

SYSMEX XN-530 VERENKUVA-ANALYSAATTORIN PIKAKÄYTTÖOPAS

Konsta Niskala

Konsta Niskala
Opinnäytetyö
Syksy 2024
Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Konsta Niskala

Opinnäytetyön otsikko: Sysmex XN-530 verenkuvaa-analysaattorin pikakäyttöopas

Työn ohjaajat: Katja Nummilinna ja Jaana Holappa-Girginkaya

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2024

Sivumäärä: 24 + 1 liite

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää ja muodostaa Oulun ammattikorkeakoulun käyttöön tulleelle Sysmex XN-530 verenkuvaa-analysaattorille suomenkielinen pikaopas bioanalytiikan tutkinto-ohjelman käyttöön. Pikaopas on siis kehitetty kohderyhmälleen eli bioanalytiikan tutkinto-ohjelman opettajien ja opiskelijoiden arjen käyttöä sekä analysaattorin käytön oppimista ja opettamista varten.

Perusverenkuvan määrittäminen on yksi yleisimmistä laboratoriotutkimuksista, ja sen merkitys potilaan diagnostiikassa ja hoidossa on korvaamaton. Perusverenkuvaa tutkimukset analysoidaan verenkuvaa-analysaattoreilla ja lähes jokaisessa kliinistä diagnostiikkaa tekevässä laboratoriossa koosta huolimatta on verenkuvaa-analysaattori. Tämän vuoksi on tärkeää, että bioanalytiikko opiskelijat pääsevät opintojensa aikana sekä perehtymään perusverenkuvaa-tutkimuksen suorittamiseen, että verenkuvaa-analysaattoreiden toimintaan.

Opinnäytetyön tietoperusta pohjautuu Sysmex-organisaation tarjoamiin materiaaleihin sekä hematologian kirjallisuuteen. Tässä opinnäytetyön raporttiosuudessa käsitellään verenkuvaa-analysaattoreiden merkitystä terveydenhuollossa sekä Sysmex XN-530 verenkuvaa-analysaattorin toimintaperiaatteita ja mittausmenetelmiä. Työssä käsitellään myös laadukkaiden ja käyttäjäystävällisten ohjeiden rakentamista.

Asiasanat: hematologia, laboratoriotutkimus, veri, analyysi, laboratoriot, bioanalytiikka, diagnostiikka, verisolut, oppimateriaali.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Program in Biomedical Laboratory Science

Author: Konsta Niskala

Title of thesis: Short user manual for the Sysmex XN-530 Automated Hematology Analyzer

Supervisors: Katja Nummilinna and Jaana Holappa-Girginkaya

Term and year when the thesis was submitted: Fall 2024

Number of pages: 24 + 1 appendix

The goal of this study was to create and form an easy-to-use user manual for the Biomedical laboratory science programme about the new Sysmex XN-530 Automated Hematology Analyzer acquired by Oulu university of applied sciences to support their studies on hematology. The user manual was created for the biomedical laboratory science teachers and students in mind to ease the use of the new analyzer in everyday usage and to support the learning and teaching of hematology.

Collected blood count is one of the most important clinical laboratory tests for patient diagnosis and treatment and therefore it's part in healthcare is irreplaceable. Collected blood count is analysed with automated hematology analyzers and because of that they are a staple of any clinical laboratory work providing laboratory no matter the size. Because of these factors it's important for biomedical laboratory students to acquire the necessary knowledge to understand collected blood count and how to use hematology analyzers.

This study bases its information mainly on the resources provided by the Sysmex corporation but also uses both literature on hematology and previous user manuals and information deemed important in them. The report section of this study also goes over the importance of hematology analyzers in healthcare and the analysis methods of Sysmex XN-530. The report also includes thoughts and information on forming a both user-friendly and high-quality user manual.

Keywords: hematology, laboratory test, blood, analysis, laboratories, biomedical laboratory science, diagnostic, blood cells, learning material.

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| TIIVISTELMÄ | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| SISÄLLYS | 4 |
| 1 JOHDANTO | 5 |
| 2 PERUSVERENKUVA JA VERENKUVA-ANALYSAATTORI | 6 |
| 2.1 Verenkuva-analysaattori ja verenkuvatutkimukset | 6 |
| 2.2 Verenkuvan parametrit | 7 |
| 2.3 Leukosyytit | 7 |
| 2.3.1 Leukosyyttien erittelylaskenta | 9 |
| 2.4 Erytrosyyttien ja trombosyyttien mittaus | 10 |
| 2.4.1 Punasoluparametrit | 11 |
| 2.4.2 Hemoglobiinimittaus | 12 |
| 2.5 Analysaattorin virhelähteet | 13 |
| 3 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET | 14 |
| 4 OPINNÄYTETYÖN SUUNNITTELU, TOTEUTUS JA ARVIOINTI | 15 |
| 4.1 Opinnäytetyön suunnittelu | 15 |
| 4.2 Opinnäytetyön toteutus | 15 |
| 4.3 Palautekysely | 16 |
| 4.4 Tuotoksen arviointi | 18 |
| 5 POHDINTA | 20 |
| 6 LÄHTEET | 22 |
| 7 LIITTEET | 25 |

1 JOHDANTO

Hematologia on terveydenhuollon erikoisala, joka keskittyy veritautien tutkimiseen ja hoitamiseen. (TYKS 2024, viitattu 10.10.2024.) Hematologian opinnot ja tutkimukset ovat keskeinen osa bioanalytiikan tutkinto-ohjelmaa ja ammattia. Yleisimpiä hematologian tutkimuksia kliinisessä laboratoriotyössä ovat verenkuvatutkimukset, joiden tuloksia käytetään potilaiden sairauden tilan diagnostiikassa ja hoitoon. Verenkuvatutkimuksissa havaitut löydökset johtavat potilaan tarkempiin jatkotutkimuksiin ja vaikuttavat hoitopäätöksiin. (Huotari, Sinisalo, 2022, viitattu 22.11.2024.)

Perusverenkuva tutkimukset analysoidaan verenkuva-analysaattoreilla ja siksi verenkuva-analysaattorin käyttö sekä osatutkimusten hahmottaminen ovat keskeisiä taitoja bioanalytiikan työssä ja opinnoissa. Oulun ammattikorkeakoulun hematologian opintoihin kuuluu osana Sysmex XN-530 verenkuva-analysaattorin käytön opettelu erillisillä harjoitustunneilla.

Tämä toiminnallisena opinnäytetyönä rakennettu pikaopas on kehitetty juuri Oulun ammattikorkeakoulun bioanalytiikan tutkinto-ohjelman käyttöön. Opinnäytetyön tarkoituksena on laatia Sysmex XN-530 verenkuva-analysaattorille suomenkielinen yksinkertaistettu pikaopas bioanalytiikan tutkinto-ohjelman opiskelijoiden käyttöä varten. Pikaoppaan on tarkoitus tukea bioanalytiikan opiskelijoiden oppimista verenkuva-analysaattoreiden käytöstä ja verenkuvatutkimusten analysoinnista. Laatukriteereinä opinnäytetyössä on ulkoasultaan ja sisällöltään edustava, selkeä sekä informatiivinen pikaopas, josta opiskelija löytää tarvittavan tiedon verenkuva-analysaattorin käyttöä varten.

2 PERUSVERENKUVA JA VERENKUVA-ANALYSAATTORI

2.1 Verenkuva-analysaattori ja verenkuvatutkimukset

Sysmex XN-530 on hematologian verenkuva-analysaattori, jonka käyttötarkoitus on verenkuvatutkimusten suorittaminen. Verenkuva-analysaattori on laite, jolla määritetään kokoverinäytteestä joko perusverenkuva (B-PVK+T) tai täydellisen verenkuva (B-PVK+T+Diffi tai B-PVK+TKD). Verenkuvatutkimukset ovat yleisimmin pyydettyjä laboratoriotutkimuksia terveyden selvittelyssä ja niitä käytetään diagnostisena työkaluna potilaan hoidossa. (Savolainen, Tienhaara, 2015, viitattu 22.11.2024.). Perusverenkuva määritetään epäiltäessä esimerkiksi infektiota, anemiaa tai maligniteettia. (NordLab 2024, viitattu 6.11.2024.) Perusverenkuva ilmoittaa punasolujen, valkosolujen ja verihiutaleiden suhteelliset osuudet kokoverestä sekä hemoglobiiniarvon ja useita punasolujen ominaisuuksia. Täydellinen verenkuva sisältää myös leukosyyttien erittelylaskennan, joka ilmaisee erillisten valkosolutyypin jakauman kokoveressä. (Tunturi 2024a, viitattu 9.11.2024).

Verenkuvatutkimuksissa käytetään laskimo- tai kapillaarivertä, joka on otettu EDTA-säilöntäaineella (etyleenidiamiinitertraetikkahappo) varustettuun koeputkeen. EDTA-säilöntäaine sitoo kalsiumioneita estäen hyytymisreaktiota ja ylläpitäen näytteen laatua analysointia varten. (Pamark Group, 2024. Viitattu 6.11.2024.) Analysointiin käyvät myös mikro-EDTA-putket tai Eppendorf-putket analysaattorin manuaalisyöttöä käytettäessä. Näytteen määrittämiseen analysaattori aspiroi 25µl kokovertä ja se kykenee analysoimaan 60 kokoverinäytettä tunnissa. Analysaattorin kahta automaattista näytteensyöttäjää hyödyntäen pystyy se analysoimaan näytteitä 20 näytteen sarjoissa. (Sysmex, 2023a. Viitattu 6.11.2024.) Sysmexin XN-530 verenkuva-analysaattorin näytteiden analysointikapasiteetti on suunniteltu pienempiin laboratorioihin, joissa näytemäärät eivät ole suuria eikä isommalle analysaattorille ole tilaa tai tarvetta. (Sysmex 2024a, viitattu 6.11.2024.)

Sysmex XN-530 verenkuva-analysaattori hyödyntää useita eri menetelmiä määrittäessään verenkuvatutkimusten osatutkimuksia. Leukosyyttien mittausta ja erittelylaskentaa määrittäessään analysaattori hyödyntää fluoresenssivirtausytometriä, kun taas erytrosyyttien ja trombosyyttien määrittämiseen analysaattori hyödyntää hydrodynaamista fokusointia ja tasavirtaimpedanssimenetelmää. Hemoglobiiniarvon analysaattori selvittää fotometrisellä SLS-hemoglobiinin menetelmällä. (Sysmex, 2024a. Viitattu 6.11.2024.)

2.2 Verenkuvan parametrit

Tärkeä osa verenkuvatutkimusta on ymmärtää määritetyt tulokset. Verenkuva-analysaattori antaa analysoidusta näytteestä tietyt parametrit eli osatutkimukset riippuen määrittikö analysaattori näytteestä pelkästään perusverenkuvan, vai täydellisen verenkuvan. Analysaattori kykenee antamaan tulokset 28 eri parametrille. Perusverenkuvassa parametrit ovat: B-WBC, B-RBC, B-HGB, B-HCT, E-MCV, E-MCH, E-MCHC, B-PLT sekä E-RDW. (Tunturi 2022a, Tunturi 2022b, Tunturi 2024a. viitattu 17.11.2024.) Perusverenkuvan parametrit on esitelty alla olevassa Taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Perusverenkuvan osatutkimukset:

| | | |
|--------|--------------------|---|
| B-WBC | $\times 10^9/l$ | Leukosyyttien kokonaismäärä litrassa kokoverta |
| B-RBC | $\times 10^{12}/l$ | Erytrosyyttien kokonaismäärä litrassa kokoverta |
| B-HGB | g/l | Hemoglobiinikonsentraatio litrassa kokoverta |
| B-HCT | tilos | Hematokriitti eli erytrosyyttien tilavuusosuus näytteessä |
| E-MCV | fl | Erytrosyyttien keskitilavuus |
| E-MCH | pg | Erytrosyyttien hemoglobiinin keskimassa |
| E-MCHC | g/l | Erytrosyyttien hemoglobiinin keskimassakonsentraatio |
| E-RDW | % | Erytrosyyttien koon vaihtelu |
| B-PLT | $\times 10^9/l$ | Trombosyyttien kokonaismäärä litrassa kokoverta |

2.3 Leukosyytit

B-WBC eli leukosyyttien määrä kokoveressä kertoo valkosolujen määrästä veressä. Valkosolut ovat kehon oma tulehdustilojen torjuntaväline. (Woodlyne, Saneer, Ameet. 2016. Viitattu

10.11.2024). Leukosyyttien tehtävänä on siis suojella elimistöä kaikilta sille vierailta tekijöiltä, kuten soluilta, organismeilta tai muulta materiaalilta, jotka voisivat olla elimistölle haitaksi. Tyypillisimpiä tapoja, joilla valkosolut eliminoivat uhkia ovat fagosytoosi eli solusyönti sekä omien vasta-aineiden tuottaminen. (Woodlyne, Saneer, Ameet. 2016.)

Perusveren kuvassa esitetään pelkästään B-WBC tulos, joka kuvastaa veren valkosolujen kokonaismäärää. Koska valkosolutyyppejä on kuitenkin useita, on valkosoluarvon ollessa koholla tyypillistä pyytää myös valkosolujen erittelylaskenta tai täydellinen verenkuvaa (B-Diffi/ B-PVK+T+Diffi) selvittääkseen mitkä tietyt valkosolutyypit ovat koholla tai laskeneet. (Tunturi, 2024b. Viitattu 10.11.2024). Tätä kautta tautikuvan diagnostiikka ja jatkotoimet ovat mahdollista määrittellä tarkemmin tulosten pohjalta. Erittelylaskenta sisältää erikseen määritellyt neutrofiilien, lymfosyyttien, monosyyttien, eosinofiilien ja basofiilien osuudet kokoveressä. (Woodlyne, Saneer, Ameet. 2016). Valkosolutyypien lisäksi analysaattori ilmoittaa IG-solujen (Immature Granulocyte) kappalemäärän ja prosenttiosuuden. IG-tulos ei tarkoita kaikkia valkosoluja eikä IG-tulosta vastata potilastuloksiin Suomessa. Analysaattori antaa hälytyksiä poikkeavista tai epäkypsistä soluista, jotka voivat johtaa sivelyvalmisteen mikroskooppiseen tarkasteluun. (Palmer ym. 2014, Viitattu 22.11.2024.)

Täydellisen verenkuvan parametrit sisältävät perusverenkuvan lisäksi: B-NEUT#, B-NEUT%, B-LYMPH#, B-LYMPH%, B-MONO#, B-MONO%, B-EO#, B-EO%, B-BASO#, B-BASO%. Erittelylaskennan parametrit on kuvattu Taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Valkosolujen erittelylaskennan osatutkimukset:

| | |
|--------------|--|
| B-NEUT# & % | Neutrofiilit ja niiden suhteellinen osuus kokoveressä. |
| B-LYMPH# & % | Lymfosyytit ja niiden suhteellinen osuus kokoveressä |
| B-MONO# & % | Monosyytit ja niiden suhteellinen osuus kokoveressä |
| B-EO# & % | Eosinofiilit ja niiden suhteellinen osuus kokoveressä |
| B-BASO# & % | Basofiilit ja niiden suhteellinen osuus kokoveressä |

Aiemmin listattujen parametrien lisäksi Sysmex XN-530 verenkuvaa-analysaattori pystyy analysoimaan MPV (Mean platelet volume), PDW (Platelet distribution width), P-LCR (Platelet-large cell ratio), PCT (Plateletcrit) sekä MicroR (Microcytic red blood cell population) ja MacroR (Macrocytic

red blood cell population) arvot. Nämä tutkimukset eivät kuitenkaan ole potilastuloksiin vastattavia parametrejä. MPV, PDW, P-LCR ovat trombosyyttien laatua ja ominaisuuksia mittaavia arvoja, kun taas PCT mittaa veren trombosyyttien tilavuusosuutta ja MicroR ja MacroR kuvaavat kokoveren mikrosyyttistä ja makrosyyttistä erytrosyyttipopulaatiota. (Sysmex, 2024e. Viitattu 18.10.2024.)

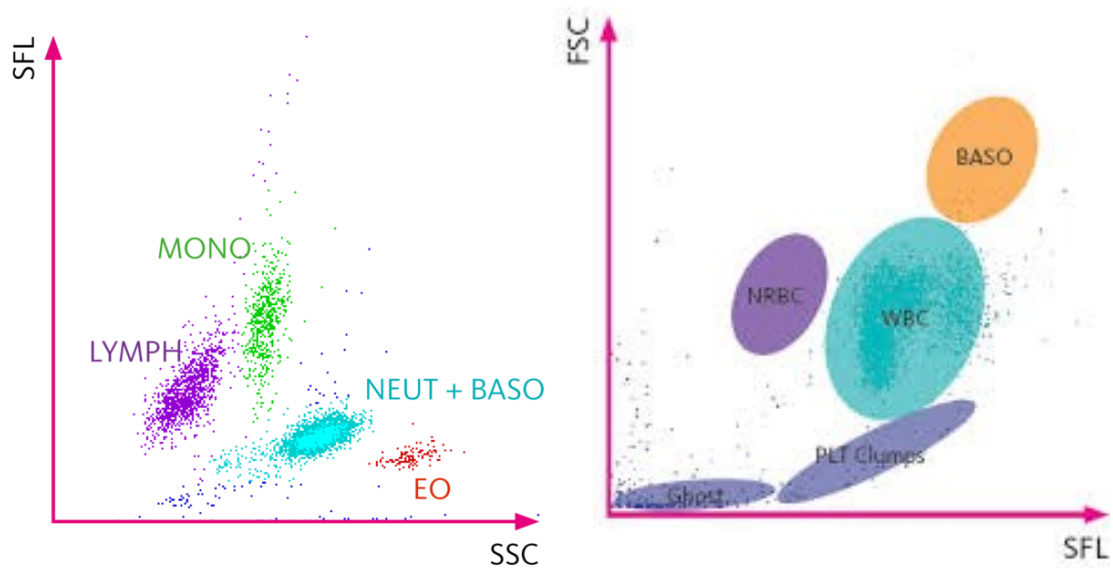
2.3.1 Leukosyyttien erittelylaskenta

Sysmex XN-530 verenkuvaa-analysaattorin määrittäessä näytteestä leukosyyttien erittelylaskentaa fluoresenssivirtausytometrialla käyttää se reagensseja FLUOROCELL WDF ja LYSERCELL WDF. Menetelmässä LYSERCELL WDF reagenssi hajottaa erytrosyyttien solukalvon samalla muokaten leukosyyttien solukalvot fluoresoivaa väriainetta läpäiseviksi. Tämän jälkeen FLUOROCELL WDF reagenssin sisältämä fluoresoiva väriaine sitoutuu leukosyyttien solunsisäisiin nukleinihappoihin (pääasiassa RNA). (Sysmex 2024b, viitattu 6.11.2024.) Molempien reagenssien yhteinen vaikutus mahdollistaa erittelylaskennan tarkan suorittamisen. Analysaattori käyttää analysoidessaan kahta eri kanavaa WDF (WBC differential) sekä WNR (White cell nucleated), joiden avulla se määrittää leukosyyttien kappalemäärän sekä prosentuaalisen arvon kokoveressä.

Analysoinnin aikana solut kulkevat lasersäteen läpi. Lasersäteen osuessa soluun valonsäteet hajoavat solusta eri suuntiin. Ilmiötä kutsutaan valonsironnaksi ja sitä mittaamalla saadaan tietoa solun morfologiasta. Valonsironta luokitellaan kolmeen eri mittaussignaaliin. Nämä signaalit ovat: suoraan siroava valo (forward-scattered light, FSC), sivusuuntainen valosironta (side-scattered light, SSC) sekä sivusuuntainen fluoresenssi (side fluorescence, SFL) (Sysmex 2024b). FSC:n voimakkuus kertoo solun tilavuudesta, SSC kertoo solun sisäisestä rakenteesta, kuten granuloiden määrästä tai tuman koosta. SFL kertoo solussa olevan nukleinihapon määrän.

Analysaattori tulkitsee FSC, SSC sekä SFL arvoja valolle herkässä fotodiodissa. Fotodiodissa valo muuntuu sähköimpulssiksi, jota analysaattori käyttää informaationa solun ominaisuuksista jakaen solut ja antaen solumäärästä numeerisen tuloksen. (Sysmex, 2023b, viitattu 22.11.2024). Numeeristen tulosten lisäksi analysaattori jakaa solut niiden ominaisuuksien mukaan kaksiulotteiselle sirontakaaviolle FSC, SSC ja SFL arvojen mukaisesti. Sirontakaaviolla solut, joiden kemialliset ominaisuudet ovat toisiaan vastaavia sijoittuvat kaaviolle lähemmäksi mahdollistaen solujen jakamisen ryhmiin eli valkosolujen erittelyn analysaattorille asennettua tunnustusalgoritmia hyödyntäen. (kuvi 1.) (Sysmex 2024b). WDF-kanavan sirontagrammilla esitetään viisi eri leukosyyttipopulaatiota,

neutrofiilit, monosyytit, lymfosyytit, eosinofiilit sekä basofiilit ja sen X-akselia kuvastaa SSC ja Y-akselia SFL. WNR-kanavan sirontagrammi jaottelee erikseen tumalliset erytrosyytit eli NRBC:t.



KUVIOT 1. ja 2. Leukosyyttien erittelylaskennan WDF-kanavan sirontagrammi (Sysmex, 2024e, viitattu 6.11.2024.) sekä leukosyyttien erittelylaskennan WNR-kanavan sirontagrammi. (Sysmex 2019, viitattu 19.11.2024.)

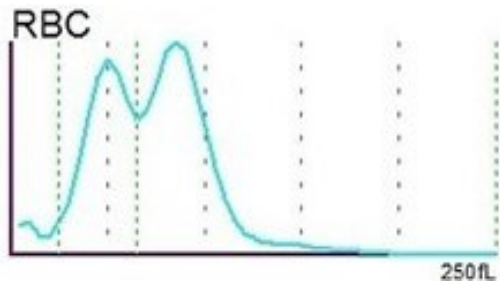
2.4 Erytrosyyttien ja trombosyyttien mittaus

Erytrosyytit ja trombosyytit analysoidaan hyödyntäen impedanssimenetelmää, joka käyttää hydrodynamista fokuointia tulosten laadun parantamiseksi (Engl. Direct current impedance method with hydrodynamic focusing.) (Sysmex 2023b.)

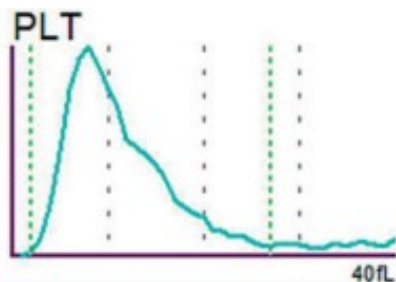
Menetelmässä analysaattori laimentaa aluksi näytteen hyödyntäen Cellpack-elektrolyyttiliuosta. Laimennettu näyte ohjataan kulkemaan detektorikammion mittausaukon lävitse, jonka molemmilla puolilla on elektrodit, joiden lävitse kulkee sähkövirta. Näiden elektrodien tasavirtauksen resistanssi vaihtelee laimennettujen veren solujen siirtyessä yksitellen detektorin aukon lävitse, johtaen suhteellisen sähköimpulssin muodostumiseen verrattuna mitatun verisolun kokoon. (Sysmex 2024c, viitattu 6.12.2024.)

Hydrodynaminen fokuointi varmistaa, että kaikki solut liikkuvat keskenään samalla nopeudella, järjestäytyneessä jonossa sekä kulkevat yksitellen suuttimen lävitse. (Mitis, Vries. Viitattu 6.11.2024.) Analysaattori muuntaa saadun sähköisen tiedon visuaaliseksi graaffiksi eli

histogrammiksi. Verenkuva-analysaattori muodostaa erikseen punasolujen histogrammin Kuvio 2. sekä trombosyyttien histogrammin Kuvio 3. Solujen päästyä detektorin lävitse ajetaan solut saman tien keräysputkeen, mahdollisten mittausvirheiden ja virheellisten trombosyyttiarvojen minimoimiseksi. Verenkuva-analysaattorin määrittäessä näytteen erytrosyytti- ja trombosyyttiarvot, määrittää se samalla myös näytteen hematokriitin kumulatiivisen RBC-pulssikorkeuden avulla. (Sysmex 2024f, viitattu 19.11.2024.)



KUVIO 2. Esimerkki RBC-histogrammista, jossa esimerkiksi leikkauksen aikana verta saanut potilas, histogrammissa näkyvissä kaksi eri punasolu populaatiota. (Sysmex, 2022, viitattu 6.11.2024.)



KUVIO 3. Esimerkki trombosyyttien histogrammista. (Sysmex, 2016, viitattu 19.11.2024.)

2.4.1 Punasoluparametrit

Erytrosyytit eli punasolut ovat veren yleisimpiä soluja. Niiden ominaisuuksia kuvaavia arvoja kutsutaan punasoluindeksiksi. Punasolujen määrää kokoveressä kuvaa parametri B-RBC. Muut punasolujen ominaisuuksia kuvastavat parametrit ovat: B-HGB, B-HCT, E-MCV, E-MCH, E-MCHC sekä E-RDW. Parametreista B-RBC, B-HGB, E-MCV ovat verenkuva-analysaattorin automaattisesti mittaamia arvoja, kun taas B-HCT, E-MCH, E-MCHC sekä E-RDW ovat mitattujen arvojen perusteella laskettuja.

Punasolujen pääasiallinen tehtävä elimistössä on kuljettaa happea sekä hiilidioksidia. Rakenteeltaan punasolut ovat tumattomia sekä kaksoiskoveria soluja, jotka sisältävät runsaasti

hemoglobiinia eli verenpuna (B-HGB). (Fritsma 2016, 1, viitattu 7.11.2024.) Hemoglobiini on hapetta sitova proteiini, joka koostuu kahdesta α -globiinista, kahdesta β -globiini-alayksiköstä sekä neljästä hemiyhdisteestä. (Elaine 2016, 125) Ihmisen hengittäessä, punasolujen hemoglobiini sitoo itseensä happea ja kuljettaa sitä keuhkoista kudoksiin. Vastaavasti punasolut kuljettavat soluhen- gityksen sivussa syntyneen hiilidioksidin uloshengittäväksi. (Doyle, Jeffrey, Cooper, 2023, viitattu 22.11.2024.)

Hematokriitti (B-HCT) kuvastaa punasolujen tilavuusosuutta kokoveressä. Miehillä hematokriitin viitearvot ovat 40–50 %, kun taas naisilla ne ovat 35–45 %. (Leppäluoto, Rintamäki, Vakkuri, Vi- erimaa & Lauri 2021, 115). Hematokriitti arvo auttaa tulkitsemaan veren sisältämien solujen ja plas- man välistä suhdetta. Perusveren kuvassa ilmoitettu hematokriitti on laskennallinen ja perustuukin kaavaan ($B-HCT = B-RBC \times E-MCV$). (Billett. 1990. Viitattu 10.11.2024.)

Loput punasoluparametrit ovat punasolujen keskitilavuus (E-MCV), punasolujen keskimääräinen hemoglobiinin määrä (E-MCH) sekä punasolujen keskimääräinen hemoglobiinin konsentraatio (E-MCHC). E-MCV kertoo siis punasolujen koon, E-MCH kertoo paljonko yksittäinen punasolu sisältää hemoglobiinia ja se saadaan selvitettyä kaavalla $E-MCH = B-HGB/B-RBC$. (Sarma, 1990. Viitattu 10.11.2024). E-MCHC arvo kertoo hemoglobiinin määrän litrassa punasoluja, E-MCHC saadaan laskettua kaavalla $E-MCHC = B-HGB/B-HCT$. (Sarma, 1990). Viimeisin punasoluideksissä ilmoi- tettava parametri on E-RDW, joka ilmoittaa punasolujen koon vaihtelun kokoveressä. (Tunturi, 2022a.)

2.4.2 Hemoglobiinimittaus

Analysoitaessa kokoveren hemoglobiinia hyödyntää verenkuvanaalysaattori fotometristä SLS-he- moglobiinimittausmenetelmää. Menetelmä perustuu fotometriaan eli valon säteilyn mittaamiseen sähkömagneettisesti. Menetelmässä hyödynnetään valon ominaisuutta läpäistä ja imeytyä väli- aineeseen siten, että osa mittauskyvetiin heijastuneesta valosta imeytyy värilliseen näytteeseen ja loput näytteen läpi osuen takana olevaan detektoriin. (Sysmex 2024d, viitattu 6.11.2024). Aineen pitoisuuden kasvaessa vähenee sen läpäisevän valon määrä logaritmisessa suhteessa johtaen liuoksessa olevan aineen määrän verrannollisuuteen absorboituneeseen valon määrään.

Hemoglobiinin mittaus tapahtuu analysaattorissa vasta erytrosyyttien ja trombosyyttien mittauksen jälkeen, sillä analysointi hyödyntää aiemmin valmistettua Cellpackilla laimennettua näytettä hemo- globiinin mittauksessa. Tähän aiemmin laimennettuun näytteeseen analysaattori lisää Sulfolyser-

reagenssia (Sodium Lauryl Sulphate, SLS), jonka tehtävänä on sitoutua globiiniin ja hapettavat hemiryhmän rautaionia. Tämän jälkeen SLS:n hydrofiiliset ryhmät voivat sitoutua hemiryhmään muodostaen värjättyjä komplekseja (SLS-HGB), jotka analysoidaan fotometrisesti analysaattorin hemoglobiinidetektorilla. (Sysmex 2024d, viitattu 6.11.2024.)

2.5 Analysaattorin virhelähteet

Verinäytteen luotettavuuteen voivat vaikuttaa näytteenlaadulliset ongelmat, esimerkiksi lipeeminen tai hyytynyt näyte eivät sovi analysoitavaksi. Lipeemisellä näytteellä viitataan näytteeseen, jossa sen sisältämistä rasvoista johtuvaa seerumi-plasmanäytteen sameutta. Tämä sameus vaikuttaa esimerkiksi analysaattorin käyttämien fotometrinen mittareiden tarkkuuteen, jolloin analysaattori ei anna luotettavia tuloksia. (Movet, 2022. Viitattu 10.11.2024.)

Veren hyytyminen eli koagulaatio tarkoittaa sitä, kun veri alkaa hyytymään fibriniin avulla. Veren trombosyytit ovat alkaneet jo liittyä toisiinsa muodostaen paakkumaisia hyytymiä. Koska hyytyminen on verelle luontaista, sitä estetään erilaisilla antikoagulanteilla, joita on yleensä lisätty lisäaineena näyteputken sisäreunoille. Hyytyminen johtuu yleensä huonosta tai olemattomasta näyteputken sekoittamisesta tai vanhentuneiden näyteputkien käytöstä. (Beaumont Laboratory, 2011. Viitattu 10.11.2024.) Hyytynyttä näytettä ei saa koskaan analysoida, sillä sen antamiin tuloksiin ei voi luottaa, tämän lisäksi hyytymät voivat analysoidessa tukkia analysaattorin aspiraattoreita.

3 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää käyttäjäystävällinen pikaopas Sysmex XN-530 verenkuvanalyysiaattorille, Oulun ammattikorkeakoulun bioanalytiikan tutkinto-ohjelman käyttöön. Kohderyhmänä oli siis Oulun ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijat, jotka pääsevät pikaoppaan avulla tutustumaan analyysiaattorin käyttöön. Työn laatukriteereinä oli ulkoasultaan edustava, selkeä sekä informatiivinen pikaopas, josta käyttäjä löytää tarvittavan tiedon verenkuvanalyysiaattorin käyttöä varten.

Tuotettu pikaopas on tarkoitettu tukemaan oppimista ja helpottamaan analyysiaattorin käytön navigointia hematologian opintojakson harjoitustunneilla sekä niiden jälkeisessä käytössä muistia virkistämässä. Lyhyellä aikavälillä opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa kirjallinen pikaopas bioanalytiikan opiskelijoiden oppimisen tueksi, jotta opiskelijat pääsevät perehtymään verenkuvanalyysiaattorin käyttöön käytännössä.

Valtaosa kliinisessä laboratoriotyössä käytettävistä analyysiaattoreista ovat keskenään samankaltaisia. Analyysiaattoreiden välillä on silti usein käyttökohtaisia eroja ja pikaoppaan tarkoituksena on kerätä juuri Sysmex XN-530 verenkuvanalyysiaattorin toiminnalle olennaiset tiedot ja ohjeet yhteen. Pikaopas sisältää helposti seurattavat ohjeet kontrollin, yksittäisen näytteen sekä näytesarjan analysointiin. Tämän lisäksi pikaopas käsittelee analyysiaattorin käynnistyksen, sammutuksen, viikkohuollon, analyysiaattorin käyttämät reagenssit, verenkuvatulosten parametrit sekä viitearvot.

Omana oppimistavoitteenani on oppia sekä verenkuvanalyysiaattorin toiminnasta, että saada kokemusta käyttäjäystävällisen laboratorio laitteiston käyttöoppaan kehittämisestä. Tämän lisäksi haluan syventää ymmärrystäni hematologian periaatteista.

4 OPINNÄYTETYÖN SUUNNITTELU, TOTEUTUS JA ARVIOINTI

4.1 Opinnäytetyön suunnittelu

Opinnäytetyön kehittäminen alkoi jouluna 2023, jolloin Oulun ammattikorkeakoulu hankki itselleen uuden verenkuvaa-analysaattorin Sysmex XN-530:n. Tälle mallille ei ollut vielä kehitetty suomenkielisiä ohjeita, joita voitaisiin soveltaa opetustyössä. Tämän vuoksi analysaattorin käyttöä varten haettiin kehittää helpokäyttöinen ja selkeä opas, jolla analysaattorin käyttöä voitaisiin opettaa bioanalytiikan tutkinto-ohjelman hematologian oppijaksolla. Aihe oli mielestäni kiinnostava, sillä halusin syventää ymmärrystäni verenkuvaa-analysaattorin toiminnasta ja sen tutkimusmenetelmistä.

Aloitin opinnäytetyön suunnitelman ja oppaan kehittämisen samanaikaisesti. Perehdyin aluksi sekä aiemman verenkuvaa-analysaattorin käyttöohjeisiin, että XN-530 verenkuvaa-analysaattorin käyttöön ja laitevalmistajan sille tarjoamiin käyttöohjeisiin. Näiden lisäksi perehdyin myös analysaattorin hyödyntämiin tutkimusmenetelmiin ja teorian tietoon.

Pikaoppaalle määrittyi laatuksiteereiksi: ulkoasultaan edustava, selkeä sekä informatiivinen pikaopas, josta käyttäjä löytää tarvittavan tiedon verenkuvaa-analysaattorin käyttöä varten. Pikaoppaan ohjeiden ja kuvien avulla käyttäjä voi varmuudella suorittaa verenkuvatutkimuksen Sysmex XN-530 verenkuvaa-analysaattorilla. Pikaoppaan sisällön tärkeät kohdat on merkitty oranssilla kolmiolla niiden nopeaa löytämistä varten.

4.2 Opinnäytetyön toteutus

Aloitin pikaoppaan kehittämisen perehtymällä analysaattorin toimintaan koulumme laboratoriossa. Kirjasin ja kuvasin itsenäistä opiskeluaani analysaattorin käytöstä, jota hyödynsin yhdessä aiemman verenkuvaa-analysaattorin käyttöohjeen kanssa uusien ohjeiden laatimisessa. Määritin tällöin pikaoppaan sisällön, jota täydennettiin ohjaajani muokausehdotusten mukaisesti.

Pikaopas sisältää:

- Kuvauksen analysaattorin rakenteesta
- Ohjeet käynnistykseen, sammutukseen ja viikkohuoltoon
- Ohjeet laadunvarmistukseen ja kontrollin analysointiin

- Ohjeet potilasnäytteiden analysointiin ja tarkasteluun
- Informaatiota näytetyypistä, reagensseista sekä ongelmatilanteista
- Parametrit ja viitearvot

Analysaattorin rakenteen kuvaus kertoo nopeasti kuvan avulla analysaattorin eri osat ja toiminnot. Ohjeet käynnistykseen, sammutukseen ja viikkohuoltoon sisältävät vaiheittaiset ohjeet eri toimintojen suorittamiseen sekä kertovat yleisistä toimenpiteistä, jotka kuuluvat ottaa huomioon toimintojen yhteydessä, kuten reagenssien riittävyden tarkistaminen käynnistyksen yhteydessä tai milloin Routine Clean-pesu kuuluu suorittaa. Ohjeet laadunvarmistukseen käsittelee analysaattorin käyttämän kontrollin sen valmistelun määrittämistä varten sekä ohjeet kontrollin määrittämiselle ja tulosten tarkistamiselle. Ohjeet potilasnäytteiden analysointiin ja tarkasteluun sisältää vaiheittaiset ohjeet yksittäisen näytteen määrittämiseen manuaalisuotyön kautta ja näytesarjan määrittämiseen automaattisuotyön kautta hyödyntäen näytekalkkia, sekä miten tuloksia pääsee tarkastelemaan, tulostamaan ja poistamaan.

Informaatio-osat pikaoppaasta kertovat analysaattorin käyttämästä näytetyypistä, reagensseista, kontrollista sekä pikaoppaan laatimisessa ilmenneistä ongelmatilanteista ja niiden ratkaisuista. Tämän lisäksi pikaopas sisältää verenkuvatutkimusten parametrit ja viitearvot.

4.3 Palautekysely

Ensimmäinen versio pikaoppaasta oli valmis jo jouluna 2023, ja se sisälsi ohjeet kontrollin ja näytteiden analysointiin. Keväällä 2024, kun toisen vuosikurssin hematologian oppijakso alkoi, pääsivät opiskelijat tutustumaan verenkuvan-analysaattorin käyttöön. Näille harjoitustunneille kehitin kyselyn, jonka avulla keräsin informaatiota pikaoppaan hyödyllisyydestä oppimisen tukena sekä mahdollisista puutteista, joihin pikaopas voisi käyttäjän mielestä vastata. Kyselyssä vastaajien määrä oli 19 ja vapaanpalautteen kommenttikenttään kirjoitti vastaajista seitsemän. Kyselyn vapaanpalautteen kommenttikentän vastauksista on kerätty alla olevaan taulukkoon saatua palautetta ja kehitysehdotuksia.

TAULUKKO 3. Vapaapalaute kyselystä

| Positiivinen palaute | Kehitys ehdotukset |
|--|---|
| "Oli aivan todella hyvä ja selkeästi tehty!!" | "Kontrollin analysointi vaiheittain kuvassa 6. voisi myös näkyä sininen nappi kerta ne on lähkkin." |
| "tarkat vaiheet homman tekemiseen oli tosi hyvä. Selkeästi seurattava ohje." | "Alussa käytetty boldaus toimi hyvin katseen ohjaajana tärkeisiin asioihin. Lopussa tuntui, että kaikki oli boldattu, joten siitä ei ollut enää hyötyä" |
| "En ole koko opasta lukenut, mutta mitä tunnilla sitä selailin kun tehtiin kontrollia niin vaikeutta hyvältä!" | "Kontrollin analyysissa käskettiin painaa "accept", mikäli mikään arvo ei ollut punaisena. Tekstissä ei ilmennyt, miten kuuluu toimia, jos oli arvoja punaisena." |

Kyselyn vastaajista $\frac{1}{4}$ oli kokemusta kyseistä analysaattorista ennen harjoituksia, mutta muilla ei ollut ollenkaan kokemusta verenkuvaa-analysointista. kaikki vastaajat kokivat pikaoppaan selkeäksi, verenkuvaa-analysointia käyttäen tukevasti sekä omaa oppimista tukevasti. Pikaopasta hyödynnettiin harjoitustunnilla sekä näytteen analysointiin manuaalisyötön, että automaattisyötön avulla. Tämän lisäksi opiskelijat suorittivat analysointia sisäisen pesun ja analysoivat kontrollin. Kaikki vastanneista kokivat pikaoppaan ulkoasun hyväksi.

Kyselystä nousi ilmi, että valtaosa päätöksistä oppaan rakenteen suhteen olivat onnistuneita ja, että opas tuki ainakin jokseenkin kaikkien vastanneiden opiskelijoiden oppimista. Kyselystä nousi kuitenkin ilmi myös kritiikkiä liittyen etenkin kokonaisuuden selkeyteen. Olin itsekin havainnut kyseisen ongelman ja kyselystä saadun palautteen avulla oppaan selkeyteen ja kieliasuun osattiin jatkossa kiinnittää enemmän huomiota. Myös havaitut puutteet lisättiin pikaoppaaseen. Ohjaajan palaute pikaoppaan kehittämisen aikana oli myös äärimmäisen arvokasta varmistamaan, että pikaoppaan sisältö on opetuskäyttöön laadukasta.

Osa kehittämiskyselyn vastaajista olisi toivonut laajempaa opastusta verenkuvaa-analysointin näytön navigointiin, tämä osoittautui kuitenkin pikaopasta kehittäessäni todella sekavaksi enkä löytänyt tapaa saada informaatiota kompaktiin tilaan, josta näytön toimintoja olisi helppo seurata. Lopulta pikaopas valmistui loppuvuodesta 2024.

4.4 Tuotoksen arviointi

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Oulun ammattikorkeakoulun bioanalytiikan tutkinto-ohjelma. Projektin toteutti yksittäinen opiskelija, joka oli vastuussa koko projektin toteutuksesta. Ohjausryhmään kuuluivat opinnäytetyön ohjaajat. Tukiryhmään kuuluivat väliarviointia antaneet bioanalytikko-opiskelijat, jotka vastasivat kyselyyn ”Kysely Sysmex XN-530 Verenkuvaa-analysointin pikaoppaan kehittämiseksi.”

Projektityön suurin haaste oli oman aikataulun kehittäminen ja siinä pysyminen, loppujen lopuksi toteutuksessa viivästyttiin reilusti alkuperäisestä suunnitelmasta. Pikaoppaan tuottaminen vaati erillisen tietopohjan, joka kerättiin perehtymällä Sysmex XN-530 verenkuvaa-analysointin käyttöön sekä aiempien käyttöoppaiden sisältöön. Pikaoppaan tuottaminen ei vaatinut suurta rahallista panostusta ja käytännössä kaikki kustannukset syntyivät Sysmex verenkuvaa-analysointin käyttämisestä reagensseista, kontrolleista sekä näytteenä hyödynnetyistä EDTA-näyteputkista sekä itse näytteenoton yhteydessä kuluneista suojaneuloista. Itsessään pikaoppaan kirjoittamisesta ei nousut kustannuksia. Aiemmin mainittujen kustannusten lisäksi opinnäytetyöhön sisältyi opinnäytetyön tekijöiden ja ohjaajien työpanokset.

Työn tavoitteena oli kehittää laadukas ja käyttäjäystävällinen pikaopas verenkuvaa-analysointin käyttöä varten. Onnistumisen arviointia varten muodostin taulukon 2, joissa vertaan laatukriteereitä ja niiden esiintymistä tuloksessa.

TAULUKKO 4. Pikaoppaan laatukriteerien toteutuminen.

| Laatukriteeri | Miten laatukriteerin kuulisi näkyä? | Laatukriteerin toteutuminen |
|---------------------------------|---|--|
| Pikaoppaan tarkoituksen selkeys | Oppaassa kuuluisi ilmetä sen tarkoitus ja tavoitteet sekä millaisia asioita oppija voi opiskella materiaalilla. | Pikaoppaan tekstissä ilmenee, että sen on tarkoitus tukea Sysmex XN-530 verenkuvaa-analysointin käyttöä. |

| | | |
|--|---|---|
| Pikaoppaan ohjeiden ja kohderyhmän tarvitseman informaation vastaavuus | Tietotaso oppijoilla on riittävä suhteessa vaadittuun merkitykseen ja oppaassa otetaan huomioon nykytietämys ja sitä hyödynnetään ja kartutetaan. | Pikaopas on yksinkertaistettu ja selkeä. Siinä esitetyt asiat ovat helposti ymmärrettäviä, muttei liian yksinkertaista opiskelijoiden tietotasoon suhteessa. |
| Sisällön rajaaminen olennaiseen tietoon. | Opas keskittyy keskinäisiin asioihin verenkuvaa-analysointin käytön suhteen eikä kerro liikaa esimerkiksi teoriaa. | Pikaopas on tiivis ja sisältää vain verenkuvaa-analysointin käyttöön tarvittavaa tietoa. |
| Ulkoasultaan ja sisällöltään edustava ja laadukas | Oppaan kuuluu olla ulkoasultaan lukijalle mieluinen ja helposti ymmärrettävä. Oppaasta kuuluu löytäviä tarvittavat ohjeet nopeasti ja selkeästi. | Pikaopas on ulkoasultaan tyylikäs ja sisältää käyttöön olennaiset analysointiohjeet selkeinä osioina. Tärkeimmät osiot on myös merkitty erikseen niiden löytämisen helpottamiseksi. |

Pikaopas sisältää sopivasti tietoa, jotta sen avulla pystytään suorittamaan verenkuvatutkimuksia Sysmex XN-530 verenkuvaa-analysointilaitteella. Pikaoppaan sisältö on johdonmukaista ja siinä esitetyt kuvat ja ohjeet tukevat opiskelijan oppimista.

Suoritetun kyselyn perusteella kaikki opiskelijoista kokivat pikaoppaan hyödylliseksi ja tukevan omaa oppimistaan. Suurin puute, joka jäi osaksi pikaopasta, oli verenkuvaa-analysointilaitteen näytön navigointia selkeyttävät kuvat, sillä en löytänyt järkevää tapaa integroida kuvia osaksi opasta siten, että niistä olisi ollut enemmän hyötyä, kuin haittaa pikaoppaan yleisen selkeyden osalta.

Opinnäytetyöni avulla Oulun ammattikorkeakoulun bioanalyttikko-opiskelijoiden on kätevää päästä perehtymään verenkuvaa-analysointilaitteen käyttöön ja toimintaperiaatteisiin.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää käyttöopas helpottamaan bioanalyttikko-opiskelijoita navigoimaan ja käyttämään Sysmex XN-530 verenkuvan analysointilaitetta. Pikaoppaasta on apua tutkijain suorittamisessa, sekä verenkuvan analysointilaitteen käyttöön perehtyessä. Työ toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä, jonka lopputuloksena syntyi pikaopas Sysmex XN-530 verenkuvan analysointilaitteen käyttöä varten.

Ennen opinnäytetyön tekemistä en ollut koskaan kehittänyt käyttöohjeita millekään analysointilaitteelle tai laitteelle ja kokemus oli täysin uusi. Projektia aloittaessani mielessäni oli selkeä kuva pikaoppaan lopullisesta ulkoasusta, mutta käytännön ongelmat nousivat sen tielle, ja lopputulos on alkuperäisestä mielikuvastani poikkeava. Projekti olisi kannattanut myös tehdä nopeammalla tempolla, jotta olisin saanut kerättyä tehokkaammin palautetta työn aikana, mutta ongelmaksi nousi oma työn aikatauluttamiseni. Pikaoppaan kehittämisessä nousi myös pulmaksi ratkaista mitkä asiat ovat tarpeeksi merkityksellisiä, että ne kannattaa pitää osana pikaopasta. Suurimpana esimerkkinä aiemmin mainittu verenkuvan analysointilaitteen näytön navigointia helpottavat kuvat, joita osa kyselyyn vastaajista olisivat toivoneet. Pikaoppaan kehittämiseen kului mielestäni aikaa oletetun verran. Mutta opinnäytetyön suunnitelman ja raportin suhteen kuluvan ajan olin arvioinut väärin ja työmäärä oli oletettua suurempi.

Opinnäytetyössä pyrittiin noudattamaan hyvän tieteellisen käytännön periaatteita, jotka nostattavat tutkimuksen uskottavuutta ja luotettavuutta. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2024. Viitattu 18.11.2024). HTK:n mukaan tutkimus on eettisesti hyväksyttävä ja luotettava vain, jos se seuraa tiettyjä periaatteita: luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto. Opinnäytetyön teoriatietona käytetyt lähteet on haettu huolellisesti ja niissä ilmenneet tiedot on pyritty esittämään ja viittaamaan asianmukaisesti. Opinnäytetyötä ja pikaopasta voidaan pitää luotettavina, sillä hyödynnetty informaatio perustuu sekä valmistajan omiin materiaaleihin, että ajantasaiseen hematologian kirjallisuuteen.

Verenkuvatutkimuksissa käytetyt verinäytteet olivat anonyymejä ja henkilötiedot satunnaisia numerosarjoja. Käytetyt näytteet hävitettiin Oulun ammattikorkeakoulun käytäntöjen mukaisesti heti niillä suoritettujen analyysien jälkeen. Kyselyssä opiskelijoille kerrottiin mihin tarkoitukseen palautetta kerättiin. Kysely suoritettiin anonymisti. Opinnäytetyöprosessin aikana olen oppinut käyttöohjeiden kehittämisestä, verenkuvan analysointilaitteen toiminnasta sekä tieteellisen tekstin kirjoittamisesta.

Halusin myös syventää omaa osaamistani hematologian ja etenkin analysaattoreiden toiminnan osalta ja olen opinnäytetyössäni päässyt oppimaan paljon.

Opinnäytetyön tekemisen yhteydessä taitoni verenkuv-analysaattoreiden käytöstä karttuivat. Opinnäytetyö edesauttaa myös pikaopasta käyttäneiden opiskelijoiden tieto- ja taitotasoa myös tulevaisuudessa työelämässä. Bioanalyytikon hallitessa verenkuv-analysaattorin toiminnan myös laboratoriotulosten toistettavuus ja luotettavuus nousevat. Tällöin tulokset ovat varmempia helpottaen ja nopeuttaen arkea laboratoriossa ja mahdollistaen tarkan ja hyvän diagnoosin ja hoidon potilaalle. Laadittu pikaopas keskittyy verenkuv-analysaattorilla tutkimusten suorittamiseen, jonka vuoksi jatkokehittämiseksi verenkuv-analysaattorin käytöstä voisi jatkaa esimerkiksi reagenssien vaihdosta, laajemmista huoltotoimenpiteistä sekä verenkuv-analysaattorin käyttöjärjestelmän näytön navigoinnista.

6 LÄHTEET

Beaumont Laboratory. 2011. How to Collect a Quality Sample Prevent Clotting with Anticoagulant Tubes. Viitattu 10.11.2024. https://www.beaumontlaboratory.com/docs/default-source/specimen-collections-manual/blood/1233298-prevent-clotting-with-anticoagulant-tubes/1233298-prevent-clotting-with-anticoagulant-tubes.pdf?sfvrsn=f9a59ace_4.

Billett, H. 1990. Hemoglobin and Hematocrit. Teoksessa Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. 3rd edition. Butterworth Publishers, a division of Reed Publishing. 718-719.

Doyle, James, Jeffrey, S, Cooper. 2023. Physiology, Carbon Dioxide Transport. StatPearls. Treasure Island. Viitattu 22.11.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532988/>.

Elaine, M. 2016. Hemoglobin Metabolism. Teoksessa Elaine M. Keohane, Larry J. Smith and Jeanine M. Walenga Rodak's Hematology. 5th edition. 124-135.

Fritsma, G. 2016. An Overview of Clinical Laboratory Hematology. Teoksessa Elaine M. Keohane, Larry J. Smith and Jeanine M. Walenga Rodak's Hematology. 5th edition. 1-6.

Huotari, Virva, Marjatta, Sinisalo. 2022. Miten suhtautua perusveren kuvan sattumalöydöksiin aikuisilla? Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Viitattu 22.11.2024. <https://www.duodecim-lehti.fi/duo17144>.

Leppäluoto, J., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H., Lauri, T. 2021. Veri. Teoksessa Anatomia ja fysiologia. 9.–12. Painos. Sanoma Pro Oy, Helsinki. 115.

Movet. 2022. Häiritsevät tekijät verinäytteissä (hemolyyysi, ikteria, lipemia). Viitattu 10.11.2024. <https://www.movet.fi/tutkimukset/hairitsevat-tekijat-verinaytteissa-hemolyyysi-ikteria-lipemia/>.

NordLab. 2024. Perusverenkuva ja trombosyytit, verestä. Viitattu 6.11.2024. https://tutkimusohjekirja.nordlab.fi/ohjekirja/nayta.tmpl?sivu_id=146&setid=2474.

Palmer, L, Briggs, C, Mcfadden, S, Zini, G, Burthem, J, Rozenberg, G, Proytcheva, M, Machin, S, J. 2014. ICSH recommendations for the standardization of nomenclature and grading of peripheral blood cell morphological features. International Journal of Laboratory Hematology. 287-303.

Pamark Group. 2024. Vacuette EDTA-putket. Viitattu 6.11.2024. <https://www.pamark.fi/terveydenhuolto/laboratorio/verinaytteenotto/vacuetter-edta-putket>.

S, Mitis, S. de Vries. 2012. Biophysical Techniques for Structural Characterization of Macromolecules. Teoksessa Comprehensive physics. Viitattu 6.11.2024. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/hydrodynamic-focusing>.

Sarma, P. 1990. Red Cell Indices. Teoksessa Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. 3rd edition. Butterworth Publishers, a division of Reed Publishing. 720-723.

Savolainen, Eeva-Riitta, Tienhaara, Anri. 2015. Hematologiset laboratoriotutkimukset. Veritaudit. Duodecim oppiportti. Viitattu 22.11.2024. https://www.oppiportti.fi/op/ver00501/do?p_haku=verenkuva#s2.

Sysmex 2016. Seed haematology. Viitattu 19.11.2024. https://www.sysmex-mea.com/fileadmin/media/f100/Academy/Documents/SEED/Sysmex_SEED_Platelet_detection_and_the_importance_of_a_reliable_count.pdf.

Sysmex 2019. XN-Serie Flagging-Guide (DE). Viitattu 19.11.2024. https://analysen.mzla.de/wp-content/uploads/2020/02/SPM_F_262_DE_XN-Series-Flagging-Interpretation-Guide.pdf.

Sysmex 2022. Scientific calendar Juna 2022. Viitattu 6.11.2024. <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/scientific-calendar-2022/june/>.

Sysmex 2023a. XN-L Series Automated Hematology Analyzers. Viitattu 6.11.2024. https://www.sysmex.com/-/media/project/sysmex/sysmex/documents/brochures/xn-330-430-530-series_en.pdf?sc_lang=en-us.

Sysmex 2023b. Automated Hematology Analyzer XN-L series XN-530/XN-430/XN-330 General Information (North American Edition). Kobe: Sysmex Corporation. Viitattu 22.11.2024. <https://www.manuallib.com/download//2023-10-16/SYSMEX%20XN-L%20series%20XN-530%20XN-430%20XN-330%20%E9%80%9A%E7%94%A8%E8%AF%B4%E6%98%8E%E4%B9%A6.pdf>.

Sysmex. 2024a. XN-L. Viitattu 6.11.2024. <https://www.sysmex-europe.com/products/diagnostic/haematology/xn-l-series/>.

Sysmex 2024b. The white blood cell differential count application 'DIFF'. Viitattu 6.11.2024. <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/technologies/white-blood-cell-differential-count-application-diff/#>.

Sysmex 2024c. DC Sheath flow detection method. Viitattu 6.11.2024. <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/technologies/dc-sheath-flow-detection-method/>.

Sysmex 2024d. SLS detection method. Viitattu 6.11.2024. <https://www.sysmex-europe.com/academy/knowledge-centre/technologies/sls-detection-method/>.

Sysmex 2024e. WBC differential channel. Viitattu 6.11.2024. <https://www.sysmex.co.uk/education/knowledge-centre/technologies/fluorescence-flow-cytometry/wbc-differential-channel/>.

Sysmex 2024f. Cumulative pulse height (CPH). Viitattu 19.11.2024. https://www.sysmex-europe.com/academy/library/glossary/#item_46.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK) 2024. Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Viitattu 18.11.2024. <https://tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>.

Tunturi, Satu. 2022a. Punasoluindeksit (E-MCV, E-MCH, E-MCHC, E-RDW). Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 17.11.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03033>.

Tunturi, Satu. 2022b. Punasolujen määrä (B-Eryt) ja hematokriitti (B-Hkr). Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 17.11.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03032/punasolujen-maara-b-eryt-ja-hematokriitti-b-hkr>.

Tunturi, Satu. 2024a. Perusverenkuva ja trombosyytit (B-PVKT). Viitattu 17.11.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03030>.

Tunturi, Satu. 2024b. Leukosyytit (B-Leuk). Viitattu 10.11.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03034/leukosyytit-b-leuk>.

Woodlyne, R., Sameer, A, Diffalha., Ameet, R, Kini. 2016. Leukocyte Development, Kinetics, and Functions. Teoksessa Elaine M. Keohane, Larry J. Smith and Jeanine M. Walenga Rodak's Hematology. 5th edition. 149-164.

7 LIITTEET

LIITE 1

Kysely Sysmex XN-530 Verenkuva-analysaattorin pikaoppaan kehittämiseksi

Olen käyttänyt kyseistä tai vastaavaa analysaattoria ennen tätä harjoittelua.

- Minulla oli ennestään kokemusta kyseisestä analysaattorista
- Minulla oli ennestään kokemusta vastaavasta analysaattorista
- Minulla ei ollut ennestään kokemusta kyseisestä tai vastaavasta analysaattorista

Koin pikaoppaan selkeäksi ja verenkuva-analysaattorin käyttöä tukevaksi.

- Täysin samaa mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä

Koin pikaoppaan tukevan omaa oppimistani.

- Täysin samaa mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä

Koin pikaoppaan hyödylliseksi. (Voit valita useita vaihtoehtoja.)

- Näytteen manuaaliseen analysointiin
- Näytesarjan analysointiin käyttäen sampleria
- Kontrollin analysointiin
- Analysaattorin sisäisen pesun suorittamiseen
- Olisin halunnut tarkempaa ohjausta johonkin asiaan, mihin? (Vastauskenttä.)
- En kokenut pikaopasta hyödylliseksi

Koin pikaoppaan ulkoasun hyväksi.

- Täysin samaa mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- Jokseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä
- Vapaa kommentti. (Vastauskenttä.)

Toivoisin pikaoppaan alkuun myös selvennyksen analyysoijan näytön navigoinnista.

- Kyllä
- En
- Vapaa kommentti. (vastauskenttä.)

Toivoisin pikaoppaaseen enemmän kuvallisia ohjeita.

- Kyllä
- En

Vapaa palaute. Mitä kehitettävää ehdottaisit pikaoppaaseen? Kiitoksia palautteesta! (:

- (Vastauskenttä.)