän näyteparin kohdalla. Ylityksiä oli molemmissa vertailusarjoissa, 50 % täyttöasteen vertailusarjassa neljä ja 25 % täyttöasteen vertailusarjassa kolme. Tulostasovertailurajan yli menneiden näyteparien primaaritulokset olivat kaikissa tapauksissa matalat (välillä: 0,00–0,06 E9/l). Myös **basofiilitulosten** kohdalla tulostasovertailurajan ylittäneiden näyteparien primaaritulokset olivat matalia (välillä: 0,01–0,08 E9/l), yhtä näyteparia lukuun ottamatta. Basofiilituloksissa sallitun tulostasovertailurajan ylitti yhteensä kuusi näyteparia, viisi niistä oli 25 % täyttöasteen vertailusarjassa.

Eosinofiili- ja basofiilituloksia tarkastelemalla voidaan päätellä, että matalilla tuloksilla riittävän toistettavien tulosten saaminen ei ole välttämättä mahdollista. Matalilla arvoilla pienikin muutos tuloksissa vaikuttaa bias%:in merkittävästi. Esimerkiksi $\pm 0,01$ muutos 0,01 E9/l primaarituloksessa aiheuttaa bias%:ksi ± 100 %. Myös Xu ym. (2009) tekivät tutkimuksessaan eosinofiili- ja basofiilitulosten matalien normaaliarvojen kohdalla saman havainnon. Bias%:t olivat matalilla tuloksilla korkeat, vaikka eri täyttöasteista lasketut keskiarvot olivat hyvin lähellä toisiaan. (Xu, Robbe, Jack & Rutledge 2009, 491–497.)

Opinnäytetyön aihe valikoitui, koska se oli kummankin tekijän mielestä mielenkiintoinen ja aiheeseen haluttiin perehtyä tarkemmin. Opinnäytetyön aikatauluksella on suuri merkitys työn etenemisen kannalta. Opinnäytetyön etenemisestä tehtiin suunnitelma etukäteen. Opinnäytetyötä saatiin tehtyä suunnitellun aikataulun mukaan ja se helpotti työn etenemistä. Yhteistyö sujui hyvin ja oli hyvä, että tekijöitä oli kaksi, niin pystyttiin pohtia asioita yhdessä.

Tiedonhankintataidot kehittyivät opinnäytetyötä tehdessä. Hyödynnettiin paljon erilaisia lähteitä, niin kotimaisia kuin ulkomaisiakin. Lähteitä löytyikin hyvin, eniten haasteita tuotti hyvien lähteiden löytäminen EDTA antikoagulantista, mutta

lopulta siihenkin löydettiin hyviä lähteitä. Haastavaa oli myös löytää laajan teoriatiedon joukosta opinnäytetyön kannalta olennainen tieto. Lähteitä pyrittiin arvioimaan kriittisesti.

Aineiston keruu saatiin hyvin toteutettua. Näytteitä kerättiin seitsemänä päivänä, joten ei tarvinnut kerätä suurta määrää näytteitä kerralla. Näin saatiin myös näytteiden analysointi suoritettua helpommin, eikä verenkuvatyöpistettä kuormitettu liikaa. Näytteiden keräämisessä haastavinta oli saada putket täyttymään haluttuun tilavuuteen. Tässä helpotti siipineulan käyttö, sillä silloin putkea pystyi pitämään pystysuorassa ja putken täyttymistä oli helpompi seurata. Välillä joutui ottamaan uuden putken, kun täyttöaste ylittyi. Näytteiden analysointi verenkuvanalyysaattorilla onnistui myös hyvin, henkilökunnalta saatiin tarvittaessa apua näytteiden analysointiin ja analysaattorin käyttöön.

Opinnäytetyön tuloksia käsiteltäessä huomattiin, että yhden näytteen (näytenumero 20) kohdalla laite oli antanut liputuksen. Liputuksen tarkkaa syytä ei saatu selvitettyä, mutta voi olla mahdollista, että näytteessä olisi ollut hyytymä tai ilma- kupla. Jos liputus olisi huomattu näytettä analysoitaessa, olisi näyte voitu ajaa uudelleen ja mahdollisesti olisi voitu saada muita täyttöasteita vastaava tulos. Jos kyseessä olisi ollut hyytymä, olisi se voitu visuaalisesti havaita. Näytteen hylkäämistä harkittiin ja näytesarjan bias% keskiarvo laskettiin myös ilman sitä. Näytenumero 20 päätettiin ottaa mukaan tutkimukseen, koska se ei vaikuttanut merkittävästi vertailusarjasta laskettuun bias%:n keskiarvoon.

Opinnäytetyön aineiston koon suhteen tavoitteeksi asetettiin kerätä näytteitä 30–50 potilaasta. Tavoite saatiin hyvin täytettyä, koska näytteitä kerättiin 43 potilaalta. Opinnäytetyön aineisto oli monipuolinen, koska se koostui sekä viiterajan sisällä olevista tuloksista, että viiterajan alittavista ja ylittävistä tuloksista. Opinnäytetyöstä saatuja tuloksia voidaan siis myös hyödyntää viiterajan alittavien ja ylittävien tulosten tulkinnessa.

Tähän opinnäytetyöhön ehdotettiin yhdeksi muuttujaksi näyteputken ylitäyttöä, mutta se rajattiin tästä työstä pois, koska opinnäytetyöstä olisi tullut liian laaja. Ylitäyttö tähän opinnäytetyöhön yhdistettynä olisi tehnyt näytteiden keräämi-

sestä hankalampaa, koska kaikki näytteet olisi pitänyt kerätä avotekniikkaa hyödyntäen. Jatkotutkimusaiheena voisi siis olla näyteputken ylitäytön vaikutus täydellisen veren kuvan tuloksiin.

LÄHTEET

Ahn, S., Cho, S-M., Shin, H. & Lee, K-A. 2016. Comparison of improvacuter EDTA tube with BD Vacutainer EDTA tube for routine hematological analysis: clinical significance of differences, stability study and effects of K2 and K3 EDTA. *Journal of laboratory medicine and quality assurance*. 38 (2), 77-86.

Bain, B.J., Bates, I., Laffan, MA. & Lewis, S. 2017. *Dacie and Lewis Practical haematology*. 12. painos. Oxford: Elsevier health sciences.

Banfi, G., Salvagno, G. & Lippi, G. 2007. The role of ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA) as in vitro anticoagulant for diagnostic purposes. *Clinical Chemistry Laboratory Medicine*. 45 (5), 565-576.

BD. N.d. BD vacutainer EDTA tubes FAQ. Luettu 31.3.2021.

<https://www.bd.com/en-us/offerings/capabilities/specimen-collection/blood-specimen-collection/venous-collection/bd-vacutainer-blood-collection-tubes/vacutainer-blood-collection-tube-faq/edta-tubes-faq>

Biljak, V., Božičević, S., Krhač, M., & Lovrenčić, M. 2016. Impact of under-filled blood collection tubes containing K2EDTA and K3EDTA as anticoagulants on automated complete blood count (CBC) testing. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)* 54 (11), 323–326.

Cellavision. 2021. Leukocytes in peripheral blood. Luettu 14.5.2021.

<https://www.cellavision.com/en/cellavision-cellatlas/leukocytes>

Clinical and laboratory standards institute. 2003. *Tubes and additives for venous blood specimen collection; Approved standard- fifth edition*. H1-A5. Vol. 23. No. 33.

Coleman, M. 2012. Hemoglobin metabolism. Teoksessa Rodak, B., Fritsma, G. & Keohane, E. (toim.) *Hematology. Clinical principles and applications*. 4. painos. Missouri: Elsevier Saunders.

Doig, K. 2012. Erythrocyte production and destruction. Teoksessa Rodak, B., Fritsma, G. & Keohane, E. (toim.) *Hematology. Clinical principles and applications*. 4. painos. Missouri: Elsevier Saunders.

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. 2014. Täydellinen verenkuvaa. Päivitetty 24.11.2014. Luettu 16.11.2020. <http://81.209.127.193/labraohje/lab-raohje.asp?tutkimus=3696>

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. 2018a. Perusverenkuvaa ja trombosyytit. Päivitetty 1.11.2018. Luettu 16.11.2020. <http://81.209.127.193/labraohje/lab-raohje.asp?tutkimus=2474>

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. 2018b. Retikulosyytit. Päivitetty 16.2.2018. Luettu 16.11.2020. <http://81.209.127.193/labraohje/labraohje.asp?tutkimus=8476>

Fasakin, K.A., Omisakin, C.T., Esan, A.J. & Ajayi, O.D. 2014. Lower sample volumes collected into spray-dried K2EDTA vacutainer bottles are suitable for automated complete blood count analysis including differential leukocyte count. *Journal of Dental and Medical Sciences* 13 (1), 48-53.

FINAS. 2016. Kalibroinnit. Päivitetty 17.2.2016. Luettu 5.5.2021. <https://www.finas.fi/akkreditointi/jaljittavyys/Sivut/Kalibroinnit.aspx>

Fritsma, G. 2012. Platelet production, structure, and function. Teoksessa Rodak, B., Fritsma, G. & Keohane, E. (toim.) *Hematology. Clinical principles and applications*. 4. painos. Missouri: Elsevier Saunders.

Hatton, C. S. R., Hughes-Jones, N: C., Hay, D. & Keeling D. 2013. *Haematology. Lecture notes*. 9. painos. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.

Heikkilä, T. 2014. *Tilastollinen tutkimus*. 9. uud. p. Helsinki: Edita.

Irjala, K., Kivi, N. & Pelanti, J. 2016. Preanalytiikan laadun seuranta kuntoon. *Moodi* 6/2016, 32–33.

Hiltunen, E., Linko, L., Hemminki, S., Hägg, M., Järvenpää, E., Saarinen, P., Simonen, S. & Kärhä, P. 2011. Laadukkaan mittaamisen perusteet. Espoo: Metrologian neuvottelukunta ja Mittatekniikan keskus. Mikes julkaisu J4/2011.

Joutsu-Korhonen, L. & Koski, T. 2010. Hemostaasin tutkimukset. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) *Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia*. 3. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

Kananen, J. 2015. *Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun*. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 202. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Kangastupa, P. Sairaalakemisti. 2021. Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti. Paivikki.Kangastupa@epshp.fi. Luettu 22.11.2021.

Kultti, J. Sairaalakemisti. 2020. Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti. jo-hanna.kultti@epshp.fi. Luettu 27.10.2020.

Kultti, J. Sairaalakemisti. 2021. Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti. jo-hanna.kultti@epshp.fi. Luettu 6.5.2021.

Labquality. 2020a. Laadunvarmistus. Luettu 1.4.2021. https://www.labquality.fi/vieritestsuositus/luotettava_vieritesti/laadunvarmistus/

Labquality. 2020b. Labqualityn ulkoinen laadunarviointipalvelu. Luettu 1.4.2021. <https://www.labquality.fi/laadunarviointi/kenelle-ja-miksi/>

Labquality. 2020c. Sisäinen laadunvarmistus. Luettu 1.4.2021. <https://www.labquality.fi/sisaiset-kontrollit/laboratorioiden-sisainen-laadunvarmistus/>

Laki ihmisen elimien, kudoksien ja solujen lääketieteellisestä käytöstä
2.2.2001/101.

Lassila, R. 2015. Veren hyytyminen ja fibrinolyysi. Teoksessa Porkka, K., Lassila, R., Remes, K. & Savolainen, E-R. (toim.) Veritaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Lehtimäki, S. 2020. Virtausytometria kliinisessä hematologian laboratoriossa. *Kliinlab.* 6/2020, 179.

Matikainen, A-M., Miettinen, M. & Wasström, K. 2016. Näytteenottajan käsikirja. 2. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy

Matinlauri, I. & Vilpo, J. 2010. Polysytemiat. Yleistä. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia. 3.painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

Nousiainen, T. 2015. Anemiapotilaan tutkiminen. Teoksessa Porkka, K., Lassila, R., Remes, K. & Savolainen, E-R. (toim.) Veritaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim

Pelanti, J., Berghäll, H. & Irjala, K. 2019. Mitä kuuluu suomalaiseen preanalytiikkaan. *Moodi* 2–3/2019, 30–31.

Savolainen, E-R. 2010. Laboratorion perusmenetelmät. Solulaskenta. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia. 3.painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

Savolainen, E-R., Pelliniemi, T-T. & Koski, T. 2010. Hematologian analysointit. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia. 3.painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

Savolainen, E-R. & Tienhaara, A. 2015. Verinäytteet ja morfologiset tutkimukset. Teoksessa Porkka, K., Lassila, R., Remes, K. & Savolainen, E-R. (toim.) Veritaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Siitonen, T. & Koistinen, P. 2015. Verisolujen tuotanto ja sen säätely. Teoksessa Porkka, K., Lassila, R., Remes, K. & Savolainen, E-R. (toim.) Veritaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Stiene-Martin, A. 2012. Leukocyte development, kinetics and functions. Teoksessa Rodak, B., Fritsma, G. & Keohane, E. (toim.) Hematology. Clinical principles and applications. 4. painos. Missouri: Elsevier Saunders.

Sysmex. 2012. XN-series. Automated hematology analyzer. Clinical case report vol. 2.

Sysmex. N.d. XN-1000. Luettu 19.11.2020. <https://www.sysmex-europe.com/n/products/products-detail/xn-1000.html#>

Tunturi, S. 2020. Punasoluindeksit. Terveyskirjasto Duodecim. Julkaistu 30.12.2020. Luettu 24.11.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03033/punasoluindeksit>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsittelyminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012. Helsinki. https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2019. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019. 2. uudistettu painos. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 3/2019. Helsinki. https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf

Veripalvelu. 2017. Tietoa verestä. Päivitetty 11.1.2017. Luettu 30.3.2021. <https://www.veripalvelu.fi/verenluovutus/veren-matka/tietoa-veresta>

Vilka, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. uudistettu painos. Jyväskylä: PS-kustannus.

Volin, L. 2015. Aplastinen anemia. Teoksessa Porkka, K., Lassila, R., Remes, K. & Savolainen, E-R. (toim.) Veritaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

WHO. 2009. Good clinical laboratory practice (GCLP). Julkaistu 13.3.2009. <https://www.who.int/tdr/publications/documents/gclp-web.pdf?ua=1>

Xu, M., Robbe, V.A., Jack, R.M. & Rutledge, J.C. 2009. Under-filled blood collection tubes containing K2EDTA as anticoagulant are acceptable for automated complete blood counts, white blood cell differential and reticulocyte count. International Journal of Laboratory Hematology 2010; 32, 491–497.

Åkerman, K. & Jokela, H. 2010. Fotometria. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia. 3.painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

LIITTEET

Liite 1. Tiedote tutkimuksesta

Hei,

Olemme bioanalyttikko-opiskelijoita ja teemme opinnäytetyötä veren ja EDTA:n suhteen vaikutuksesta täydellisen veren kuvan tuloksiin. Potilaalta tarvitaan täysi 3 ml:n EDTA-putki, 50 %:n täyttöasteen putki (1,5 ml) ja 25 %:n täyttöasteen putki (0,75 ml). Täyden putken tuloksen saamme TVK/PVK primaariputkesta, lisäksi tarvitsemme kustakin potilaasta kaksi ylimääräistä EDTA-putkea, joiden täyttöasteet ovat 50 % ja 25 %. Primaariputken saa laittaa tempukselle. Teemme näyttesettejä valmiiksi, joihin on merkattu mustalla tussilla täyttöasteet ja tarraan kirjoitettu joko B (=50 % täyttöaste) tai C (=25 % täyttöaste). Näytteitä tarvitaan 30 potilaasta ja lisäksi n. 10 terveen henkilön näytteet (esim. henkilökunnasta). Näytteet tulee ottaa joko siipineulalla tai avoneulalla. Potilaalta pyydetään suullinen suostumus ylimääräisten näytteiden ottamista varten. Näytteet ja tulokset käsitellään ilman henkilötietoja, putket identifioidaan muulla tavoin. Ylimääräisiin putkiin tulee kirjoittaa primaariputken näyttenumero. Analysointi vaiheessa etsitään primaariputki arkistosta ja ajetaan se uudelleen vajaiden putkien kanssa yhtä aikaa. Kaikki näytteet tulee analysoida samalla analysaattorilla (Jormalla). Tuloksista otetaan printit ja laitetaan ne niille tarkoitettuun muovitaskuun. Erilliseen taulukkoon kirjataan otettujen settien määrä, jolloin pystytään seuraamaan tavoite määrän täyttymistä.

Kiitos yhteistyöstä!

Mari Oravamäki & Mirva Tuominen

19KABASJ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Liite 2. Primaaritulokset

1 (15)

B-Leuk (E9/I)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	7,52	7,51	7,43
2	25,46	25,15	25,31
3	12,41	12,76	12,76
4	4,57	4,74	4,69
5	4,64	4,37	4,74
6	7,86	8,15	7,80
7	7,12	7,19	6,94
8	9,02	8,86	9,06
9	4,58	4,56	4,55
10	8,25	8,01	8,04
11	6,40	6,14	6,49
12	8,78	8,62	8,82
13	12,54	12,16	12,25
14	6,15	6,26	6,42
15	9,48	9,13	9,22
16	10,16	9,86	9,41
17	5,80	5,74	5,65
18	9,15	8,93	8,93
19	11,48	11,70	11,70
20	7,06	6,87	6,83
21	5,85	6,04	6,23
22	10,75	10,83	10,87
23	4,39	4,57	4,36
24	5,71	5,66	5,77
25	11,46	11,68	11,69
26	11,56	11,58	11,42
27	3,23	3,10	3,13
28	8,71	8,80	9,03
29	11,51	10,85	10,82
30	9,22	9,41	9,25
31	14,84	15,34	15,14
32	5,96	5,93	5,95
33	11,92	11,96	11,88
34	15,96	16,36	16,47
35	6,51	6,54	6,39
36	7,26	7,04	7,02
37	9,76	9,92	9,77
38	7,56	7,79	7,89
39	8,91	8,65	8,86
40	7,56	7,51	7,32
41	3,68	3,45	3,49
42	2,06	2,11	1,96
43	9,85	9,39	9,76

B-Eryt (E12/I)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	4,92	4,85	4,90
2	5,13	5,09	5,18
3	3,90	3,81	3,84
4	4,82	4,81	4,91
5	5,30	5,32	5,33
6	3,50	3,43	3,52
7	4,54	4,59	4,58
8	4,13	4,14	4,18
9	5,39	5,41	5,40
10	4,75	4,73	4,74
11	4,61	4,69	4,69
12	4,43	4,43	4,43
13	4,24	4,28	4,32
14	3,59	3,54	3,55
15	3,25	3,26	3,34
16	4,84	4,80	4,88
17	4,93	4,91	4,97
18	4,80	4,70	4,83
19	3,25	3,20	3,38
20	4,59	4,60	4,67
21	5,42	5,41	5,51
22	3,83	3,88	3,86
23	3,73	3,78	3,80
24	5,22	5,27	5,27
25	4,98	4,96	5,06
26	4,05	3,90	3,95
27	2,90	2,90	2,98
28	5,02	5,06	5,07
29	3,13	3,13	3,28
30	4,33	4,33	4,46
31	3,18	3,21	3,14
32	4,97	5,01	5,03
33	5,01	5,01	4,96
34	4,65	4,64	4,69
35	3,78	3,78	3,81
36	4,14	4,07	4,10
37	4,64	4,62	4,67
38	3,47	3,51	3,54
39	5,22	5,16	5,18
40	3,73	3,70	3,75
41	4,13	4,09	4,10
42	1,99	1,96	1,97
43	4,88	4,81	4,88

B-Hb (g/l)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	149	149	151
2	153	152	155
3	131	127	128
4	149	149	151
5	158	157	159
6	114	113	115
7	140	140	140
8	132	133	135
9	155	155	157
10	148	147	147
11	107	108	110
12	131	132	132
13	131	131	133
14	121	121	121
15	112	113	117
16	144	143	145
17	149	149	149
18	142	142	145
19	109	108	110
20	141	160	143
21	157	153	156
22	95	94	96
23	130	132	132
24	166	166	167
25	152	153	155
26	136	131	132
27	104	104	106
28	142	143	142
29	91	91	94
30	127	127	130
31	95	96	96
32	148	150	150
33	150	151	152
34	138	139	139
35	112	112	113
36	118	117	117
37	142	143	145
38	121	122	124
39	161	160	161
40	97	97	97
41	124	125	124
42	80	79	80
43	147	147	149

B-HKR

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	0,44	0,43	0,44
2	0,43	0,43	0,44
3	0,38	0,38	0,38
4	0,45	0,45	0,46
5	0,47	0,47	0,48
6	0,34	0,33	0,34
7	0,41	0,41	0,42
8	0,39	0,40	0,40
9	0,47	0,47	0,47
10	0,43	0,43	0,44
11	0,35	0,36	0,36
12	0,39	0,39	0,39
13	0,39	0,40	0,41
14	0,36	0,36	0,36
15	0,33	0,33	0,34
16	0,44	0,44	0,45
17	0,44	0,44	0,45
18	0,42	0,41	0,43
19	0,32	0,31	0,33
20	0,42	0,42	0,43
21	0,48	0,48	0,49
22	0,31	0,31	0,32
23	0,36	0,37	0,38
24	0,49	0,50	0,50
25	0,45	0,45	0,46
26	0,40	0,38	0,39
27	0,29	0,30	0,31
28	0,43	0,43	0,44
29	0,27	0,27	0,28
30	0,38	0,38	0,39
31	0,28	0,29	0,29
32	0,44	0,44	0,45
33	0,44	0,44	0,44
34	0,39	0,40	0,40
35	0,35	0,35	0,35
36	0,36	0,35	0,35
37	0,43	0,43	0,44
38	0,35	0,36	0,37
39	0,45	0,44	0,45
40	0,32	0,32	0,33
41	0,38	0,37	0,37
42	0,23	0,22	0,22
43	0,43	0,43	0,44

E-MCV (fi)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	88,4	89,1	90,0
2	83,2	83,7	84,7
3	97,4	98,7	99,0
4	92,3	92,9	93,9
5	88,3	88,5	89,1
6	96,6	96,8	97,7
7	90,1	90,2	91,5
8	95,4	95,4	95,9
9	86,8	86,9	87,4
10	91,2	91,8	91,8
11	75,5	75,7	75,9
12	87,1	87,6	87,8
13	92,9	93,2	93,8
14	101,1	101,7	102,3
15	100,9	100,6	101,5
16	90,7	91,0	91,8
17	90,1	90,4	90,9
18	87,3	87,7	88,2
19	97,5	97,8	97,9
20	90,8	90,7	91,6
21	88,6	88,2	88,4
22	81,2	80,9	81,9
23	97,6	98,1	98,7
24	94,3	94,1	95,3
25	90,6	90,7	91,7
26	98,0	98,5	99,2
27	101,4	101,7	103,0
28	85,3	85,4	86,0
29	85,6	86,3	86,6
30	87,8	88,0	88,3
31	89,3	90,7	91,4
32	87,9	88,4	88,9
33	87,6	88,4	88,7
34	84,5	85,1	85,7
35	91,3	91,5	92,4
36	86,5	86,5	86,3
37	91,8	92,2	93,1
38	100,6	101,1	103,1
39	85,6	86,0	86,7
40	86,1	86,2	87,2
41	90,8	90,7	91,2
42	113,1	112,8	113,7
43	88,7	89,0	90,0

E-MCH (pg)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	30,3	30,7	30,8
2	29,8	29,9	29,9
3	33,6	33,3	33,3
4	30,9	31,0	30,8
5	29,8	29,5	29,8
6	32,6	32,9	32,7
7	30,8	30,5	30,6
8	32,0	32,1	32,3
9	28,8	28,7	29,1
10	31,2	31,1	31,0
11	23,2	23,0	23,5
12	29,6	29,8	29,8
13	30,9	30,6	30,8
14	33,7	34,2	34,1
15	34,5	34,7	35,0
16	29,8	29,8	29,7
17	30,2	30,3	30,0
18	29,6	30,2	30,0
19	33,5	33,8	32,5
20	30,7	34,8	30,6
21	29,0	28,3	28,3
22	24,8	24,2	24,9
23	34,9	34,9	34,7
24	31,8	31,5	31,7
25	30,5	30,8	30,6
26	33,6	33,6	33,4
27	35,9	35,9	35,6
28	28,3	28,3	28,0
29	29,1	29,1	28,7
30	29,3	29,3	29,1
31	29,9	29,9	30,6
32	29,8	29,9	29,8
33	29,9	30,1	30,6
34	29,7	30,0	29,6
35	29,6	29,6	29,7
36	28,5	28,7	28,5
37	30,6	31,0	31,0
38	34,9	34,8	35,0
39	30,8	31,0	31,1
40	26,0	26,2	25,9
41	30,0	30,6	30,2
42	40,2	40,3	40,6
43	30,1	30,6	30,5

E-MCHC (g/l)

	Täysi 100%	50 %	25 %	
1	343	345	342	
2	358	357	353	
3	345	338	337	
4	335	333	328	
5	338	333	335	
6	337	340	334	
7	342	338	334	
8	335	337	337	
9	331	330	333	
10	342	339	338	
11	307	304	309	
12	339	340	339	
13	332	328	328	
14	333	336	333	
15	341	345	345	
16	328	327	324	
17	336	336	330	
18	339	345	340	
19	344	345	332	
20	338	384	334	
21	327	321	320	
22	305	299	304	
23	357	356	352	
24	337	335	333	
25	337	340	334	
26	343	341	337	
27	354	353	345	
28	332	331	326	
29	340	337	331	
30	334	333	330	
31	335	330	334	
32	339	339	336	
33	342	341	345	
34	351	352	346	
35	325	324	321	
36	330	332	331	
37	333	336	333	
38	347	344	340	
39	360	360	359	
40	302	304	297	
41	331	337	332	
42	356	357	357	
43	339	343	339	

E-RDW (%)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	12,8	12,9	12,9
2	14,2	14,4	14,4
3	14,3	14,4	14,5
4	13,7	13,7	13,8
5	13,1	13,2	13,2
6	14,3	14,3	14,3
7	12,8	12,7	12,7
8	12,6	12,7	12,7
9	13,7	13,9	14,0
10	12,6	12,6	12,7
11	17,3	17,4	17,4
12	13,9	14,1	14,0
13	14,1	14,3	14,0
14	12,7	12,8	12,7
15	16,5	16,5	16,6
16	18,5	18,3	18,5
17	12,5	12,5	12,4
18	13,2	13,1	13,1
19	12,2	12,3	12,4
20	13,0	13,0	13,0
21	16,6	16,5	16,6
22	21,0	21,0	21,0
23	16,2	16,4	16,4
24	12,8	12,9	12,9
25	13,2	13,2	13,3
26	14,2	14,4	14,4
27	14,9	14,9	15,3
28	14,0	14,0	14,1
29	13,8	13,9	13,9
30	12,5	12,4	12,5
31	16,8	17,1	17,2
32	13,1	13,0	13,2
33	13,4	13,3	13,4
34	14,0	14,1	14,2
35	16,2	16,1	16,3
36	15,5	15,5	15,4
37	13,9	13,8	14,0
38	16,2	16,2	16,3
39	12,1	12,2	12,2
40	17,6	17,5	17,7
41	15,3	15,5	15,5
42	15,6	15,6	15,7
43	11,9	11,9	11,9

B-Trom (E9/I)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	233	231	232
2	119	118	116
3	389	395	388
4	231	230	226
5	222	223	220
6	282	282	277
7	418	415	413
8	371	375	365
9	301	299	298
10	229	229	225
11	285	297	295
12	282	287	283
13	340	341	338
14	196	200	197
15	578	586	576
16	239	238	237
17	350	351	345
18	321	333	330
19	335	335	332
20	184	181	183
21	345	342	341
22	336	336	330
23	253	251	247
24	242	239	240
25	191	192	190
26	284	293	285
27	45	43	44
28	254	242	234
29	352	337	333
30	346	342	336
31	460	456	460
32	345	339	342
33	239	242	245
34	151	152	148
35	389	389	373
36	412	413	401
37	297	298	293
38	589	587	577
39	221	218	216
40	286	284	278
41	217	216	215
42	158	156	155
43	247	234	234

B-Neut (E9/I)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	5,07	5,08	5,08
2	21,95	21,41	21,71
3	9,48	9,74	9,86
4	2,61	2,75	2,69
5	2,05	1,95	2,17
6	4,54	4,80	4,58
7	4,89	4,89	4,82
8	5,76	5,77	5,89
9	2,71	2,64	2,63
10	4,92	4,68	4,75
11	4,31	4,13	4,27
12	6,62	6,45	6,78
13	8,93	8,63	8,72
14	4,91	5,04	5,20
15	6,14	5,99	6,03
16	7,54	7,36	6,39
17	3,46	3,39	3,43
18	5,91	5,68	5,58
19	9,46	9,60	9,60
20	4,68	4,48	4,52
21	4,12	4,24	4,35
22	7,02	7,10	7,09
23	2,49	2,62	2,57
24	3,88	3,87	3,97
25	8,39	8,59	8,58
26	8,23	8,35	8,25
27	1,61	1,49	1,52
28	5,81	5,81	5,96
29	8,33	7,83	7,75
30	7,09	7,24	7,24
31	12,76	13,22	12,98
32	3,43	3,38	3,43
33	9,10	9,05	9,00
34	13,70	14,02	14,09
35	4,40	4,47	4,38
36	5,13	4,94	5,00
37	6,30	6,36	6,40
38	4,50	4,64	4,67
39	5,95	5,72	5,95
40	4,41	4,34	4,18
41	0,91	0,87	0,92
42	0,54	0,52	0,49
43	6,61	6,37	6,62

B-Eos (E9/l)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	0,42	0,40	0,42
2	0,06	0,03	0,00
3	0,27	0,28	0,28
4	0,18	0,17	0,20
5	0,26	0,20	0,21
6	0,12	0,10	0,11
7	0,07	0,08	0,08
8	0,12	0,13	0,11
9	0,02	0,05	0,02
10	0,16	0,16	0,17
11	0,13	0,12	0,14
12	0,21	0,20	0,21
13	0,38	0,35	0,35
14	0,02	0,01	0,03
15	0,51	0,53	0,49
16	0,10	0,09	0,08
17	0,11	0,12	0,12
18	0,44	0,45	0,48
19	0,19	0,20	0,17
20	0,27	0,31	0,29
21	0,10	0,10	0,10
22	1,00	1,00	1,00
23	0,17	0,17	0,14
24	0,12	0,12	0,11
25	0,34	0,31	0,31
26	0,37	0,42	0,33
27	0,01	0,01	0,02
28	0,14	0,15	0,15
29	0,01	0,00	0,01
30	0,11	0,10	0,08
31	0,14	0,11	0,14
32	0,25	0,23	0,24
33	0,33	0,34	0,35
34	0,00	0,00	0,00
35	0,33	0,33	0,29
36	0,15	0,16	0,14
37	0,33	0,34	0,31
38	0,61	0,65	0,63
39	0,07	0,08	0,07
40	0,27	0,29	0,27
41	0,12	0,12	0,10
42	0,28	0,35	0,26
43	0,21	0,21	0,21

B-Baso (E9/I)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	0,07	0,04	0,06
2	0,16	0,21	0,03
3	0,04	0,05	0,05
4	0,03	0,04	0,02
5	0,03	0,02	0,03
6	0,03	0,03	0,01
7	0,07	0,06	0,06
8	0,04	0,05	0,04
9	0,02	0,01	0,02
10	0,05	0,06	0,06
11	0,05	0,04	0,08
12	0,03	0,02	0,02
13	0,10	0,08	0,10
14	0,07	0,06	0,06
15	0,15	0,17	0,17
16	0,04	0,05	0,04
17	0,08	0,10	0,09
18	0,15	0,16	0,20
19	0,04	0,04	0,04
20	0,03	0,03	0,03
21	0,05	0,07	0,07
22	0,06	0,06	0,06
23	0,03	0,03	0,02
24	0,06	0,04	0,04
25	0,04	0,05	0,06
26	0,06	0,06	0,05
27	0,00	0,00	0,01
28	0,02	0,02	0,03
29	0,04	0,03	0,03
30	0,04	0,03	0,03
31	0,05	0,05	0,06
32	0,08	0,08	0,08
33	0,07	0,09	0,06
34	0,10	0,12	0,13
35	0,04	0,06	0,04
36	0,03	0,03	0,05
37	0,07	0,07	0,06
38	0,19	0,19	0,18
39	0,03	0,04	0,02
40	0,03	0,05	0,05
41	0,05	0,03	0,04
42	0,03	0,02	0,02
43	0,05	0,05	0,05

B-Monos (E9/I)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	0,85	0,88	0,83
2	1,60	1,65	1,78
3	0,74	0,78	0,74
4	0,50	0,55	0,51
5	0,54	0,54	0,56
6	0,60	0,60	0,61
7	0,58	0,57	0,50
8	0,77	0,72	0,73
9	0,36	0,38	0,38
10	0,72	0,74	0,72
11	0,36	0,38	0,40
12	1,05	1,02	0,98
13	1,35	1,33	1,28
14	0,52	0,47	0,53
15	0,75	0,68	0,69
16	0,95	0,93	0,87
17	0,41	0,38	0,40
18	1,03	1,01	1,00
19	0,89	0,95	0,99
20	0,69	0,68	0,66
21	0,42	0,45	0,47
22	1,00	0,99	0,98
23	0,39	0,42	0,37
24	0,60	0,60	0,60
25	0,96	1,03	0,95
26	0,73	0,77	0,74
27	0,26	0,26	0,25
28	0,78	0,82	0,79
29	0,73	0,66	0,64
30	0,67	0,61	0,58
31	0,89	0,98	0,94
32	0,46	0,44	0,42
33	0,86	0,97	0,92
34	1,10	1,10	1,20
35	0,71	0,69	0,68
36	0,76	0,74	0,78
37	0,78	0,82	0,77
38	0,64	0,64	0,71
39	0,64	0,66	0,68
40	0,63	0,66	0,63
41	0,83	0,71	0,72
42	0,10	0,09	0,09
43	0,60	0,52	0,57

B-Ly (E9/I)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	1,11	1,11	1,04
2	1,69	1,85	1,79
3	1,88	1,91	1,83
4	1,25	1,23	1,27
5	1,76	1,66	1,77
6	2,57	2,62	2,49
7	1,51	1,59	1,48
8	2,33	2,19	2,29
9	1,47	1,48	1,50
10	2,40	2,37	2,34
11	1,55	1,47	1,60
12	0,87	0,93	0,83
13	1,78	1,77	1,80
14	0,63	0,68	0,60
15	1,93	1,76	1,84
16	1,53	1,43	1,49
17	1,74	1,75	1,61
18	1,62	1,63	1,67
19	0,90	0,91	0,90
20	1,39	1,37	1,33
21	1,16	1,18	1,24
22	1,67	1,68	1,74
23	1,31	1,33	1,26
24	1,05	1,03	1,05
25	1,73	1,70	1,79
26	2,17	1,98	2,05
27	1,35	1,34	1,33
28	1,96	2,00	2,10
29	2,40	2,33	2,39
30	1,31	1,43	1,32
31	1,00	0,98	1,02
32	1,74	1,80	1,78
33	1,56	1,51	1,55
34	1,06	1,12	1,05
35	1,03	0,99	1,00
36	1,19	1,17	1,05
37	2,28	2,33	2,23
38	1,62	1,67	1,70
39	2,22	2,15	2,14
40	2,22	2,17	2,19
41	1,77	1,72	1,71
42	1,11	1,13	1,10
43	2,38	2,24	2,31

E-Retik (%)

	Täysi 100%	50 %	25 %
1	2,25	2,32	2,27
2	1,10	1,19	1,24
3	1,91	1,77	1,86
4	1,68	1,69	1,76
5	1,55	1,45	1,63
6	1,34	1,33	1,37
7	1,32	1,26	1,27
8	2,23	2,32	2,20
9	1,14	1,19	1,17
10	1,00	1,03	1,07
11	1,15	1,13	1,17
12	0,90	0,92	0,95
13	2,18	2,30	2,47
14	1,38	1,37	1,47
15	2,33	2,26	2,24
16	1,72	1,78	1,90
17	1,42	1,39	1,46
18	1,28	1,28	1,21
19	1,50	1,63	1,54
20	1,48	1,45	1,51
21	1,59	1,58	1,56
22	2,62	2,72	2,78
23	1,30	1,29	1,27
24	1,68	1,71	1,73
25	2,47	2,24	2,32
26	1,56	1,57	1,59
27	0,71	0,71	0,68
28	1,45	1,41	1,41
29	0,65	0,60	0,54
30	1,33	1,28	1,26
31	7,98	8,26	8,42
32	1,80	2,07	1,98
33	2,38	2,48	2,39
34	0,80	0,84	0,86
35	2,91	3,07	2,91
36	2,41	2,39	2,36
37	1,66	1,66	1,61
38	2,76	3,06	2,80
39	1,25	1,41	1,33
40	3,43	3,51	3,42
41	1,05	1,07	1,06
42	1,12	1,06	1,15
43	1,44	1,45	1,45