

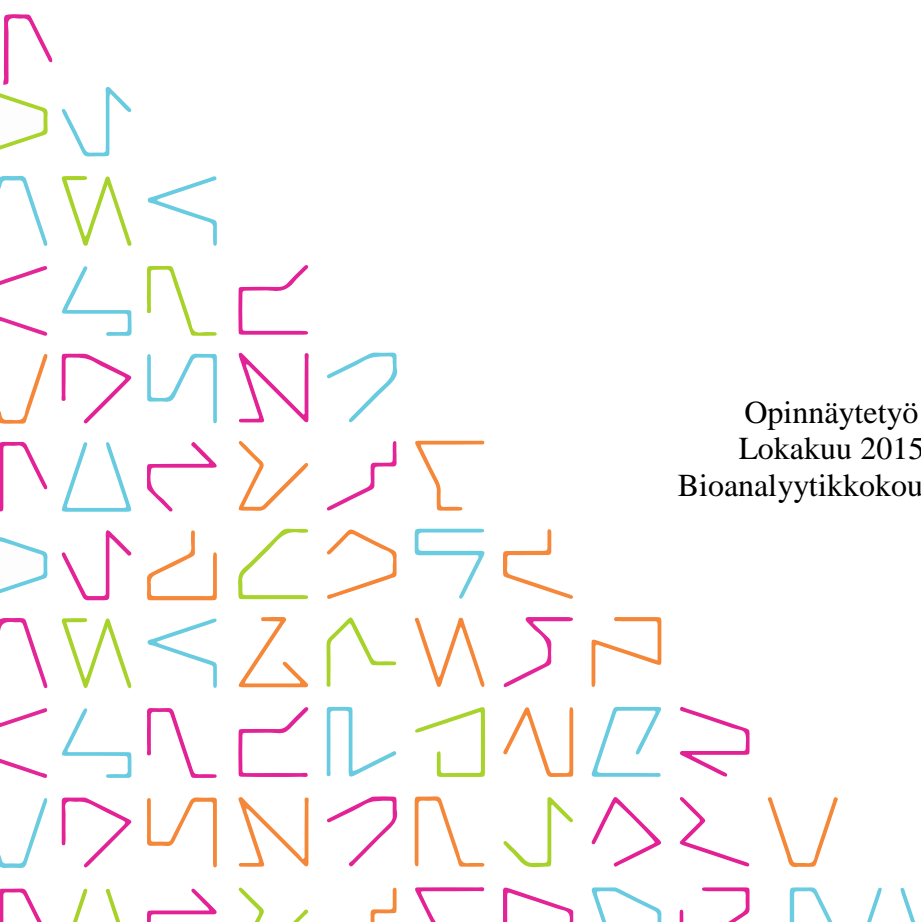


TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

**ABL90 FLEX -  
VERIKAASUANALYSAATTORIN PEREHDY-  
TYSMATERIAALI HOITO- JA LABORATO-  
RIOHENKILÖKUNNALLE**

Anu Linnanmäki  
Merja Tiilikainen

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2015  
Bioanalytikkokoulutus



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Bioanalytikkokoulutus Jyväskylä

LINNANMÄKI, ANU & TIILIKAINEN, MERJA:  
ABL90 Flex -verikaasuanalyysaattorin perehdytysmateriaali hoito- ja laboratoriohenkilökunnalle

Opinnäytetyö 37 sivua  
Lokakuu 2015

---

Terveydenhuollon ammattihenkilöiden suorittama vieritestaus laboratorion ulkopuolella on vahvassa kasvussa. Verikaasuanalyysaattoria käytetään paljon vieritestauslaitteina. Vieritestillä saadaan potilaan tulokset nopeasti ja niiden avulla tehdään nopeitakin hoitopäätöksiä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa ABL90 Flex -perehdytysmateriaali hoito- ja laboratoriohenkilökunnalle. Tavoitteena oli hoito- ja laboratoriohenkilökunnan osaamisen kehittäminen ja näytteenotossa sekä analysoinnissa tapahtuvien virheiden vähentäminen. Toimeksiantaja oli Fimlab Laboratorio Oy Keski-Suomen keskussairaalassa sijaitseva toimipiste.

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä. Perehdytysmateriaalille oli tarve, koska verikaasujen analysointiin tarkoitetut laitteet uusittiin. Ohjeistus toteutettiin perehdytysmateriaalina hoito- ja laboratoriohenkilökunnalle. Ohjeistuksen avulla haluttiin lisätä verikaasunäytteenoton osaamista ja yhdenmukaistaa verikaasujen analysointi laboratorion ja osaston välillä. Huolellisesti laadittu perehdytysmateriaali on tärkeä osa työntekijän perehdyttämistä työhön. Perehdytysmateriaalin avulla perehdytettävä voi opiskella ja tarkistaa asioita myös jälkeinpäin varsinaisen perehdytyksen loputtua. Opinnäytetyö käsittelee ABL90 Flex -verikaasuanalyysaattorin ominaisuudet, kapillaari- näytteenoton sekä ruisku- ja kapillaarinäytteiden käsittelyä ja analysointia.

---

Asiasanat: vieritesti, verikaasuanalyysi, perehdytys, näytteenotto

## ABSTRACT

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

LINNANMÄKI, ANU & TIILIKAINEN, MERJA:

Introductory Material of ABL90 Flex Blood Gas Analysers for Nursing and Laboratory Personnel

Bachelor's thesis 37 pages

October 2015

---

Point of Care testing carried out by a qualified health care professional is strongly increasing. Blood gas analysers are used to a great extent as Point of Care testing equipment. By Point of Care testing the patients' results can be quickly obtained, and with their help it is also possible to make quick treatment decisions. The purpose of this thesis was to produce ABL90 Flex introduction material for nursing and laboratory staff. The aim was to increase the practical skills of nursing and laboratory staff and decrease possible mistakes when taking samples and analysing blood tests. The commissioner of the thesis was Fimlab Laboratory Ltd in Central Finland Central Hospital.

The thesis was carried out as a functional thesis. There was a clear demand for introductory materials because of the acquisition of new equipment for blood gas analysis. Thus, introduction material was produced for the nursing and laboratory personnel. The aim was that with the help of the instructions the staff would become more skilled in taking blood gas tests and that the work done by the laboratory and the wards would be standardised. Carefully planned material is an important part of employees' introduction to their work. With the help of this material the employees can learn and check matters also after the actual introduction. This thesis deals with the qualities of the ABL90 Flex Blood Gas Analyser, as well as taking capillary samples and the handling and analysis of both syringe and capillary samples.

---

Key words: Point of Care Testing, Blood Gas Analysis, introduction material, taking samples

---

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	7
3	ABL90 FLEX -VERIKAASUANALYSAATTORI VIERITESTAUSLAITTEENA.....	8
3.1	Verikaasuanalysointilaitteiden käyttö.....	9
3.2	ABL90 Flex -laitteella tehtävät tutkimukset.....	13
3.2.1	Verikaasututkimukset .....	13
3.2.2	Elektrolyyttitutkimukset .....	15
3.2.3	Metaboliittitutkimukset.....	15
3.2.4	Oksimetriatutkimukset.....	16
4	VIERITESTAUSPROSESSI.....	18
5	VERINÄYTTEENOTTO VERIKAASUANALYSAATTORILLA TEHTÄVIIN TUTKIMUKSIIN .....	20
5.1	Valtimoverinäyte .....	20
5.2	Ihospistosnäyte .....	21
5.3	Turvallisuus näytteenotossa .....	22
5.4	Eettisyys näytteenotossa.....	23
6	VERINÄYTTEIDEN KÄSITTELY, SÄILYTYS JA ANALYSOINTI .....	25
6.1	Ruiskunäyte .....	25
6.2	Kapillaarinäyte .....	25
7	VERINÄYTTEIDEN VIRHETEKIJÄT.....	27
8	PEREHDYTYS.....	29
9	POHDINTA .....	31
	LÄHTEET.....	33

## 1 JOHDANTO

Terveydenhuollon ammattihenkilöiden suorittama vieritestausta laboratorion ulkopuolella on vahvassa kasvussa. Vieritestausta on hyvä käyttää silloin, kun halutaan tulos nopeasti. (Linko ym. 2009, 275, 301.) Verikaasuanalyysiaattoria käytetään nykyisin paljon esim. tehohoitoyksiköissä ja leikkaussaleissa, joissa tarvitaan happo-emästasapainon sekä neste- ja elektrolyyttitasapainon seuranta. Näytteenä käytetään valtimo, laskimo tai kapillaarivertta. Näillä mittaustuloksilla arvioidaan hengityksen- ja aineenvaihduntahäiriöiden tilaa sekä verenkierron tehokkuutta. (Laitinen 2004, 66; Uotila 2010, 113, 119.) Tavallisimpia vieritestejä verikaasu- ja elektrolyyttitutkimusten lisäksi kliinisen kemian laboratoriotöinnässä ovat muun muassa C-reaktiivinen proteiini, verensokeri, sydänmerkkiaineet, tromboplastiiniaika, raskaustesti, virtsan moniliuskatutkimukset (kemiallinen seula) ja albumiini sekä kreatiniini (Linko ym. 2009, 302–303).

Laboratoriotutkimusprosessissa verikaasuanalytiikan kriittisin vaihe on oikea preanalyttinen näytteenkäsittely (Laitinen 2004, 63). Analyysikelpoisuus sekä tulosten oikeellisuus edellyttävät luotettavaa ja pätevää näytteenottoa, joka vaatii näytteenottajalta teknistä osaamista sekä näytteeseen, että tutkimustuloksiin vaikuttavien preanalyttisten tekijöiden tuntemista. Näin pystytään käyttämään luotettavia tutkimusten tuloksia potilaan hoidossa. (Laitinen 2004, 32.) Pieniinkin virheisiin tulee kiinnittää huomiota tutkimuskelpoisten näytteiden takaamiseksi, koska virheelliset näytteenkäsittelyt voivat johtaa jopa väärin tulkintoihin potilaan hoidossa (Väisänen, Metsävainio & Romppanen 2006, 121). On tärkeää, että verikaasunäytteiden käsittely ja analysointi tehdään yhdennäköisesti, oli sitten kyseessä laboratorion tai osaston henkilökunta. Potilasturvallisuus edellyttää, että jokaisella näytteitä ottavalla henkilöllä on oltava tarvittava koulutus verinäytteenottoon. (Sinervo 2013, 128–129; Tuokko, Rautajoki & Lehto 2008, 126–129.) Laadunvarmistuksen tärkeimpiä tekijöitä vierianalytiikassa koulutuksen osalta ovat henkilökunnan uudelleen koulutus sekä pätevyyden tarkistaminen (Liikanen 2003, 58).

Opinnäytetyön tarkoituksena on laatia perehdytysmateriaali hoito- ja laboratoriohenkilökunnalle verikaasuanalyysiaattorin ruisku- ja kapillaarinäytteen käsittelyyn ja analysointiin. Perehdytysmateriaalia tarvitaan, koska vieritestaustoimintaan osallistuvien työntekijöiden tulee tehdä kaikki työvaiheet näytteenotosta analysointiin samalla tavalla. Perehdytysmateriaalin tavoitteena on saavuttaa luotettava ja laadukas verikaasunäytteiden

käsittely ja analysointi hoito- ja laboratoriohenkilökunnalle oikeiden tulosten varmistamiseksi. Perehdytyksen myötä palveluiden ja työn laatu paranee, kun työtehtävät opitaan tekemään alusta asti oikein. Myös kustannuksissa säästetään, kun virheiden korjaamiseen ei mene aikaa. (Björninen & Kallio. 2013, 24.) Ammattikorkeakouluun siirtymisen myötä ovat sairaanhoitajien kliinisen laboratorioalan opinnot vähentyneet (Liikanen 2003, 61). Hoitohenkilökunnan vähäinen tietämys ja kokemus laboratorion alalta saavat aikaan enemmän virheitä, etenkin, jos hoitajien ohjaus vieritestauksessa on riittämätöntä (Lehto 2014, 21). Vieritestausten tekemiseen tulee hoitohenkilökunnalla olla riittävät tiedot ja taidot. Lähtökohtaisesti pitää vieritestejä olla riittävä määrä, jotta jokaiselle hoitohenkilökunnan tekijälle tulee niitä tehtäväksi säännöllinen määrä ja tekemisen taito säilyy. (Pussinen 2015, 24.)

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Fimlab Laboratoriot Oy Keski-Suomen keskussairaalassa sijaitseva toimipiste. Aiheen valitsimme, koska se on työelämälähtöinen ja perehdytysmateriaalille oli tarvetta. Aihe oli myös ajankohtainen laitekannan muuttumisen vuoksi, koska uusilta verikaasuanalysaattoreilta puuttuu perehdytysmateriaali kokonaan.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tarkoituksena on laatia selkeä, helposti ymmärrettävä ja mahdollisimman yksinkertainen perehdytysmateriaali hoito- ja laboratoriohenkilökunnalle verikaasunäytteenottoon ja analysointiin. Työn tavoitteena on hoito- ja laboratoriohenkilökunnan osaamisen syventäminen. Vieritestejä on osattava käyttää oikein ja tulosten perusteella on tarvittaessa ryhdyttävä oikeisiin toimiin (Liikanen 2003, 61). Hoitohenkilökunnan on tärkeää hallita ruisku- ja kapillaarinäytteen käsittely sekä näytteen analysointi verikaasuanalyysaattorilla (Uotila 2010, 119).

Työ on toiminnallinen opinnäytetyö. Opinnäytetyönä laaditaan perehdytysmateriaali hoito- ja laboratoriohenkilökunnalle. Perehdytysmateriaalit poikkeavat toisistaan siten, että hoitohenkilökunnan materiaali on yksinkertaisempi verrattuna laboratorion vastaavaan materiaaliin. Laboratoriohoitajien/bioanalyytikkojen koulutukseen sisältyy näytteenotto. (Tampereen ammattikorkeakoulu 2015). Opinnäytetyö sisältää kapillaarinäytteenoton ohjeet, verikaasuanalyysaattorin toimintaperiaatteen ja käytön opastuksen sekä ruisku- ja kapillaarinäytteen analysoinnin.

### 3 ABL90 FLEX -VERIKAASUANALYSAATTORI VIERITESTAUSLAITTEENA

Verikaasuanalysaattoreita voidaan käyttää vieritestilaitteina, jotka on tarkoitettu mm. laboratorion ja tehohoitoyksikön käyttöön. Vieritestillä tarkoitetaan tutkimuksia, joita suoritetaan välittömästi potilaan läheisyydessä. (Åkerman 2010, 81–82.) Vieritestauksella on pitkä historia. Jo vuonna 1500 eKr. on huomioitu sairaiden ihmisten virtsan houkuttelevan kärpäsiä ja tämän on sanottu olevan ensimmäinen sokeritaudin vieritutkimus. Veren sokeripitoisuutta on päästy mittaamaan 1969 oikealla varsinaisella vieritestauslaitteella. Myös verikaasulaitteisto edustaa yhtä aikaisimmista vieritestauslaitteista. (Linko ym. 2009, 275; Price, St John & Hicks 2004, 3, 32.)

Nykyään laboratoriot toiminta keskitetään yhä suurempiin yksiköihin. Yleisesti omahoito (mm. verensokerin mittaaminen) on lisääntynyt ja menetelmäkirjo on laajentunut. Yhdessä nämä lisäävät vieritestien määrää koko ajan. (Åkerman 2013, 136.) Vieritestaus on lisääntynyt sen tarjoamien etujen ja hyötyjen vuoksi. Näitä etuja ovat muun muassa laitteiden siirreltävyyden, nopeasti saatavat tulokset, pieni näytemäärä ja esikäsittelemättömyys sekä laitteen helppo käytettävyys. Huonoja puolia ovat esimerkiksi korkea hinta sekä tulosten laatu- ja säätelyvaatimukset. (Nichols 2003, 1-2.)

Tehohoitoyksiköissä ja leikkaussaleissa kliinistä päätöksentekoa potilaan hoitoon liittyvissä asioissa voidaan nopeuttaa suorittamalla tutkimukset vieritesteinä. Varsinkin tutkimuksissa, joissa käytetään ennakkoon valikoituja elektrolyyttejä sekä laktaatin mittausta- ja verikaasuanalyysitutkimuksissa. (Kapoor, Srivastava & Singh 2014, 221.) Verikaasu- ja elektrolyyttitutkimukset antavat suunnan potilaan hoidossa joskus hyvinkin vakavissa tilanteissa (Nichols 2003, 229). Jotta vieritutkimukset olisivat laadukkaita, täytyisi laitteiden käyttäjiä ohjata enemmän preanalyttisissä, analyttisissä ja postanalyttisissä vaiheissa (Lehto 2014, 26). Vastuuhenkilöiden tulee saada laitteen toimittajalta myös riittävän pitkä ja laadukas koulutus. Perehdytys ja koulutus ovat tärkeitä myös muulle henkilökunnalle, varsinkin lyhytaikaisille sijaisille. (Linko ym. 2009, 280–281.)

Hyvässä laadunhallintajärjestelmässä määritellään yhtenäiset laboratorion ja hoitohenkilökunnan vieritutkimusten toimintatavat, jolloin näytetutkimustuloksiin voidaan luottaa. Vieritestitulosten oikeellisuus varmistetaan validoinnilla ennen laitteen ja tutkimusten



käyttöönottoa. Sisäisessä laadunohjauksessa tuloksia verrataan laboratorion laitteiden antamiin tuloksiin ja ulkoisessa laadunarvioinnissa verrataan omia tuloksia muiden samaa tutkimusta tekevien yksiköiden tuloksiin. Näin varmistetaan tulosten luotettavuus, joka on perusedellytys vieritestien käytettävyydelle. (Sinervo 2013, 128–129; Linko ym. 2009, 296.) Verikaasututkimukset perustuvatkin toistettavaan toimintaan, jonka avulla seurataan potilaan tilaa (Väisänen 2008, 69).

### 3.1 Verikaasuanalysointilaitteet

Laboratoriossa näytteiden analysoinnista vastaavat laboratoriohoitajat/bioanalytikot ja hoitoyksikössä sairaanhoitajat, joilla on tehtävään asianmukainen perehdytys ja koulutus (Sinervo 2013, 128–129). Hoitohenkilökunta analysoi verikaasunäytteitä varsinkin synnytyssaleissa ja teho-osastoilla. Laitteen sijoittamisen tehohoito-osastoille tekee mahdolliseksi sen liittäminen tiedonsiirtojärjestelmään sekä henkilökunnan riittävä perehdyttäminen ja laadunohjaus. (Åkerman 2010, 82.) On tärkeää käyttää hyvin huollettuja ja kalibroituja välineitä sekä kiinnittää huomiota ohjeistukseen (Arneson 2014, e14). ABL90 FLEX on kannettava, nopea, pienikokoinen, helppokäyttöinen, käyttäjää ohjaava (puheohjaava) verikaasuanalysointilaitte (kuva 1) (Koppinen 2012).



KUVA 1. ABL90 Flex –analysointilaitte (Radiometer 2013)

Laite on pH/verikaasujen, elektrolyyttien, metaboliittien ja täydellisen oksimetrian mittaussysteemi (Radiometer 2013, 1-3). Laite sisältää kaikki tehohoidon parametrit (tau-

lukko 1). Laitteiston parametripaneelit vaihtelevat sen mukaan, millainen sensorikasetti verikaasuanalysaattoriin on asennettu. (Radiometer 2013, 4-2.) Analysaattoria tarvitsee huoltaa vain vähän ja tulokset saadaan 35 sekunnissa. Laitteella voi tutkia 44 näytettä tunnissa ja sen valmiusaika on 23,5 tuntia vuorokaudessa. Kaikkien käytössä olevien parametrien mittaamiseen tarvitaan vain 65µl näytettä/tutkimus. (Koppinen 2012.) ABL90 Flex -analysaattorissa tarvittavat päivittäiset liuokset, kuten pesu-, kalibrointi-, laaduntarkkailu- ja reagenssiliuokset sekä kaasut sisältyvät liuospakkaukseen (Radiometer 2013, 1-4.)

TAULUKKO 1. ABL90 Flex -analysaattorilla mitattavat parametrit (Radiometer 2013, muokattu)

<b>Parametriryhmä</b>	<b>Parametrit</b>
pH/verikaasu:	pH (happamuus) pCO <sub>2</sub> (hiilidioksidin osapaine) pO <sub>2</sub> (happiosapaine)
Oksimetria:	ctHb (kokonaishemoglobiini) sO <sub>2</sub> (happisaturaatio) FO <sub>2</sub> Hb (oksihemoglobiinifrakti kokonaishemoglobiinissa) FCOHb (karboksihemoglobiinifraktio kokonaishemoglobiinissa) FHHb (deoksihemoglobiinifraktio kokonaishemoglobiinissa) FMetHb(methemoglobiinifraktio kokonaishemoglobiinissa) FHbF (fetaalihemoglobiinifraktio) ctBil (kokonaisbilirubiini plasmassa)
Elektrolyytit:	cK <sup>+</sup> (kaliumionipitoisuus) cNa <sup>+</sup> (natriumionipitoisuus) cCa <sup>2+</sup> (kalsiumionipitoisuus) cCl <sup>-</sup> (kloridi-ionipitoisuus)
Metaboliitit:	cGlu (D-glukoosipitoisuus) cLac (L(+)-laktaattipitoisuus)

Verikaasuanalysaattorissa on viivakoodinlukija, jolla luetaan potilaan tunnistetiedot. Viivakoodinlukijalla voidaan lukea potilasnäytteiden lisäksi laaduntarkkailuampullien, ruiskun sylinterin ja sensoripakkauksen viivakoodit. Tiedot voidaan syöttää myös manuaalisesti. Syöttömoduulin kahvan asento valitaan sen mukaan (syöttömoduulin kanssa), mikä näyte on kyseessä (Radiometer 2013, 2-6,8.) Jos näytteen syöttö voidaan aloittaa, palaa vihreä valo (myös keltaisen valon aikana voidaan ajaa näytteitä, on ensin

tarkastettava sen merkitys) liikennevaloissa laitteen tila-painikkeessa kosketusnäytöllä (Radiometer 2013, 3-2). Näytteen aspiraatio tapahtuu automaattisesti. Laite tarkistaa näytteen homogeenisuuden havaitsemalla mahdolliset ilmakuplat. Näyttöön ilmestyy kysymysmerkki tiedoksi, jos näytettä ei voi mitata. Kun laite on saanut näytettä riittävästi, näyteastian voi ottaa pois ja laskea syöttöyksikön (inlet) kahvan alas. Verikaasuanalysaattorissa on sisäinen näytteensekoittaja safePICO-ruiskulle. Tulokset tulevat näkyviin näytölle ja tulostuvat paperille. Jos käytössä on tiedonsiirtojärjestelmä, tulokset siirtyvät suoraan pyytäjälle. (Radiometer 2013,4-3,5,11.)

Spektrofotometrinen hemoglobiinin mittaaminen sekä ionien mittaaminen erikoiselektrodeilla tapahtuu usein myös samassa mittauskammiossa. Näytteen siirtyminen mittauskammioihin ja mittausten jälkeinen huuhtelu on automaattista. Laitteissa olevat tietokannat korjaavat kaikista antureista saatua mitta-arvoa lisämittausten sekä ohjelmallisten säätöjen perusteella. Lisäksi tulos voidaan ilmaista vaihtoehtoisissa muodoissa ja laskennallisia suureita tulostettaessa. Useat laitteet mittaavat näytteestä myös karboksi- ja methemoglobiinin määrää. (Salorinne 2003, 210–211.)

Laite käyttää potentiometriä happamuuden, hiilidioksidin, kaliumin, natriumin, kalsiumin ja kloridin mittaukseen (Koppinen 2012). Mittauksessa verrataan kahta sähkökemiallisessa kennossa olevan elektrodin välillä vallitsevaa jännite-eroa. Mittauslaitteesta ja kennosta muodostuu suljettu piiri, jolloin muodostuu elektroninen sähköketju. Kennossa olevat elektrodit yhdistetään toisiinsa elektrolyyttiliuoksen avulla. Jännitteen mittaamiseen käytetään ioniselektiivisiä elektrodeja. Mittauksessa tulokset lasketaan Nernstin kaavalla. (Åkerman & Jokela 2010 62-64; Radiometer 2014, 5-18,19.)

Amperometrialla mitataan glukoosi ja laktaatti. Kun elektrodien välillä vallitsee vakiojännite, voidaan mitata elektrodisen kennon virta. Reaktiossa käytetty mittausta on päinvastainen kuin potentiometriassa, amperometriassa jännite on vakio ja mitataan virtaa. Virtaa syntyy näytteessä olevan hapen kulkeutuessa elektrodissa olevan kalvon läpi. (Laitinen 2004, 78; Radiometer 2013, 5-36.)

Spektrofotometrialla mitataan aineiden sähkömagneettisen säteilyn absorptiota eri aallonpituuksilla (Halonen 2004, 67). Verikaasuanalysaattorissa spektrofotometrisesti mitataan hemoglobiini, happisaturaatio, oksihemoglobiini, karboksihemoglobiini, deoksihemoglobiini, methemoglobiini, fetaalihemoglobiini ja bilirubiini. Spektrofotometri-

assa näyte ensin hemolysoidaan ja sitten mitataan näytteen läpi kulkevan valon absorptiota (Beerin laki). Hemoglobiinijohdannaiset (esim. FMetHb) ilmoitetaan fraktioina kokonaihemoglobiinissa. (Koppinen 2012.)

Optisen happisensorin mittaus perustuu näytteen fosforesenssiin, jossa käytetään vihreää led-valoa. Valo heijastetaan dikromaattisen peilin avulla näytteeseen. Näytteessä oleva fosforoiva valo saa aikaan näytteen vihreän valon muuttumisen punaiseksi, joka heijastuu fotodetektorille läpäistyään dikromaattisen peilin. Analysaattori laskee Stern-Volmerin kaavalla optisen happimäärän. (Radiometer 2014, 5-29.)

Mittauslämpötila verikaasuanalysointilaitteissa on 37 °C. Lämpötilasta riippuvaisia parametreja ovat pH, pCO<sub>2</sub> ja pO<sub>2</sub>. Jos potilaan ruumiinlämpö on huomattavasti poikkeava (23–42 °C), voidaan mitatut arvot muuttaa potilaan ruumiinlämpöä vastaavaksi. Koska viitearvot tunnetaan vain 37 °C:lle, on suositeltavaa ilmoittaa sekä alkuperäiset 37 °C:ssa mitatut ja potilaan ruumiinlämpöön korjatut tulokset. (Uotila 2010, 119.)

ABL90 FLEX sisäinen laadunvarmistus on automaattista, korjaustoiminnot laite tekee itsenäisesti, ellei käyttäjän toimintoja tarvita (esim. korjaustoimien määrittäminen). Laadunhallintajärjestelmä perustuu sisäiseen laadunvarmistukseen, järjestelmätarkastuksiin ja analyysitarkastuksiin. Laadunvarmistuksella arvioidaan laitteen toimintakykyä, jotta luotettavien potilastutkimusten saaminen voidaan taata. Laadunhallintaan käytetään kuutta sisäistä liuospakkausta. (Radiometer 2013, 5-2,3.) Parametrien mittaamista ja tarkistamista varten suoritetaan kalibrointi. Automaattiset laadunvalvonnan kalibroinnit tehdään kahden tunnin välein parametreille tarkoitetuilla liuksilla ja ilmalla (Koppinen 2012; Radiometer 2013, 6-2). Kalibrointia ei pidetä hyväksyttynä tai se on vanhentunut, kun sensorikasetti on äskettäin vaihdettu tai kalibrointi on 25 % myöhässä. Analysaattorin tila laitteen tilarivillä on tällöin punainen. Noin kolmen kuukauden välein säädetään tHb-kalibroinnilla laitteen kyvetin kerrointa ja aallonpituutta eli analysaattorin optista järjestelmää. Kalibroinnin verifiointilla osoitetaan laboratoriotutkimuksilla ja dokumenteilla, että laitteen käyttö hallitaan ja että se soveltuu käyttötarkoitukseen. (Radiometer 2013, 6-3,4,8.) Laaduntarkkailumittaukset (QC) tehdään kolmessa tasossa (matala, normaali ja korkea) ja ne mitataan kahdeksan tunnin välein. Laaduntarkkailumittaukset tehdään aina vianmääritysten ja ehkäisevien huoltotoimien jälkeen sekä aina, kun käyttäjät epäilevät laitteen toimivuutta. Järjestelmämittauksella laite tarkastaa, että analysaattori toimii oikein. Analyysitarkastukset, joita ovat lämpötilan tar-

kastukset, tarvikkeiden tarkastukset ja elektroniset tarkastukset, analyytikööri tekee jokaisen mittauksen yhteydessä tai kahden tunnin välein (yhden pisteen kalibrointimittaus ja järjestelmämittaukset). (Radiometer 2013, 5-3,4,7.)

ABL90 Flex -analysointilaitteen laatua seurataan myös tasokontrolleilla, jolloin samat potilasnäytteet analysoidaan kaikilla verikaasuanalysointilaitteilla ja tuloksia verrataan keskenään. Akkreditoitussa laboratoriossa tehdään myös ulkoista laadunarviointia, joita ovat Labquality Oy:n ulkoiset laaduntarkkailukierrokset. Ulkoisten laadunarviointinäytteiden analysointi tapahtuu neljä kertaa vuodessa hemoksi- ja happoemäskierroksilla, josta laitevastaavat huolehtivat. (Turpeinen 2015.)

### **3.2 ABL90 Flex -laitteella tehtävät tutkimukset**

Verikaasuanalysointilaitteella saadaan nopeasti tuloksia, joita tarvitaan tehohoidossa. Laitteella mitataan muun muassa veren happamuutta sekä happi- ja hiilidioksidipainetta myös neste- ja elektrolyyttitasapainoa. Sillä voidaan arvioida verenkierron tehokkuutta sekä hengityksen – ja aineenvaihduntahäiriöiden tilaa, joka antaa suunnan potilaan hoidossa. (Laitinen 2004, 63–66; Åkerman 2010, 82; Uotila 2010, 113, 119.)

#### **3.2.1 Verikaasututkimukset**

Verikaasututkimuksilla mitataan elimistön verenkierron kulkua ja hengityksen ilmanvirtausta sekä aineenvaihduntaa. Verikaasututkimusten indikaatioina ovat monista eri syistä johtuvat kriittiset hengitysoireet myös tehohoidon ja operatiivisten toimenpiteiden aikana. Potilaan alhaista happipitoisuutta tai äkillistä hengitysvajetta tutkitaan veren happi- ja hiilidioksidipainolla sekä happo-emästasapainomittauksilla. Näitä tutkimuksia käytetään hoidon tarpeen tarkistamiseksi. Tutkimukset tehdään usein kapillaarinäytteestä, mutta mieluummin käytetään valtimoverinäytettä. pH voidaan analysoida myös laskimonäytteestä. (Salorinne 2003, 208–209; Jama 2013.)

Elimistön happo-emästasapainon säätely elimistössä on hyvin tarkkaa. Tätä säätelyä pitää yllä kolme toisiinsa sidoksissa olevaa säätelyjärjestelmää, joiden pitää toimia tehokkaasti yhdessä. Kemialliset puskurijärjestelmät vaikuttavat happo- tai emäslisäyksen aiheuttamiin pH-muutoksiin, hengitystoiminta säätelee hiilidioksidin poistoa, lisäksi munuaiset erittävät tarpeen mukaan joko emäksistä tai hapanta virtsaa. Muita puskureita

ovat mm. proteiinit (albumiini), fosfaatti (virtsa), sulfaatti ja entsyymit sekä luukudos. Hiilihappo-bikarbonaattipuskuri on merkittävin solun ulkoisen nesteen puskurijärjestelmä, se säätelee pH:n laskua ja nousua. (Reinikainen 2014, 40–42.) Jos elimistön pH on kohonnut, jolloin hengitetään syvempään ja tiheämpään, hengitystilavuus voi vähentyä. Elimistön pH:n ollessa matala, hengitys on kevyempää ja rauhallista, jolloin taas hengitystilavuus voi kasvaa. (Uotila 2010, 111.)

Kun elimistön aineenvaihdunta on jostain syystä häiriintynyt, seurauksena on happojen kertyminen elimistöön tai emästen menettäminen. Happo-emästasapainon häiriöt jaetaan metabolisiin ja respiratorisiin riippuen siitä, miten häiriö on syntynyt. Metaboliset ja respiratoriset häiriöt jaetaan vielä metaboliseen asidoosiin ja alkaloosiin ja respiratoriseen asidoosiin ja alkaloosiin. (Mustajoki 2014.)

Asidoosi on elimistön tila, jossa pH-arvo on alle 7,35. Tavallinen metabolisen asidoosin syy on diabeettinen ketoasidoosi eli happomyrkytys, joka voi olla hengenvaarallinen tila. Elimistö pyrkii korjaamaan aineenvaihdunnallista asidoosia itse säätelemällä hiilidioksidin ja hiilihapon määrää hyperventilaatiolla eli hengittämällä tiheään. (Mustajoki 2014b.)

Metabolinen alkaloosi eli aineenvaihdunnallinen emäksisyys muodostuu, kun elimistöä poistuu happamia nesteitä tai sinne kertyy emäksisiä aineita. Tällöin pH-arvo on yli 7,45. Alkaloosia voivat aiheuttaa myös nesteenpoistolääkkeet ja runsas oksentelu, jolloin kaliumia ja kloridia erittyy elimistöstä paljon virtsaan. Alkaloosia esiintyy varsinkin tehohoitopotilailla yleisesti erilaisten hoitotoimenpiteiden seurauksena. (Mustajoki 2014a.)

Respiratorinen asidoosi syntyy, kun elimistöön kertyy liikaa hiilidioksidia. Happamuuden lisääntymisen syynä on joko hengitystoiminnan häiriö tai jokin keuhkojen sairaus. Hiilidioksidi ei poistu keuhkoista tarpeeksi hyvin, koska keuhkojen tuuletus on vajaavaista. Syynä on toiminnallinen häiriö tai jokin keuhkojen sairaus. Respiratorista asidoosia tavataan yleisesti vaikeassa sydämen vajaatoiminnassa, keuhkoveritulpassa (keuhkoembolia) ja vaikeissa keuhkohtaumataudeissa (COPD). (Mustajoki 2014b.)

Respiratorinen alkaloosi syntyy liian tiheään hengittämisen seurauksena eli hyperventilaatiosta. Hengityksperäisessä alkaloosissa veren hiilidioksidipitoisuus vähenee. Elimis-

tössä muodostuva hiilidioksidi poistuu normaalisti uloshengityksen kautta, mutta esimerkiksi paniikkihäiriössä hengitetään hyperventiloimalla ja silloin hiilidioksidin ja hiilihapon määrä voi laskea niin alhaiseksi, että muodostuu alkaloosi. Respiratorisen alkaloosin oireita ovat vapina, huimaus, jalkojen ja käsien puutuminen sekä lihaskouristukset. (Mustajoki 2014a.)

### 3.2.2 Elektrolyyttitutkimukset

Elimistön nesteissä olevia yhdisteitä, joilla on sähköiset varaukset, sanotaan elektrolyyteiksi. Elektrolyyteillä on elimistön kannalta merkittäviä tehtäviä. Elektrolyytit ylläpitävät elimistön osmoottista painetta sekä elimistön nestetilojen kapasiteettia ja happo-emästasapainoa. Ne säätelevät myös sydänlihäs-, luurankolihas- ja hermosolujen toimintaa sekä lisäksi elektrolyytit ovat osallisena aineenvaihduntareaktioissa. (Uotila 2010, 93.)

Positiivisesti varautuneita elektrolyyttejä sanotaan kationeiksi ja negatiivisesti varautuneita anioneiksi. Tärkeimpiä kationeja on natrium ( $\text{Na}^+$ ), kalium ( $\text{K}^+$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ja kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Tärkeimpiä anioneja ovat kloridi ( $\text{Cl}^-$ ), sulfaatti ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), bikarbonaatti ( $\text{HCO}_3^-$ ) ja fosfaatti ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ ), näiden lisäksi muutamat orgaanisten happojen anionit. Anionien ja kationien pitoisuudet ovat aina yhtä suuret, jotta sähköinen tasapaino säilyy. (Uotila 2010, 93.)

### 3.2.3 Metaboliittitutkimukset

Haima muodostuu eksokriinisestä osasta eli rauhasrakkuloista, jotka tuottavat ruoansulatusentsyymejä sekä endokriinisestä osasta, joka erittää glukagonia (aminohapon muodostama peptidi), insuliinia ja muita hormoneja. Glukoosi on elimistön ja varsinkin aivojen tärkein energianlähde, jonka tarve kasvaa fyysisessä rasituksessa ja paastossa, kun plasmassa on paljon glukoosia (ruokailun jälkeen) insuliinin erityis suurenee. Insuliinin tehtävänä on lisätä glukoosin pääsyä kudoksiin. Glukagoni vapauttaa sokeria maksasta verenkiertoon. Veren pieni glukoosipitoisuus saa glukagonin erittymisen lisääntymään. Insuliini ja glukagoni pitävät elimistössä yllä glukoositasapainoa. Insuliini on ainoa hormoni, joka pienentää veren glukoosipitoisuutta sekä saa aikaan energian varastoitumisen lihaksiin, maksaan ja rasvakudokseen. Tavallisimmat diabetes-muodot ovat tyy-

pin 1 (T1D) ja tyypin 2 (T2D) diabetekset. Tyypin 1 diabeteksessa elimistön omat autoimmuunireaktiot tuhoavat haiman beetasolut, joko osittain tai kokonaan ja insuliinin erityys loppuu. 2-tyypin diabeteksessa veren sokeripitoisuus kohoaa solujen sokerin hyväksikäytön häiriinnyttyä. (Leppäluoto 2007, 347–351.)

Laktaattia eli maitohappoa syntyy normaalisti glykolyysin (hajotetaan palorypälehapon anionimuodoksi) sivutuotteena. Sillä on tärkeä tehtävä elimistön aineenvaihdunnassa ja solujen välisessä viestinnässä. Laktaatti poistuu elimistön lepotilassa yleensä nopeasti maksan kautta. Jos maksa ei kykene poistamaan muodostunutta laktaattia, syntyy laktaattiasidoosi eli happo-emästasapainon häiriö. Yleensä häiriöön syynä on joko maksan heikentynyt eliminaatiokyky tai laktaatin lisääntynyt tuotanto. Sokista, sydämen vajaatoiminnasta, akuutista hengitysvajauksesta, keuhkoödeemasta tai hiilimonoksidimyrkytyksestä johtuva hengitys- ja verenkiertoelimistön vajaatoiminta, voivat johtaa plasman laktaattipitoisuuden nousuun. (Arola 2014.)

Bilirubiinia syntyy punasolujen hemoglobiinin hemiosasta punasolujen hajotessa monien vaiheiden kautta (hemolyysi). Bilirubiini imeytyy maksan kautta sappien antaen sappinesteelle kellertävän värin, joka havaitaan etenkin silmistä, mutta myös ihon väristä silloin, kun bilirubiinin arvo nousee. Bilirubiinin tutkimusaiheena ovat maksan ja sappiteiden sairauksien sekä hemolyyttisten tilojen diagnostiikka. (Penttilä 2004, 233–235.) Bilirubiinin muodostumista aiheuttavat krooniset ja akuutit maksatulehdukset sekä maksakirroosi, myös jotkut lääkkeet (mm. anaboliset steroidit) ja sappitietukos (tumori, kivet). (Färkkilä 2013.)

### 3.2.4 Oksimetriatutkimukset

Oksimetriatutkimuksia tarvitaan kudosten hapetustilan ja happo-emästasapainon häiriöiden havaitsemiseen sekä hoidon seurantaan. Tutkimuksia käytetään myös häämyrkytyksen ja methemoglobinemian selvittelyyn. Oksimetriatutkimuksiin kuuluvat hemoglobiini, karboksihemoglobiini, methemoglobiini, oksihemoglobiini ja hemoglobiinin happisaturaatio. Tutkimuksessa selvitetään kudosten hapen saantia sekä hemoglobiinin kykyä kuljettaa happea. Methemoglobiinia muodostuu eräiden lääkeaineiden (esimerkiksi sulfonamidi), kemikaalien (aniliiniväriaineet) sekä joidenkin ruoka-aineiden (piinaatti ja kaali) vaikutuksesta, jolloin hemoglobiinin ferrorauta hapettuu ferrimuotoon. Koska methemoglobiini ei pysty sitomaan happea se vaikeuttaa normaalia hemoglobii-



nin hapenluovutusta kudoksiin. (HUSLAB 2014.) Oksimetriatutkimuksiin käytetään spektrofotometriaa, jolloin veren punasolut hajotetaan ensin ultraäänellä. Valon absorptiota mitataan usealla aallonpituudella, jolloin havaitaan myös veren samentuminen. Verikaasuanalyysissä oksimetria on tärkeä tutkimus akuuttihoitossa sekä myrkytys- ja muissa ennalta arvaamattomissa tilanteissa. (Salorinne ym. 2003, 215.)

#### 4 VIERITESTAUSPROSESSI

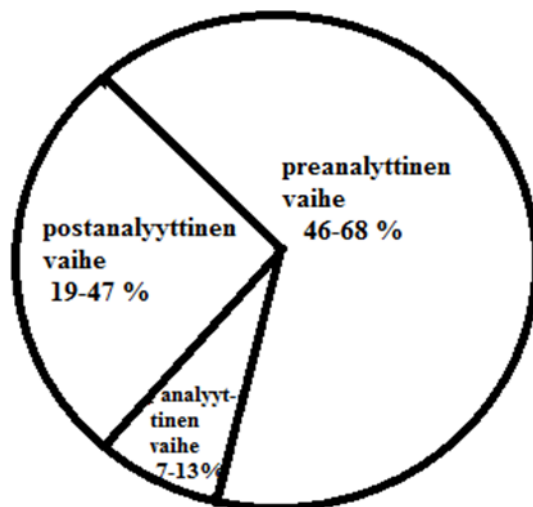
Vieritestausprosessi muodostuu preanalyttisestä, analyttisestä ja postanalyttisestä vaiheesta. Laatuvaatimukset täyttävät näytteet ovat edellytyksenä luotettaville vieritestitutkimuksille. (Linko ym. 2009, 288–289.) Laadullisen näytteenottoiminnan lisäksi näytteiden hyvä laatu koostuu osaavasta ja asiantuntevasta henkilökunnasta sekä hyvistä näytteenottovälineistä ja –laitteista. Kliinisen laboratorion tulosten oikeellisuuden arvioimiseksi laboratoriossa järjestetään sekä sisäistä laadun ohjausta että ulkoista laadun arviointia. (Sinervo 2015, 9.)

Suurin osa virheellisistä laboratoriotuloksista liittyy preanalyttisessä vaiheessa tapahtuneisiin virheisiin näytteenottotilanteessa. Virhelähteiden ennaltaehkäiseminen on hyvin tärkeää oikeiden tulosten saamiseksi. Tärkeää on myös tunnistaa virhelähteet ja osata tulkita tuloksia oikein. Näin virhelähteet on helpompi välttää ja poistaa. Näytteenottoon tuo haastetta myös laboratorion asiakkaiden toiminta. Vaihtelua laboratoriotutkimuksille aiheuttavat tekijät, joihin pyritään vaikuttamaan vakioimalla näytteenottoa potilaiden ohjauksella. Laboratoriossa ja osastoilla pitäisi olla mahdollisimman ajantasalla oleva ohjeistus preanalyttiselle vaiheelle, sekä ammattitaitoinen henkilökunta, jota koulutetaan pätevyyden ylläpitämiseksi. (Sinervo 2015, 8-9.) Preanalytiikan perehdyttämisen tärkeyttä hoitohenkilökunnalle ei voi korostaa liikaa, koska sairaanhoitajaopiskelijoiden suorittama näytteenotto ja vieritestauksen opetus on koulutuksen aikana vähäistä. Tällöin tämä on huomioitava perehdytyksessä. (Pussinen 2015, 25.)

Vieritestauksessa preanalyttiseen vaiheeseen sisältyy tutkimustarpeen määrittäminen, tutkimuspyynnön tekeminen, asiakkaan ohjaus tutkimukseen, näytteenotto, otettujen näytteiden käsittely, säilytys ja kuljetus laboratorioon. Preanalyttinen vaihe käynnistyy potilaan tutkimustarpeen toteamisella sekä tekemällä tutkimuspyyntö klinikalle. Potilaan esivalmisteluohjeet, jotka ovat tiedettyjä häiriötekijöitä, liittyvät ravintoon, stressiin, tupakointiin, lääkkeisiin sekä voimakkaaseen fyysiseen rasitukseen. Potilaan tunnistaminen on aina tärkeää; tarkistetaan, että potilaan kertomat tiedot täsmäävät tutkimuspyynnön ja näytetarrojen tietojen kanssa. Ravinnosta johtuva lipeemisyys voi häiritä myös tutkimusta. Preanalyttinen vaihe on perusta luotettaville tutkimustuloksille. (Tuokko ym. 2008, 7-9, 22–27.)

Analyttinen vaihe muodostuu vieritestien analysoinnista sekä laadunvarmistuksesta (Tuokko ym. 2008, 7). Tutkimukset määritetään hyväksytyillä ja tutkituilla laitteilla ja menetelmillä. Tärkeää on, että tulosten oikeellisuus voidaan varmistaa ja jäljittää. (Tuokko ym. 2008, 12.) Näytteen mittausta tehdään laitevalmistajan laatiman ohjeistuksen mukaisesti. Myös laitteen reagenssien ja muiden tarvikkeiden säilyttämisestä varten sekä mahdollisten ongelmatilanteiden varalle on laitevalmistajan annettava ohjeet. (Linko ym. 2009, 306–307.)

Postanalyttiseen vaiheeseen sisältyy tutkimustulosten tarkastelu, arviointi ja hyväksyminen sekä tutkimustulosten tiedottaminen ja toimittaminen pyynnön tilaajalle. Postanalyttisessä vaiheessa tutkimustulokset myös dokumentoidaan ja arkistoidaan. Näytteen analysointi voidaan tarvittaessa pyytää uusittavaksi, tällöin se edellyttää uutta näytettä. (Tuokko ym. 2008, 12–13.)



KUVIO 1. Laboratorioprosessin virheiden jakauma (Tuokko 2008, muokattu)

## 5 VERINÄYTTEENOTTO VERIKAASUANALYSAATTORILLA TEHTÄVIIN TUTKIMUKSIIN

Näytteenottajan on tunnettava tavallisimpien pintaverisuonten ja ihon näytteenottoaluiden anatomia, jotta pystytään tutkimuksen kannalta ottamaan laadukkaita näytteitä turvallisesti. Verinäyte otetaan laskimosta tai ihopistosnäytteenä, mutta joissain tilanteissa otetaan myös valtimoverinäyte. Verikaasuanalysaattorissa käytetään näytteenä kokoverta. (Tuokko ym. 2008, 34; Matilainen ym. 2010, 56.)

### 5.1 Valtimoverinäyte

Valtimoveri on edustavin näytemuoto verikaasu- ja happo-emästasapaino tutkimuksiin, joita tehdään paljon tehohoidossa (Tuokko 2010, 29). Päivystyspoliklinikalla valtimoverikaasuanalyysi on tärkein kriittisesti sairaille potilaille tehtävä laboratoriotutkimus, koska sillä voidaan arvioida välittömästi verenkiertovajauksen- ja hengityksen vaikeusastetta (Koskenkari 2014, 83). Lisäksi akuuttien ja kroonisten tilojen hoidossa käytetään happo-emästasapainon mittausta (Salorinne ym. 2003, 209). Valtimoverinäytteen ottaminen vaatii erityistaitoa ja usein joudutaan käytännön syistä tyytymään ihopistosnäytteeseen. Näytemuodot poikkeavat toisistaan näytteen happipitoisuudessa ja lisäksi hiili-dioksidi-, pH-osapaine sekä glukoosi-, laktaatti- ja ammoniumpitoisuudet ovat ihopistosnäytteessä erilaiset kuin valtimoverinäytteessä. Näytemäärästä riippuen tai valtimon koosta johtuen näyteneulana käytetään 20–25 G:n neulaa. (Tuokko 2010, 29; Tuokko ym. 2008, 52.)

Turvallinen valtimoverinäytteenotto edellyttää suojainten käyttöä ja varotoimenpiteitä. Staasia ei käytetä näytteenotossa. Allenin testillä varmistetaan aina ennen värttinävaltimopunktiota, että arteria ulnaris pystyy huolehtimaan käden verenkierrosta. Valtimoverinäytteenotossa mahdollisia komplikaatioita ovat vasovagaalinen reaktio, jota voi seurata pyörtyminen, hematooma, tromboosi, arteriapasmi ja embolia. (Tuokko 2010, 29; Uotila 2010, 119; Tuokko ym. 2008, 52–53.)

Valtimoverinäyte otetaan aina elektrolyyttitasapainotettuun hepariini ruiskuun anaerobisesti, mutta käytännön syistä sekä komplikaatioriskien vuoksi voidaan käyttää myös ihopistonäytettä eli kapillaarinäytettä. Lääkäri ottaa aina valtimoverinäytteen, mutta tarvittaessa myös hoitohenkilökunta voidaan kouluttaa ottamaan näyte. Valtimoverinäyte otetaan tavallisimmin värttinävaltimosta, reisivaltimosta tai lonkkavaltimosta. Pienillä

lapsilla näyte voidaan ottaa päävaltimosta ja vastasyntyneiltä napavaltimosta ensimmäisten elintuntien (24-48h) aikana. (Tuokko ym. 2008, 52–53.) Laskimoverestä tai kapillaariverestä otettu verikaasuanalyysi ei korvaa valtimoverestä otettua verikaasuanalyysiä aikuispotilailla. Lääkärien tulee akuuttihoitossa hallita myös valtimoverinäytteenotto ranne- ja/tai reisivaltimosta. (Koskenkari 2014, 84).

## 5.2 Ihopistosnäyte

Ihopistosnäytteenotto on yksi haastavimmista näytteenottotekniikoista, koska siinä on suurempi veritartuntariski kuin laskimo tai valtimonäytteenotossa (Matilainen ym. 2010, 57). Ihopistosverinäyte on kapillaarisuonista, pienistä laskimoista ja valtimoista koostuva veren seos, lisäksi verinäyte sisältää kudosisäistä nestettä. Ihopistosnäytteen koostumus on lähempänä valtimo- kuin laskimovertä, koska kapillaarisuonien valtimopaine on suurempi kuin laskimopaine. Näin ollen kapillaarivertä käytetään verikaasuanalyysissä laskimoveren sijasta. Tietyissä tilanteissa arvioidaan saadaanko ihopistosnäytteestä luotettava tulos. (Tuokko ym. 2008, 54.) Kapillaariverestä tehty verikaasuanalyysi edustaa pääasiassa arteriavertä, jonka happipitoisuus riippuu ihon verenkierron tilasta, näytteenottopaikasta sekä näytteenoton teknisestä onnistumisesta. Kapillaariverinäytettä voidaan käyttää veren hiilidioksidipaineen ja elimistön metabolisten muutosten arviointiin, mutta se ei sovellu valtimoveren happipitoisuuden mittaamiseen. (Koskenkari 2014, 84.) Kapillaariverinäyte on kliinisesti hyväksyttävä vaihtoehto valtimoveren sijaan, jos mitataan vain happo-emästasytämää (Higgins 2008, 45).

Ihopistonäyte otetaan anaerobisesti lasi- tai muovikapillaariin, jossa on elektrolyyttitasapainotettua hepariinia. Kun joudutaan käyttämään ihopistosnäytettä eli kapillaarinäytettä, niin näytteenottopaikka määräytyy potilaan iän ja koon mukaan. Ihopistonäyte otetaan alle kolmen kuukauden ikäisiltä lapsilta sekä keskosilta kuuden kuukauden ikään asti kantapäästä ja yli kolmen kuukauden ikäisiltä lapsilta sekä aikuisilta sormenpäästä. Kapillaarinäytettä käytetään silloin, kun näytettä tarvitaan vähän. Pienten lasten sekä keskosten kannalta se on ensiarvoisen tärkeää. Lämmitetystä ja terveestä kantapäästä näyte otetaan vain kantapään jalkapohjan reuna-alueilta. Kantapää lämmitetään esim. pyyhkeellä 39–42 °C:ssa 3-10 minuuttia ennen näytteenottoa. Sormenpäästä näyte otetaan keski- tai nimettömän sormen kärkinivelen kämmenen puoleiselta reuna-alueelta. Niissä sormissa infektio ei pääse leviämään kovin pitkälle jännetupen loppuosassa sormen tyveen. (Tuokko ym. 2008, 54; Tuokko 2010, 29–30.)

Ihopistosnäytteenotossa on käytettävä oikean kokoista pistoterää eli lansettia. Aikuisille ja lapsille käytettävät lansetit tekevät eri syvyisen viillon- tai pistohaavan. Ensimmäinen pisara tulee pyyhkiä aina kuivaan puhdistuslappuun. Ihopistoksessa edustavin näyte saadaan kerätyksi pienellä puristuksella, jotta vältetään näytteen kontaminoituminen kudostesteillä. Ihopistonäytettä ei voida käyttää verikaasu-, happo- ja emästasapaino tutkimuksissa, jos potilas on shokissa. Sitä ei myöskään käytetä vastasyntyneen ensimmäisenä vuorokautena eikä lapsipotilaalla, jolla on respiratorinen distress-syndrooma eli äkillinen hengitysvajausoireyhtymä tai potilaalla, jolle annetaan happihoitoa. Näissä tilanteissa kapillaarinäyte ei anna oikeaa tulosta. Näytteenottoa valitessa tulee myös huomioida, että näytettä ei saa ottaa infektoituneesta, arpisesta, kovettuneesta, turvonneesta tai mustelmaisesta kohdasta. (Tuokko ym. 2008, 54; Tuokko 2010, 29–30.)

Ihopistosnäytteenoton komplikaatioita syntyy, kun ihopistossa ihon bakteereita siirtyy lansetin mukana luuhun tai kudokseen ja bakteerit aiheuttavat siellä tulehduksen. Pisto kantaluuhun voi aiheuttaa pienelle lapselle vakavan ja hankalasti hoidettavan kantaluun luukalvon tulehduksen eli periostitiitin. Tulehdus voi syntyä myös, jos bakteeri siirtyy potilaasta toiseen kontaminoituneen lansetin välityksellä. Tulehdus aina vaatii lääkärin tarkastuksen ja hoidon. Tulehdusta on pyrittävä välttämään noudattamalla laboratorion ohjeita, joihin kuuluvat esim. seuraavat asiat: aseptinen työskentely, noudatetaan sallittuja pistoalueita, käytetään koon mukaisia lansetteja ja käytetään oikeaa pistotekniikkaa sekä vain kertakäyttöisiä turvalansetteja. (Tuokko ym. 2008, 59–60.) Vauvan nilkka voi murtua, jos tukevia sormia ei ole nilkan etupuolella. Lapsen sänkyyn ei tule jättää mitään näytteenottovälineitä. Näytteenoton jälkeen laastaria ei tule laittaa kantapäähän, koska lapsi voi sen saada käteensä, työntää suuhunsa ja tukehtua. On myös huolehdittava, ettei lapsi pääse putoamaan hoitopöydältä. (Tuokko ym. 2008, 60.)

### **5.3 Turvallisuus näytteenotossa**

Potilasturvallisuuden tarkoituksena on suojata potilasta vahingoittumasta sekä varmistaa hoidon turvallisuus. Potilasturvallisuus näytteenotossa on keskeinen hyvän laadun osatekijä. Näytteenottajan on sitouduttava potilasturvallisuuden onnistumiseen ja siten kaikille henkilökunnan työntekijöille kuuluu potilasturvallisuuden kehittäminen. (Seppä 2010, 163; Snellman 2010, 168.) Ennaltaehkäisevillä varotoimilla sekä oikeilla ja huolellisilla työ tavoilla estetään mikrobien leviäminen. Käsien desinfektio eli käsihygienia,

suojaimeiden käyttö, oikeat työskentelytavat sekä viilto- ja pistovahinkojen välttäminen ovat tärkeimmät varotoimenpiteet. Näillä tavanomaisilla varotoimenpiteillä ehkäistään potilaan altistuminen infektioille ja näytteenottajan sairastuminen. (Tuokko ym. 2008, 105.)

Työympäristö tulee olla näytteenottajalle turvallinen työn vaatimusten mukaisesti. Näytteenottotyössä tärkeimpiä asioita turvallisuuden kannalta ovat aseptiikka ja ergonomia. Verialtistustapaturmissa paras suoja on rauhalliset, huolelliset ja harkitut työtavat sekä oikea näytteenottovälineiden hävittäminen. Näytteenottajan on tärkeää huolehtia henkilökohtaisesta hygieniasta pitämällä pitkät hiukset kiinni sekä kynnet lyhyinä. Suojavaatteiden käytöllä näytteenottaja suojaa itseään ja potilasta. Näytteenottajan ei tule käyttää isoja korvakoruja, sormuksia, näkyviä lävistyskoruja, rakennekynsiä eikä kelloa ja rannekoruja, koska ne keräävät helposti mikrobeja ja likaa. (Matilainen ym. 2010, 24–25, 32.)

Potilasturvallisuuteen sisältyy myös lääkehoidon ja hoidon turvallisuus sekä laitteiden käyttöturvallisuus. Lisäksi potilasturvallisuuteen sisältyy osana hoidon laatu ja menetelmän turvallisuus. (Stakes ja kehittämiskeskus rohto 2006.) Näytettä käsiteltäessä saattaa syntyä käsiin haavoja, joten ne on puhdistettava välittömästi desinfiointiaineelle ja suojattava sairauksien ehkäisemiseksi. Myös mahdolliset näyteroiskeet on huuhdottava nopeasti ja käännäyttävä työterveyshuollon puoleen tilanteen hoitamista ja tarkistamista varten. (Penttilä 2004, 43.) Näytteenotossa tuleva jäte pitää lajitella oikein ja hävittää riskittömästi. Välittömästi näytteenoton jälkeen käytetyt terävät näytteenottovälineet, kuten lansetit ja neulat tulee laittaa viiltävien ja pistävien jätteiden astioihin, jotka ovat särkymättömiä, läpäisemättömiä sekä suljettavia neulankeräysastioita. Näin vältetään aiheuttamasta viilto- ja pistotapaturmaa sekä veritartuntavaaraa. Ylimääräiset tutkimuspyynnöt ja tunnistetarrat kerätään tietosuojattavaan tarra- ja paperijätteeseen silputtaviksi ja kierrätettäväksi. (Matilainen ym. 2010, 52–53.)

#### **5.4 Eettisyys näytteenotossa**

Hoito- ja laboratoriohenkilökunnan tulee työskennellä eettisten periaatteiden ja hyväksytyjen toimintatapojen mukaisesti sekä kunnioittaa asiakkaan ihmisarvoa. Asiakkaalla on oikeus omaan itseään koskevaan päätöksentekoon sekä oikeus saada tietoa itseään koskevista laboratoriotutkimustuloksista. Näytteenottajalla on velvollisuus ottaa vastuu omasta ja toisten hyvinvoinnista sekä kehittää ja pitää yllä ammattitaitoa. Lisäksi näyt-

teenottaja kantaa menettelystään vastuun, ilmoittaa havainnoistaan ja tietää rajansa osaamisessa. (Suomen Bioanalytikkoliitto ry 2006; Leino-Kilpi & Välimäki 2010, 30.)

Hoito- ja laboratoriohenkilökunnan tulee sitoutua salassapitovelvollisuuden noudattamiseen, tällöin tarvitaan vain välttämätön tieto tutkimustulosten suorittamiseen. Asiakkaalla on oikeus tietää perustelut pyydettyjen tietojen tarvitsemiseen. Hoito- ja laboratoriohenkilökunta pyrkii edistämään ihmisten oman hyvän terveyden saavuttamista. Hoito- ja laboratoriohenkilökunta pyrkii myös saavuttamaan ja ylläpitämään hyvät yhteistyösuhteet muiden ammattiryhmien kanssa. (Suomen Bioanalytikkoliitto ry 2006; Leino-Kilpi & Välimäki 2010, 25, 30.)

Asiakkaalla on oikeus luotettaviin laboratoriopalveluihin riippumatta iästä, sosiaalisesta asemasta, sukupuolesta, kulttuurista, vakaumuksesta, etnisestä taustasta tai äidinkielestä. Näytteenottaja vastaa vieritestaus- ja laboratoriotutkimusprosessin jokaisessa vaiheessa tutkimustulosten laadusta ja luotettavuudesta. Hoito- ja laboratoriohenkilökunta ylläpitää ammatin luottamusta ja arvostusta käyttäytymisellään ja toiminnallaan sekä kantaa vastuuta koulutuksen ja ammatin kehittämisestä. (Suomen Bioanalytikkoliitto ry 2006; Leino-Kilpi & Välimäki 2010, 29.)



## 6 VERINÄYTTEIDEN KÄSITTELY, SÄILYTYS JA ANALYSOINTI

### 6.1 Ruiskunäyte

Ennen näytteenottoa on kanyylin linjastosta poistettava riittävästi infuusionestettä, että näytteeksi saadaan puhdasta valtimoverta. Näyte otetaan anaerobisesti elektrolyyttipainotettuun hepariini ruiskuun ja kiinnitetään suodatin ruiskun kärkeen. Ilmakontaktin välttäminen näytteenotossa on tärkeää, koska ilman  $pO_2$  ja  $pCO_2$  -arvot eroavat verinäytteiden arvoista. Ruiskusta poistetaan ilmakuplat välittömästi naputtelemalla ja työnnetään ilma korkkiin. Ruisku sekoitetaan huolellisesti pyörittämällä tai kääntelemällä useita kertoja ylösalaisin kämmenten välissä. Huono sekoitus lisää hyytymien esiintyvyyttä, jolloin mittaukset eivät ole luotettavia. Ruiskuun laitetaan näytteenoton jälkeen potilaan tunnistetarra. (Larmila 2010; Uotila 2010, 119.)

Ruiskusta tarkistetaan ennen analysointia ilmakuplat, hyytymät ja lämpötila. Jos potilaan lämpötila poikkeaa laitteen  $+37\text{ °C}$ :sta, niin verikaasuanalyysilaitteelle syötetään potilaan lämpötila ennen analysointia. Myös lisähappi ilmoitetaan potilaan tiedoissa antamisen jälkeen. Näytteen homogeenisuus varmistetaan sekoittamalla ruisku juuri ennen analysaattoriin laittoa, koska sillä on vaikutusta kokonaishemoglobiiniin. Tulokset tarkistetaan, että ne vastaavat potilaan tämän hetkistä tilaa. Ruiskunäyte säilyy huoneenlämmössä, jos näytteen analysointi tehdään 15 minuutin (Fimlab) kuluessa näytteenotosta. Näytteen pidempiaikainen säilytys kylmägeelin välissä ( $0\text{--}+4\text{ °C}$ ) metaboliinan hidastamiseksi, jolloin näyte on analysoitava 1 tunnin (Fimlab) kuluessa. Näyte ei saa jäätyä missään vaiheessa. Jos verikaasuanalyysilaitte antaa hälytyksen tai sitä ei ole käytössä hoitoyksikössä, niin näyte kuljetetaan mahdollisimman nopeasti kylmägeelin välissä laboratorioon analysoitavaksi. (Uotila 2010, 119; Radiometer 2013, 4-3.)

### 6.2 Kapillaarinäyte

Näytepisaran on oltava riittävän suuri ja täytettävä kapillaari kokonaan. Piston tai viillon jälkeen lansetti tulee laittaa heti neulanjäteastiaan, ettei aiheuteta potilaalle tai itselle pistovahinkoa. Pisto aktivoi hyytymisjärjestelmän ja siksi kapillaarinäyte otetaan toisesta pisarasta. Kapillaariputkissa on elektrolyyttitasapainotettua hepariinia estämässä näytteen hyytymistä, joten sekoitus on tehtävä huolellisesti. Kapillaariputken kummatkin päät suljetaan korkeilla. Lasisissa kapillaariputkissa on sisällä pieni sekoitusrauta, joka liikkuu edestakaisin magneetin avulla sekoittaen näytteen, eikä analysaattoriin siirry

hyytymiä. Muovisissa kapillaariputkissa ei ole sekoitusrautaa, joten sekoitus tehdään kääntelemällä putkea ylösalaisin useampia kertoja tai kämmenten välissä pyörittelemällä. Ennen analysaattoriin laittamista kapillaariputki on vielä sekoitettava. Kapillaareihin laitetaan sekoituksen jälkeen tunnistetarrat, jotta saadaan analysoinnin oikeat tulokset oikealle potilaalle. Elimistön senhetkinen tilanne saadaan selville nopealla verikaasuanalysoinnilla. Lasisella tai muovisella kapillaariputkella voidaan tehdä verikaasuanalyysaattorilla tehtäviä analyysejä. (Tuokko ym. 2008, 59; Tapola 2004, 25–26, 30; Matikainen ym. 2010, 63; Väisänen, Valtonen ja Romppanen 2006, 41.)

Kapillaarinäyte analysoidaan välittömästi, mutta näyte säilytetään pitämällä kapillaariputki kylmägeelin välissä, jos ei heti päästä analysoimaan näytettä. Näyte ei saa missään vaiheessa jäätyä. Potilaan lämpötila merkitään tunnistetarraan tai laitetaan työjonoon, jos se poikkeaa 37 °C:sta, jonka jälkeen syötetään lämpötila analyysilaitteelle ennen analysointia. Kapillaarinäyte säilyy huonosti huoneenlämmössä, joten määrittys tehdään 15 minuutin (Fimlab) kuluessa näytteenotosta. Jos kapillaarinäytettä ei pystytä analysoimaan näytteenottoaikan läheisyydessä, niin näyte säilytetään samalla tavalla kuin ruiskunäyte. (Matikainen ym. 2010, 63; Uotila 2010, 119; Radiometer 2013, 12- 3.)

## 7 VERINÄYTTEIDEN VIRHETEKIJÄT

Erityisesti verikaasu-, metaboliitti- ja elektrolyyttitutkimukset ovat herkkiä preanalyytisille virheille (esim. väärin sekoitettu tai säilytetty näyte). Preanalyytiset virhetekijät muuttavat näytettä ennen analysointia ja potilasnäytteistä saadaan vääriä tuloksia, jotka voivat johtaa väärään diagnoosiin. Tärkeää on laboratorion- ja hoitohenkilökunnan yhteistyö, jotta virhetulkinnoilta voidaan välttyä. Verinäytteenotossa potilaan tunnistus on tärkeää ja tulee varmistaa, että näyteputkeen laitettavissa tarroissa on oikean potilaan tiedot. (Väisänen ym. 2006, 121, 123.)

Linjastosta saadaan laimennettu näyte, jos hukkanäytettä (3-6 kertaa kanyylin kuollut tilavuus) ei muisteta ottaa ennen näytteenottoa. Laimeneminen vaikuttaa mitattaviin parametreihin: lineaarisesti pienenevät hiilidioksidin osapaine ( $p\text{CO}_2$ ), sekä glukoosi (cGlu), laktaatti (cLac) ja hemoglobiini (ctHb) -pitoisuudet. Laimeneminen nostaa lisäksi natrium ( $\text{cNa}^+$ ) ja kloridi ( $\text{cCl}^-$ ) -pitoisuuksia. Ilmakuplat, jopa pienet mikrokuplat, aiheuttavat varsinkin pH:n ja hiilidioksidi -pitoisuuksien muutoksia analysoinnissa, mutta lisäksi myös happisaturaation ja hiilidioksidin osapaineen muutoksia. Erityisesti valtimo- ja laskimoveren sekoittuminen vaikuttaa verikaasu- ja happisaturaatioarvoihin. (Väisänen ym. 2006, 121–122.)

Näytteeseen tulee helposti hyytymiä, jos näytettä ei sekoiteta hyvin heti näytteenoton jälkeen. Pienetkin hyytymät voivat aiheuttaa ongelmia analysointilaitteelle likaamalla sen ja tukkimalla esimerkiksi neulan. (Radiometer 2013, 12–7,8; Väisänen ym. 2006, 121–123.) Kaikissa näytemuodoissa ruisku- ja kapillaariputkissa tulee käyttää anti-koagulanttina hepariinia, joka estää hyytymisen. Hepariini tulisi olla kuivamuodossa, jotta vältetään näytteen laimentuminen. (Uotila 2010, 119). Verinäytteen jäädyttäminen ja sulattaminen voivat aiheuttaa punasolujen massiivisen hajoamisen. Lipemia häiritsee näytteen lukemista ja voi vaikeuttaa elektrolyyttitulosten tulkintaa. (Chawla, Goswami, Tayal & Mallika 2010, 90–91.)

Hemolyysi aiheutuu yleensä paineen vaikutuksesta, esimerkiksi ruiskun liian nopea täyttämisen tai näytteen liian voimakas sekoittaminen. Lisäksi ihon voimakas hierominen ennen kapillaarinäytteenottoa sekä näytteen jäätyminen lisää hemolyysia. Hemolyysia voi aiheuttaa myös liian kapea neula. Kapillaariputkiin otettaessa liian voimakas puristaminen lisää hemolyysin vaaraa. Hemolyysi nostaa helposti kalium ( $\text{K}^+$ ) -tasoa,

koska solun sisäinen  $K^+$  -pitoisuus on huomattavasti korkeampi kuin plasmapitoisuus. Voimakas hemolyysi alentaa merkittävästi  $Ca^{2+}$  (ionisoituneen kalsiumin) -pitoisuutta. (Radiometer 2013, 12-8; Väisänen ym. 2006, 122.) Metabolia jatkuu näytteessä säilytyksen aikana, joka vaikuttaa näihin parametreihin:  $pO_2$ ,  $pCO_2$ , pH,  $Ca^{2+}$ , Glu ja Lakt -pitoisuuksiin. Pitempiaikaisessa näytteen säilytyksessä tapahtuu enemmän muutoksia, joten säilytysaika tulee minimoida mahdollisimman vähäiseksi. (Väisänen ym. 2006, 122).

## 8 PEREHDYTYS

Huolellisesti laadittu perehdytysmateriaali on tärkeä osa työntekijän perehdyttämistä työhön. Se toimii ikään kuin muistilistana perehdyttäjälle asioista, jotka on käytävä läpi työntekijän kanssa, jotta työ voidaan tehdä oikeaoppisesti ja laadukkaasti. Perehdytysmateriaali on myös perehdytettävälle työntekijälle tärkeä, sillä sieltä löytyy kaikki oleellinen tieto, jota työntekijä työnsä tekemiseen tarvitsee. Tärkeä osa henkilöstön kehittämisessä ovat perehdyttäminen ja työopastus. Näillä lisätään henkilöstön osaamista, tetaan työssä jaksamista, parannetaan laatua ja annetaan valmiudet toimia uudessa työssä. Perehdytys on jatkuva prosessi, jota kehitetään työpaikan ja henkilöstön tarpeiden mukaan. Hyvin perehdytetylle työntekijälle sattuu vähemmän virheitä ja onnettomuuksia, mikä vähentää työturvallisuusriskiä, poissaoloja ja henkilökunnan vaihtuvuutta. (Penttinen & Mäntynen 2009, 2; Laaksonen, Niskanen & Ollila 2012, 191, 193.)

Perehdytysmateriaalin avulla perehdytettävä voi opiskella ja tarkistaa asioita myös jälkeinpäin varsinaisen perehdytyksen loputtua. Perehdytysmateriaalin tekeminen vaatii sen tekijöiltä erittäin hyvää perehtymistä perehdytettävään aiheeseen. Hyvä opastus ja perehdyttäminen edellyttävät suunnitelmallisuutta, huolellista valmentautumista, jatkuvuutta ja dokumentointia. Seuranta ja arviointi kuuluvat myös hyvän perehdytyksen jatkuvuuteen. Opastuksen ja perehdytyksen kehittäminen edellyttää, että ymmärretään niiden tärkeys. (Penttinen & Mäntynen 2009, 2,7.) Tässä opinnäytetyössä näitä aiheita ovat kapillaarinäytteenotto, ruisku- ja kapillaarinäytteen käsittely ja analysointi sekä ABL 90 Flex -verikaasuanalysaattorin ominaisuudet ja käyttö.

Työturvallisuuslaissa (738/2002) edellytetään työntekijöiden riittävää perehdyttämistä työtehtäviin ja välineisiin. Perehdyttäminen on tärkeää etenkin ennen uuden työn tai tehtävän aloittamista, työtehtävien vaihtuessa, ennen uusien työvälineiden ja menetelmien käyttöönottamista sekä pitkän poissaolon jälkeen. Hyvä perehdytys ehkäisee myös tapaturmia. Perehdytystä täydennetään myös aina tarvittaessa. Perehdyttäminen ei korvaa koulutusta, jokaisella näytteitä ottavalla henkilöllä on oltava tarvittava koulutus verinäytteenottoon. (Työturvallisuuslaki 2002; Hyvä perehdytys-opas 2007, 6-7, 10.)

Perehdyttämisen onnistumisessa on vastuu myös työntekijällä itsellään ja avainasemassa on perehtyjän oma aktiivisuus. Perehdyttämisessä laboratoriohenkilökunnan kannattaa tehdä yhteistyötä hoitohenkilökunnan kanssa, jotta verinäytteenotto, näytteenkäsitte-

ly ja analysointi saadaan yhdenmukaiseksi joka työvaiheessa. Perehdyttäminen hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella lyhentää työhön oppimiseen käytettävää aikaa ja siten vähentää kustannuksia. Perehdytyksellä varmistetaan koko henkilökunnan riittävä tietotaito-osaaminen. Lisäksi hyvä ja onnistunut perehdytys vaikuttaa myönteisesti motivaatioon, mielialaan ja jaksamiseen. Lisäksi se edistää työn laadun ja tuloksen paranemista sekä vähentää materiaalihävikkiä. (Hyvä perehdytys-opas 2007, 5,11,20; Laaksonen ym. 2012, 191.)

## 9 POHDINTA

Toiminnallinen opinnäytetyö voi olla opas, ohje, kansio tai muu kehittämistyö, mutta ne eivät yksinään riitä opinnäytetyöksi. Tärkeää toiminnallisessa opinnäytetyössä on yhdistää käytännön toteutus ja sen raportointi. Ammattikorkeakoulun tavoitteena on antaa opiskelijalle valmiudet asiantuntijatehtäviin valmistumisen jälkeen. Tunnusmerkkejä toiminnalliselle opinnäytetyölle ovat työelämälähtöisyys, käytännönläheisyys ja tutkimuksellinen asenne. (Vilka & Airaksinen 2004, 9-10.)

Tutkimuksellisia menetelmiä ei ole välttämätöntä käyttää toiminnallisessa opinnäytetyössä. Tutkimuskäytännöt ovat toiminnallisessa opinnäytetyössä hieman väljemmät kuin tutkimuksellisessa opinnäytetyössä, vaikka kummassakin tiedon keräämisen keinot on samanlaiset. Toiminnallisessa opinnäytetyössä käytetään valmiita tutkimuskäytäntöjä perustasolla, jotta turvataan saadun tiedon laatu. (Vilka & Airaksinen 2004, 56–57.)

Olemme oppineet etsimään tieteellistä tietoa erilaisista hakutietokannoista ja käyttämään tiedon etsinnässä tarkentavia suomen- sekä englanninkielen asiasanoja. Tiedon hankinta ja sen luotettavuuden arvioiminen tulevat olemaan tärkeitä taitoja myös työelämässä, koska laboratorioala on jatkuvasti kehittyvä terveydenhuoltoala. Lisäksi verikaasuanalysointiosaston osalta tukeuduttiin myös laitevalmistajalta saatuun materiaaliin. Opinnäytetyössä pyrittiin käyttämään mahdollisimman tuoreita lähteitä. Tässä käytettiin teoria-aineistoa preanalytiikasta ja analysoinnista sekä perehdyttämisestä omaa henkilökohtaista osaamista ja työn tilaajalta tullutta tietoa. Aineistoa opinnäytetyötä varten kerättiin pitkin sen tekemisen ajan ja aineisto koottiin raportin kirjoittamisen vaiheessa.

Opinnäytetyön alkuvaiheessa suunnittelimme perehdytysmateriaalin testausta laadinnan eri vaiheissa hoito- ja laboratoriohenkilökunnan edustajilla. Olimme pyytäneet heitä arvioimaan laadittua materiaalia sen käytön kannalta ja antamaan palautetta siitä. Olimme keskustelleet palautteen antajien kanssa ja tehneet tarvittavia muutoksia. Emme kuitenkaan pystyneet ajanpuutteen vuoksi käyttämään testausta suunnittelemallamme tavalla. Olimme yhteydessä vieritestauksen koordinaattorin kanssa, joka toimi meidän ohjaajanamme opinnäytetyössä. Saimme häneltä tarvittavaa tietoa perehdytysmateriaalin tekemistä varten.

Opinnäytetyömme on tehty parityönä yhteistä aikaa käyttäen. Molempien läsnäolo opinnäytetyötä kirjoittaessa on mahdollistanut tekstin yhtenäisyyden. Uusien ABL90 Flex -laitteiden tuleminen Fimlab Laboratoriot Oy:n Keski-Suomen toimipisteeseen laajensi ja yhtenäisti perehdyttämismateriaalin tekemisen hoito- ja laboratoriohenkilökunnalle. Perehdytysmateriaalin laatiminen hoito- ja laboratoriohenkilökunnalle on ollut hyvin antoisaa ja mielenkiintoista, myös oman työmme kannalta. Materiaalin teko oli ajoittain vaativaa ja tiedon etsiminen materiaaliin oli myös työllistävää.

Perehdytysmateriaalin tekeminen PowerPoint-muotoon oli lähtökohdiltaan helppoa, sillä olemme tehneet opiskeluiden aikana useita ryhmätöitä tällä ohjelmalla. Pääsimme hyvin alkuun perehdytysmateriaalin teossa, koska ohjelman käyttö oli meille entuudestaan tuttua. Työn aloitusta helpotti myös Fimlab:lta saatu valmis PowerPoint-pohja.



## LÄHTEET

Arola, O.J. 2014. Laktaattiasidoosin patofysiologia ja niiden aiheuttajat. Teoksessa Alahuhta, S., Alakokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J. & Silfvast, T. (toim.) Peruselintointimintojen häiriöt ja niiden hoito. Helsinki: Duodecim, 53–58.

Arneson, W. 2014. Elektrolytes: The Salts of the Earth. Labmedicine 45: (1) e11 – e15. Luettu 18.4.2015.  
labmed.ascpjournals.org/content/45/1/e11.full.pdf

Björninen, A. & Kallio, R. 2013. Pehdytyskansio Fimlab Laboratoriot Oy:lle genetiikan laboratorioon. Bioanalytiikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Chawla, R., Goswami, B., Tayal, D. & Mallika, V. 2010. Identification of the Types of Preanalytical Errors in the Clinical Chemistry Laboratory: 1-Year Study at G.B. Pant Hospital. labmedicine 41, 89-92. Luettu 18.4.2015.  
<http://labmed.ascpjournals.org/content/41/2/89.full.pdf+html>

Färkkilä, M. 2013. Ikteruksen etologia. Gastroenterologia ja hepatologia. Duodecim oppikirjat. Luettu 12.4.2015.  
[http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/oppi/koti?p\\_artikkeli=pat00494&p\\_haku=haiman%20solut](http://www terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/oppi/koti?p_artikkeli=pat00494&p_haku=haiman%20solut)

Halonen, T. 2004. Fotometriset menetelmät. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) Kliiniset Laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 66-76.

Higgins, T. 2008. Capillary-blood gases: To arterialize or not. MLO. Luettu 15.4.2015.  
<http://www.mlo-online.com/capillary-blood-gases-to-arterialize-or-not.php>

Huslab. 2014. Haptoemästase, elektrolyytit ja oksimetria laskimoverestä. Tutkimusohjekirja. Luettu 30.8.2015.  
[http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=20138&terms=oksimetria](http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=20138&terms=oksimetria)

Hyvä pehdytys-opas. 2007. Lahden ammattikorkeakoulun julkaisu. Sarja B. Oppimateriaali osa 4. Lahti: Esa Print Oy.

Jama, T. 2013. Verikaasuanalyysi ja hapto- emästasapainon tutkiminen. Lääkärin käsikirja. Duodecim. Luettu 9.3.2015.  
[http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=ykt00405&p\\_haku=verikaasuanalyysi](http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00405&p_haku=verikaasuanalyysi)

Kapoor, D., Srivastava, M. & Sighn, P. 2014. Symposium: Critical Point Of Care biomarkers in emergency care. Point of care blood gases and elektrolytes and lactates in adult emergencies 4 (3), 216-222. Luettu 10.3.2015.  
<http://www.ijciis.org/article.asp?issn=2229-5151;year=2014;volume=4;issue=3;page=216;epage=222;aulast=Kapoor>

Koppinen, K. 2012. ABL90 Flex -mittaus- ja toimintaperiaatteet. Triolab.

Koskenkari, J. 2014. Valtimoverikaasuanalyysi ja laktaattipitoisuusmääritys kriittisesti sairaan potilaan tilan alkuarvioinnissa. Teoksessa Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kivi-

- luoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Helsinki: Duodecim, 83–84.
- Laaksonen, H., Niskanen, J. & Ollila, S. 2012. Lähijohtamisen perusteet terveydenhuollossa. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Laitinen, M. 2004. Analytiikan ja vierianalytiikan virhelähteet. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) Kliiniset Laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 32–34.
- Laitinen, M. 2004. pH- ja verikaasuanalyysit. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 63–66.
- Laitinen, M. 2004. Elektrokemialliset menetelmät. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 77–80.
- Larmila, M. 2010. Verikaasuanalyysinäytteenotto ja viitearvojen tulkinta. Lääkärin käsikirja. Duodecim. Luettu 1.9.2015.  
[www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00021&p\\_haku=verikaasuanalyysinaytteenotto](http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00021&p_haku=verikaasuanalyysinaytteenotto)
- Lehto, L. 2014. Interactive two-step training and management strategy for improvement of the quality of Point of Care testing by nurses: implementation of the strategy in blood glucose measurement. Acta universitatis ouluensis D medica; 1274. University of Oulu, Oulu 2014.  
<http://herkules oulu.fi/isbn9789526206707/isbn9789526206707.pdf>
- Leino-Kilpi, H. & Välimäki, M. 2010. Etiikka hoitotyössä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. 2007. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. Helsinki: WSOY.
- Liikanen, E. 2003. Voiko vierianalytiikka olla laadukasta? Tutkimus sydän- ja verisuonitautien vierianalytiikasta. Kuopion yliopiston julkaisuja. E, Yhteiskuntatieteet, no 105. Kuopion yliopisto, Kuopio 2003. ISBN 95-78-944-7, ISSN 1235-0494. Väitöskirja.
- Linko, S., Savolainen, E.-R., Åkerman, K., Nissinen, A., Ilanne-Parikka, P., Joutsikorhonen, L., Jylhä, A., Lassila, R., Linko-Parviainen, A.-M., Linko, L., Meneses, E., Muukkonen, L., Nokelainen S., Porkkala-Sarataho, E., Puhakainen, E., Siitonen, A., Suni, J. & Vuento, R. 2009. Vieritestaus terveydenhuollossa. Labqualityn asiantuntijasuositus. Moodi 6/2009. Helsinki: Labquality Oy.
- Matikainen, A.-M., Miettinen, M. & Wasström, K. 2010. Näytteenottajan käsikirja. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Mustajoki, P. 2014a. Tietoa potilaalle: alkaloosi (elimistön nesteiden liiallinen emäksisyys). Lääkärikirja. Duodecim. Luettu 9.3.2015.  
[http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=ykt00405&p\\_haku=verikaasuanalyysi](http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00405&p_haku=verikaasuanalyysi)
- Mustajoki, P. 2014b. Tietoa potilaalle: asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus). Lääkärikirja. Duodecim. Luettu 9.3.2015.

[http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=ykt00405&p\\_haku=verikaasuanalyysi](http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00405&p_haku=verikaasuanalyysi)

Nichols, J. 2003. Point-of-Care Testing. Teoksessa Nichols, J. (toim.) Point-of-Care Testing. Performance Improvement and Evidence-Based Outcomes. New York: Marcel Dekker, Inc.

Penttilä, I. 2004. Ruoansulatuskanavan ja maksan toiminnan häiriöt ja niiden tutkiminen. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 228–252.

Penttilä, I. 2004. Tutkimustulosten käytettävyys. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 39–40.

Penttilä, I. 2004. Vastuu- ja vaaratilanteet. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 42–43.

Penttinen, A. & Mäntynen, J. 2009. Työhön perehdyttäminen ja opastus – ennakoivaa työsuojelua. Työturvallisuuskeskus TTK. Painojussit Oy. Luettu 1.9.2015.  
[www.tyoturva.fi/files/800/Tyohon\\_perehdyttaminen2009.pdf](http://www.tyoturva.fi/files/800/Tyohon_perehdyttaminen2009.pdf)

Price, P., St John, A. & Hicks, J. 2004. Point-of-Care Testing: What, Why, When and Where? Teoksessa Price, P., St John, A. & Hicks, J. (toim.) Point-of-Care Testing. 2. painos. Washington: AACC Press.

Pussinen, C. 2015. Vieritestin akkreditoinnissa huomioon otettavat preanalyttiset tekijät. Moodi 1/2015. Lahti: Labquality Oy, 24-25.

Radiometer 2013. ABL90 Flex -käyttöopas.

Radiometer 2014. 5. Sensors and optimal systems. ABL90 FLEX -reference manual.

Reinikainen, M. 2014. Happo-emästasapaino. Teoksessa Alahuhta, S., Ala-Kokko, t., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Helsinki: Duodecim, 40–45.

Salorinne, Y. 2003. Verikaasuanalyysi. Teoksessa Sovijärvi, M., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V. & Vanninen, E. (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim, 203–220.

Seppä, M. 2010. (toim.) ”Ei tarvita kuin kaksi sanaa: tee parhaasi.” Moodi. 3/2010. Helsinki: Yliopistopaino, 163–167.

Sinervo, T. 2013. Akkreditoinnin näkökulma vieritesteihin. Moodi 4/2013. Lahti: Labquality Oy, 128–130.

Sinervo, T. 2015. Laadukas näytteenotto standardin ISO 15189 näkökulmasta. Moodi 1/2015. Lahti: Labquality Oy, 8-9.

Snellman, E. 2010. (toim.) Työntekijöitä kuultava, kun potilasturvallisuutta kehitetään. Moodi. 3/2010. Helsinki: Yliopistopaino, 168–172.

Stakes ja lääkehoidon kehittämiskeskus Rohto: potilas ja lääkehoidon turvallisuussanasto. 2006. Helsinki: Valopaino Oy.

Suomen Bioanalytyttikoliitto ry. 2006. Bioanalytytikon, laboratoriohoitajan eettiset ohjeet. Luettu 5.3.2015.

[http://www.bioanalytyttikoliitto.fi/@Bin/220004/eettiset+ohjeet+-suomi+2011+\(1\).pdf](http://www.bioanalytyttikoliitto.fi/@Bin/220004/eettiset+ohjeet+-suomi+2011+(1).pdf)

Tampereen ammattikorkeakoulu. 2015. Opinto-opas. Luettu 13.5.2015.

<http://opinto-opas.tamk.fi/etusivu>

Tapola, H. 2004. Näytteiden käsittely ja lähettäminen sekä kuljetus. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) Kliiniset Laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 29–31.

Tuokko, S. 2010. Verinäytteiden otto. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 25–30.

Tuokko, S., Rautajoki, A. & Lehto, L. 2008. Kliiniset laboratorionäytteet - opas näytteiden ottoa varten. Helsinki: Tammi.

Turpeinen, V. 2015. Vieritutkimus koordinaattori. Henkilökohtainen tiedonanto. 12.6.2015. Fimlab Laboratoriot Oy.

Työturvallisuuslaki. 738/2002. Finlex. Luettu 5.3.2015.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Uotila, L. 2010. Neste-, elektrolyytti- ja happo-emästatapaino. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 93–120.

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

Väisänen, S. 2008. Preanalyttiset sudenkuopat verikaasunäytteiden käsittelyssä ja kuinka ne vältetään. Moodi 1/2008, 69–70.

Väisänen, S., Metsävainio, K. & Romppanen, J. 2006. Preanalyttisistä virhetekijöistä verikaasuanalysointoreilla tehtävissä analyyseissä. Finnest, 121–123. Luettu 12.4.2015.

[http://finnest.fi/files/a\\_vaisanen.pdf](http://finnest.fi/files/a_vaisanen.pdf)

Väisänen, S., Valtonen, P. & Romppanen, J. 2006. Muovisen kapillaarin soveltuvuus näytteenottoasteiksi verikaasuanalysointoreille. Klinlab 3/2006, 41–44.

[http://www.skky.fi/sites/skky.fi/files/klab\\_063.pdf](http://www.skky.fi/sites/skky.fi/files/klab_063.pdf)

Åkerman, K. 2013. Vieritutkimusten säästöt tulevat toiminnan kautta. Moodi 4/2013. Lahti: Labquality Oy, 136–138.

Åkerman, K. 2010. Vierianalytiikassa käytettävät laitteet. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 81–82.

Åkerman, K. & Jokela, H. 2010. Elektrodit: potentiometria. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 62–65.