

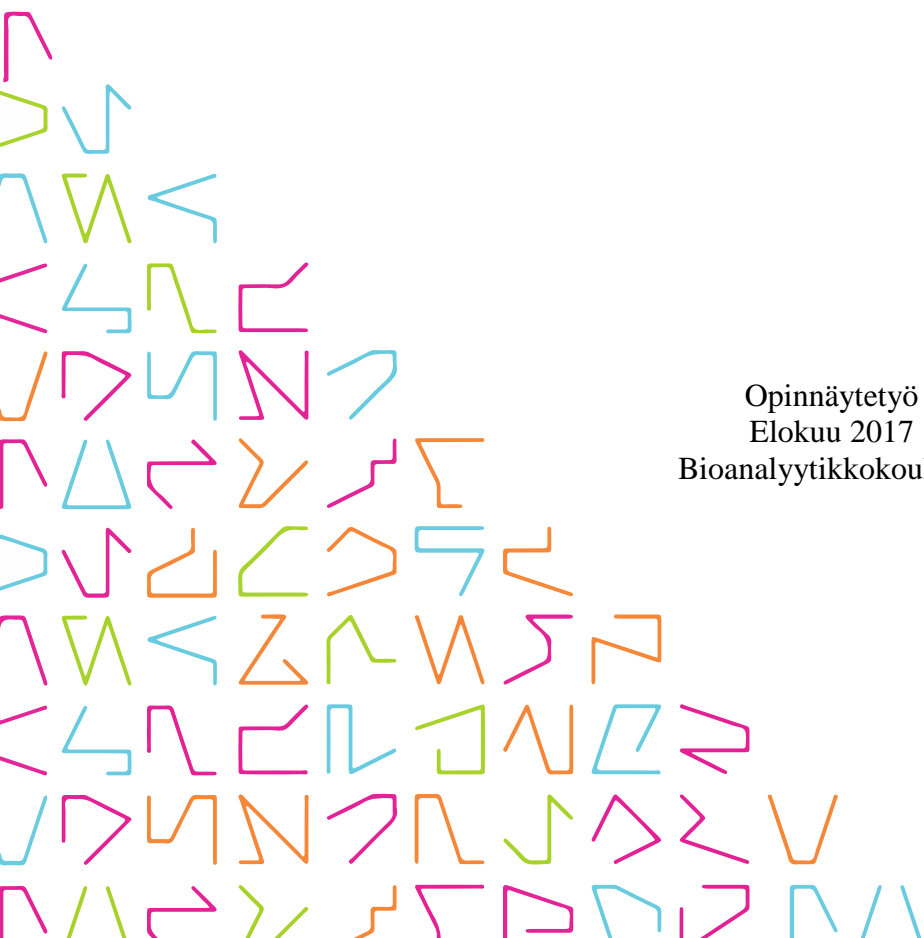


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

NÄYTTEENOTTO-OHJEISTUS VALTIMO- JA LASKIMOVERIKAASUNÄYTTEILLE

Taina Rastas

Opinnäytetyö
Elokuu 2017
Bioanalytikkokoulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Bioanalytikkokoulutus

RASTAS, TAINA:

Näytteenotto-ohjeistus valtimo- ja laskimoverikaasunäytteille

Opinnäytetyö 59 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Elokuu 2017

Verikaasuanalyysit ovat tärkeä näytemuoto, etenkin hoidettaessa vaikeasti loukkaantuneita, keuhkosairauksia sairastavia ja tehohoitoa vaativia potilaita. Verikaasuanalysaattorit antavat nopeasti vastaukset potilaan verikaasuista ja happo-emästaseesta. Näytteenä voi olla laskimo- tai valtimoverinäyte, sekä ihopistonäyte. Seinäjoen keskussairaalsassa otettiin käyttöön Radiometerin verikaasuruiskut vuonna 2015. Uudet verikaasuruiskut olivat turvaominaisuudella varustettuja ruiskuja ja niiden käyttö uutta näytteenottajille. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa kuvalliset näytteenotto-ohjeet verikaasuruiskujen perehdyttämisen apuvälineeksi. Tavoitteena oli saada verikaasunäytteiden preanalyyttisten virheiden määrä vähenemään ja näytteiden laatu paranemaan Seinäjoen keskussairaalsassa.

Opinnäytetyössä tutkittiin, mitä ovat verikaasunäytteisiin vaikuttavat preanalyttiset tekijät. Verikaasunäytteen laatu riippuu suuresti näytteen preanalyttisistä tekijöistä. Keskeisiä preanalyttisiä tekijöitä ovat potilaan tunnistaminen, potilaan esivalmistelut, näytteenottovälineet, näytteenottotekniikka, ruiskun käsittely välittömästi näytteenoton jälkeen, kuljetus ja näytteen säilyminen. Preanalyttisten virheiden vähentäminen on tärkeää verikaasunäytteen laadulle.

Opinnäytetyön tuotoksena olivat kuvalliset ohjeet, joita käytetään perehdytyksen apuvälineinä. Ohjeiden käyttöönoton jälkeen näytteiden laatu parani huomattavasti. Näytteenottajat oppivat ottamaan valtimoverikaasunäytteet Radiometerin safePICO Self-fill® turvaominaisuudella varustetulla ruiskulla ja laskimoverikaasunäytteet Radiometerin safePICO Aspirator® ruiskulla. Näytteenottoruiskuissa ei ollut ilmaa ja safeTIPCAP®:a ilmauskorkkia oli opittu käyttämään.

Asiasanat: verikaasuanalyysi, preanalyttiset tekijät, valtimo, laskimo, kuvallinen ohje

ABSTRACT

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

RASTAS TAINA:
Sampling Guidelines for Arterial and Venous Blood Gas Samples

Bachelor's thesis 59 pages, appendices 2 pages
August 2017

Blood gas samples can be measured from arterial blood, venous blood and arterialized capillary sample. In spring 2015, Radiometers blood gas syringes were chosen to be used at Seinäjoki Central Hospital. The new syringes were safety syringes with a needle cover and the users were unfamiliar with using them. The purpose of this study was to reduce the number of pre-analytical errors in blood gas samples and improve the quality of the samples in Seinäjoki Central Hospital. The aim of this study was to produce visual sampling instructions to help nurses, physicians and biomedical scientists to collect blood gas samples correctly.

The theoretical background of this thesis handles preanalytical errors influencing the blood gas samples. The quality of the blood gas sample is highly dependent on the pre-analytical errors of the sample. Significant errors occur in patient identification, preparation procedures, sample collection, syringes, handling of the syringe immediately after sampling, transportation and storage.

Visual sampling instructions were adopted to use in order to correct the working methods of persons who take blood gas samples. After the visual sampling instructions were taken into use, the quality of the samples collected improved considerably.

Key words: blood gas analysis, preanalytical errors, artery, venous, visual sampling instructions

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TEHTÄVÄT	9
3	PREANALYYTTISET TEKIJÄT VERIKAASUNÄYTTEENOTOSSA	10
	3.1 Potilaan tunnistaminen.....	10
	3.2 Potilaan esivalmistelut	11
	3.3 Laadukas näyte	11
	3.4 Näytteen käsittely	11
	3.5 Näytteen säilytys ja kuljetus	13
4	VERIKAASUNÄYTTEEN NÄYTTEENOTTOTARVIKKEET	14
	4.1 Staasi.....	14
	4.2 Näytteenottoneulat	15
	4.3 Ruiskut.....	16
	4.3.1 Radiometerin safePICO Self-fill® ruisku.....	17
	4.3.2 Radiometerin safePICO Aspirator® ruisku	18
	4.4 Muut tarvikkeet.....	19
5	VERIKAASUANALYSAATTORI ABL90 FLEX	20
6	HAPPO-EMÄSTASAPAINON HÄIRIÖT	21
	6.1 Respiratorinen asidoosi.....	22
	6.2 Respiratorinen alkaloosi	23
	6.3 Metabolinen asidoosi	23
	6.4 Metabolinen alkaloosi.....	24
7	VERIKAASUANALYYSI	25
	7.1 Valtimoverikaasunäyte	25
	7.2 Valtimoverikaasunäytteen ottaminen	27
	7.3 Laskimoverikaasunäyte	29
	7.4 Laskimoverikaasunäytteen ottaminen.....	31
	7.5 Valtimo ja laskimoverikaasunäytteen ero.....	32
	7.6 Verikaasuanalyysit vieritutkimuksina.....	34
8	HYVÄ TYÖOHJE	36
9	TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ	38
10	OPINNÄYTETYÖN PROSESSIN KULKU	39
11	OPINNÄYTETYÖN TUOTOS	43
	11.1 Ohje valtimoverikaasu näytteenottoon safePICO Self-fill® ruiskulla	43
	11.2 Ohje laskimoverikaasu näytteenottoon safePICO Aspirator®-ruiskulla.....	48
12	POHDINTA.....	52
	LÄHTEET.....	55

LIITTEET	58
Liite 1. Valtimoverikaasu näytteenotto-ohje	58
Liite 2. Laskimoverikaasu näytteenotto-ohje	59

LYHENTEET JA TERMIT

cBase(B) tai ABE	aktuaalinen emäsylimäärä
cCa ²⁺	kalsiumionien pitoisuus plasmassa
cCa ²⁺ (7,4)	kalsium kationeiden pitoisuus, kun pH on 7,40
cCl ⁻	kloridi-ionien pitoisuus plasmassa
EPSU	European Public Service Union
cGlu	glukoosin pitoisuus plasmassa
cHCO ₃ ⁻ (P)	vetykarbonaatin pitoisuus plasmassa
cHCO ₃ ⁻ (P, st)	standardi bikarbonaatti, eli plasman vetykarbonaattipitoisuus on tasapainotettukaasuseoksella, jossa pCO ₂ =5,33 kPa ja pO ₂ ≥13,33 kPa lämpötilan ollessa 37°C
cK ⁺	kaliumioninen pitoisuus plasmassa
cLac	laktaatin pitoisuus plasmassa
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
cNa ⁺	natriumionien pitoisuus plasmassa
ctBil	bilirubiinin kokonaispitoisuus plasmassa
ctHb	veren kokonaishemoglobiinipitoisuus
FCOHb	karboksihemoglobiinin osuus veren kokonaishemoglobiinista
FHbF	fetaalihemoglobiinin osuus veren kokonaishemoglobiinista
FHHb	deoksihemoglobiinin osuus veren kokonaishemoglobiinista
FMetHb	methemoglobiinin osuus veren kokonaishemoglobiinista
FO ₂ Hb	oksihemoglobiinin osuus veren kokonaishemoglobiinista
HbO ₂ Sat	happikyllästeisyys, hemoglobiinin osuus toiminnallisesta Hb:sta
Hct	hematokriitti, punasolujen ja kokoveren tilavuuden suhde
HOSPEEM	European Hospital & Healthcare Employer's Association
pCO ₂	hiilidioksidin osapaine veressä
pH	näytteen happamuuden mitta
pO ₂	hapen osapaine veressä
sO ₂	happisaturaatio, eli oksihemoglobiinin ja hemoglobiinin pitoisuuden suhde, josta dyshemoglobiinit on vähennetty

1 JOHDANTO

Verikaasuanalyyseja tehdään valtimo- ja laskimonäytteistä, sekä myös kapillaarinäytteistä. Verikaasuanalyysilla pyritään saamaan selville potilaan metabolisia tai respiratorisia happo-emästasapainon häiriöitä. Lääkärit ja näytteenottoon perehdytetty hoitohenkilökunta ottavat tavallisesti valtimoverikaasunäytteet ja joskus laskimoverikaasunäytteet. Laboratoriohoitajat ottavat ihopistonäytteet ja laskimonäytteet. Näytteet otetaan anaerobisesti ja ne tulisi analysoida nopeasti näytteenoton jälkeen (Uotila 2010, 114-119).

Seinäjoen sairaalan klinisen kemian laboratorioon hankittiin uudet verikaasuanalysaattorit vuonna 2015 ja samalla kilpailutettiin verikaasunäytteiden näytteenottimet; ruiskut ja kapillaarit. Käyttöön otettiin Radiomerin näytteenottotarvikkeet. Ruiskuista otettiin käyttöön valtimoverikaasunäytteenottoon safePICO Self-fill® kuulallinen, itsestään täyttyvä ja turvaominaisuudella varustettu ruisku. Laskimoverikaasunäytteenottoon ja aspiroitaviin valtimoverikaasunäytteisiin valittiin safePICO Aspirator® kuulallinen ruisku.

Syksyn 2015 aikana laboratoriolta alettiin pyytää laskimoverikaasunäytteitä. Näiden näytteiden ottamisesta ei laboratoriolta ollut ohjeistusta. Lisäksi ruiskujen toimittajalla ei ollut mielestäni tarpeeksi kattavaa kuvallista ohjeistusta verikaasuruiskujen käytöstä, joten laadin toiminnallisessa opinnäytetyössäni kuvallisen ohjeistuksen sekä laskimoverikaasunäytteenottoon safePICO Aspirator® ruiskulla että valtimoverikaasunäytteenottoon safePICO Self-fill® ruiskulla. Rajaan työni koskemaan verikaasunäytteenottoa ruiskulla laskimosta ja valtimosta, sekä preanalyyttisiä toimenpiteitä ennen verikaasunäytteen analysointia.

Turvaominaisuudella varustettuja verikaasuruiskuja ei ole aikaisemmin käytetty Seinäjoen keskussairaalassa. Uusi näytepyyntö ja uuden näytemenetelmän käyttöönotto vaativat myös perehdyttämistä. Jos näytteenottotapahtuma on ennalta tuttu, mutta siihen lisätään uusi väline kuten verikaasuruisku, tarvitaan ohjeistus, jotta näytteenotto tapahtuu laadukkaasti. Kuvallisesta ohjeesta voi itsenäisesti opiskella uuden välineen käyttöä ja näin saada laadukkaan näytteen.

Seinäjoen keskussairaalan klinisen kemian toimintayksikköön tulee jonkin verran verikaasunäytteitä, jotka eivät ole laadukkaasti otettu ja joita ei ole käsitelty ja kuljetettu

oikein. Näiden verikaasunäytteiden määrä lisääntyi uusien ruiskujen käyttöönoton jälkeen. Ruiskuista ei oltu poistettu ilmaa, niissä oli hyytymiä tai kuljetus laboratorioon oli pitkittynyt, joten preanalyyttisten tekijöiden perehdyttäminen näytteenottajille koettiin tarpeelliseksi. Seinäjoen klinisen kemian toimintayksikkö on akkreditoitu SFS-EN ISO 15189:2013 standardin mukaisesti. Laboratorioon laaditun toimintakäsikirjan mukaan klinisen kemian toimintayksikön tehtäväalueisiin kuuluu potilaan ja hoitohenkilökunnan ohjaus/ohjeistus näytteisiin ja näytteenottoon liittyvien preanalyyttisten tekijöiden osalta.

Vuoriluoto julkaisi vuonna 2013, Tehy ry:lle tekemässä raportissa, selvityksen neulanpistoista ja terävien esineiden aiheuttamista tapaturmista. Siinä todettiin, että sosiaali- ja terveydenhuoltoalalla olevat työpaikat ovat riskialttiita työpaikkoja. Potilaat voivat olla levottomia, käyttäytyvät arvaamattomasti tai näytteenottotilanne voi olla rauhaton. Selvityksessä vahvistettiin, että tapaturmia voidaan ehkäistä oikeilla työmenetelmillä ja työtavoilla. Henkilöstöä on perehdytettävä riittävästi ja koulutusta on annettava jatkuvasti. Turvatuotteita on käytettävä ja neula-astia vaihdettava usein. Neula-astia ei saa olla liian täynnä ja lisäksi se pitää olla helposti saatavilla. Suomessa tapahtuu noin 100 verialtistumistapaturmaa tuhatta työntekijää kohti vuodessa. Neulanpistotapaturmia voidaan ehkäistä oikeilla työtavoilla ja turvallisilla työvälineillä. (Työterveyslaitos, 2014.) Neulojen hylsytyksessä eli käytetyn neulan laittaminen takaisin suojukseen, kiellettiin HOSPEEMin ja EPSUn 2010/32/EU direktiivissä heinäkuussa 2009.

Turvatuotteiden käyttö on pakollista, koska valtioneuvoston asetus turvatuotteiden käytämisestä tuli voimaan 8.5.2013, kyseinen asetus pohjaa Euroopan neuvoston direktiiviin (2010/32/EU). Direktiiviin mukaan työnantajan tulisi tarjota kaikkiin toimenpiteisiin turvatuotteita.

2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TEHTÄVÄT

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa kuvallinen ohje laskimoverikaasunäytteiden ottamisesta safePICO Aspirator® -ruiskulla ja valtimoverikaasunäytteiden ottamisesta safePICO Self-fill® ruiskulla Seinäjoen keskussairaalassa. Ohjetta voidaan hyödyntää lääkäreiden, laboratoriohoitajien ja muun hoitohenkilökunnan työssä näytteenoton preanalyttisessä vaiheessa. Ohje voidaan liittää myös klinisen kemian preanalytiikan käsikirjaan ja mahdollisesti sairaalan intran ohjeisiin. Ohjeiden liittäminen preanalytiikan käsikirjaan täsmentää kirjassa nykyään olevaa ohjeistusta verikaasunäytteiden ottamisesta.

Työn tavoitteena, laaditun ohjeistuksen avulla, on saada verikaasunäytteiden laatu paranemaan ja näytteet otettua turvallisesti, ilman neulanpistotapaturmia. Näytteiden laadun paraneminen lisää myös potilasturvallisuutta ja potilaat saavat laadukkaita vastauksia ja luotettavien vastausten perusteella voidaan tehdä oikeita hoitopäätöksiä.

Opinnäytetyön tuotoksena on kuvalliset ohjeet laskimo- ja valtimonäytteiden ottamisesta. Kooltaan ne ovat A4-kokoa ja pohjana käytän klinisen kemian omaa työohjepohjaa. Teen erikseen ohjeet valtimoverikaasu-näytteenottoon käyttäen safePICO Self-fill® ruiskua ja laskimoverikaasu-näytteen ottamiseen safePICO Aspirator® ruiskulla ja turvasiipineulalla, silloin kun on pyydetty muitakin verikokeita.

Opinnäytetyön tehtävänä on selvittää:

- verikaasunäytteiden preanalyttiset tekijät
- laadukas laskimo- ja valtimoverikaasunäytteenotto
- turvaneulojen käyttö verikaasunäytteiden otossa
- laatia kuvallinen ohjeistus Radiometerin ruiskujen käytöstä

3 PREANALYYTTISET TEKIJÄT VERIKAASUNÄYTTEENOTOSSA

Preanalyttiset tekijät voivat olla potilaasta johtuvia tai näytteen käsittelystä johtuvia. Potilaasta johtuvia tekijöitä ovat ikä, sukupuoli, raskaus, vartalon asento, fyysinen ja psyykinen rasitus, ravinto, vuorokauden aika, lämpötila ja rotu. Näytteen käsittelystä johtuvia tekijöitä ovat näytteenotto, esikäsitteleminen, näytteen kuljetus ja säilytys ennen analyttistä vaihetta. Lisäksi preanalyttiseen vaiheeseen sisältyy tutkimuksen valinta ja potilaan ohjaus. (Seppälä 2010, 22-25).

Laboratorioprosessissa 46-68,2 % virheistä tapahtuu preanalyttisessä vaiheessa (Kalra 2004,1055). Preanalyttisten tekijöiden merkitys korostuu verikaasunäytteissä (Baird 2013). Analyysin tuloksiin reagoidaan välittömästi ja ne aiheuttavat välittömiä toimenpiteitä. Näytteenotto vaatii erityistä taitoa. Joidenkin määritettävien analyttien pitoisuus veressä vaihtelee vähän. Tällaisia ovat esimerkiksi pH ja pCO₂, joten näytteenotossa virheiden määrä on minimoitava. (Baird 2013.) Analyysit tehdään pienistä näytemääristä kokoverestä, mikä aiheuttaa näytteen käsittelylle ennen analysointia myös erityisvaatimuksia.

3.1 Potilaan tunnistaminen

Potilaan tunnistaminen täytyy tehdä ennen näytteen ottamista. Kliinisen kemian toimintayksikön preanalytiikan ohjekirjan mukaan Seinäjoen keskussairaalaossa tunnistaminen tehdään kaksoistunnistamalla eli kysymällä potilaan nimi ja varmistamalla henkilötunnus potilaan rannekkeesta tai kela-kortista. Näitä tietoja verrataan pyyntötarraan. Pyyntötarra on aina kiinnitettävä näyteastiaan, ilman henkilötietoja olevat näytteet jätetään analysoimatta. (Preanalytiikan käsikirja 2015.) Näytteenotto väärästä potilaasta voi johtaa väärään diagnoosiin ja hoitoon, sekä uusintänäytteenottoon.

Potilaan näytteeseen tulisi kirjata potilaan koko nimi, henkilötunnus, osasto, näytteenotopäivä ja näytteenottoaika. Lisäksi verikaasunäytteitä otettaessa pitäisi kirjata esitietoihin ruumiin lämpötila, sekä potilaalle annettava lisähapetus. (CLSI. GP43-A4. 2004, 4-5.)

3.2 Potilaan esivalmistelut

Potilaalle selvitetään, mitä ollaan tekemässä, jotta hän voi rentoutua. Kaikenlainen jännitys, itku, pahoinvointi, hengityksen pidättäminen tai hyperventilaatio muuttaa hengitysvolyymia. Potilasta pyydetään istumaan tai makaamaan sängyssä aloillaan ainakin 5 minuuttia, kunnes hengitys tasapainottuu. Polikliinisillä potilailla hengityksen tasaantuminen vaatii pitemmän ajan. (CLSI. GP43-A4. 2004,5.) Kliinisen kemian preanalytiikan käsikirja neuvoo odottamaan 15 minuuttia verenkierron tasaantumista ennen verinäytteenottoa.

Mikäli potilas saa jotain lisähapetta ja halutaan verikaasutulos, joka vastaa potilaan tilaa ilman lisähapetta, tulisi odottaa vähintään 20-30 minuuttia, jotta hengitys tasapainottuisi. Tämä on erityisen tärkeää, mikäli potilas kärsii kroonisesta keuhkosairaudesta. (CLSI. GP43-A4. 2004, 5.)

3.3 Laadukas näyte

Laadukas näyte on otettu oikein, säilytetty ja kuljetettu oikein, sekä analysoitu oikein. Laadukas näyte vastaa potilaan fysiologista tilaa näytteenottohetkellä mahdollisimman hyvin, joten näytteenotto täytyy tapahtua standardoidusti. Laadukkaan näytteen saamiseksi on näytteenotossa noudatettava aseptiikkaa ja tavanomaisia varotoimia. Tarvikkeiden on oltava käyttökelpoisia ja niiden tulee olla varastoituina ennen käyttöä oikein. Suojakäsineitä on käytettävä, kaikkien tarvikkeiden täytyy olla kertakäyttöisiä ja steriilejä. Laadukas näyte takaa potilaalle oikeat vastaukset ja oikean diagnoosin ja oikeat hoitopäätökset. Huonosti otettu näyte johtaa siihen, että tulokset eivät ole tarkkoja ja mikä saattaa aiheuttaa sen, että lääkäri tekee väärä hoitopäätöksiä. Potilaalle voidaan tehdä uusia, osin turhiakin tutkimuksia. (WHO 2010, 3.)

3.4 Näytteen käsittely

Kun verikaasunäyte on otettu ruiskuun, ruisku täytyy sulkea korkilla. Näyteruisku käännetään korkki ylöspäin ja ylimääräiset ilmat poistetaan ilmauskorkin avulla. Näytettä otettaessa jää lähes aina ilmaa ruiskun männän päälle. Ilma täytyy kopauttaa ensin

ruiskun yläosaan ja sitten painaa ylimääräinen ilma ruiskun korkin läpi pois, jolloin korkista tulee ilmatiivis. (Radiometer 2012, 20.) Oikein ilmattu korkki on tiivis ja estää näytteen kontaminoitumisen huoneilman kanssa kuljetuksen aikana. Ilma ruiskussa nostaa näytteen pH:ta sekä pO₂- ja sO₂-pitoisuuksia ja vastaavasti laskee pCO₂-pitoisuutta. (Wennecke&Juel 2005.) Arvojen muutoksen suuruuteen vaikuttaa ilmakuplien koko ja määrä, näytteen happipitoisuus, säilytysaika-, sekä lämpötila ja sekoituksen määrä (Koppinen 2015b).

Näyte hyytyy ruiskussa, mikäli sitä ei sekoiteta heti näytteenoton jälkeen ruiskussa olevan hepariinin kanssa. Ruiskua pitää sekoittaa ruiskun ilmaamisen jälkeen joko kääntelemällä tai pyörittelemällä kämmenten välissä, jotta hepariini sekoittuu näytteeseen ja estää näytteen hyytymisen. Hyytynyt näyte ei ole homogeeninen ja tulokset eivät ole luotettavia. Hyytyminen nostaa näytteen kalium-pitoisuutta (Wennecke&Juel 2005). Radiometerin ruiskuissa on metallinen kuula, joka helpottaa näytteen sekoittamista. Radiometer suosittaa, että ruiskua ja neulaa käännettään vähintään 10 kertaa ylösalaisin ruiskun ilmaamisen jälkeen (Koppinen 2015b).

Näytteen liian voimakas sekoittaminen ravistamalla voi rikkoa soluja, mikä aiheuttaa näytteen hemolysoitumisen. Samoin näytteen säilytys liian kylmässä jääkuutioiden päällä, jolloin näyte osittain jäätyy. (Larmila 2010.) Hemolyysiä voi myös aiheuttaa näytteenottokohdan voimakas hierominen, lypsäminen ja puristelu. Hemolyysi kohottaa näytteen kalium pitoisuutta ja voimakas hemolyysi saattaa laskea näytteen ionisoidun cCa²⁺:n pitoisuutta. (Koppinen, 2015b.) Näytteen hemolysoituessa solujen intrasellulaaritulassa oleva kalium vapautuu ekstrasellulaaritalaan ja näytteen cK⁺ pitoisuus nousee virheellisesti. Kalsiumpitoisuus on solujen intrasellulaaritulassa matalampi kuin ekstrasellulaaritulassa, kun solut hemolysoituvat, ionisoituneen cCa²⁺:n pitoisuus laskee. (Uotila 2010, 103-105.)

Näytteen verisolujen ja plasman erottuminen alkaa heti kun näytteen säilytys alkaa ruiskussa. Tämä erottuminen on potilaskohtaista. Näyte tulisi sekoittaa hyvin ennen analysointia. Jos näyte on epähomogeeninen analysoitaessa, vaikuttaa tämä ainakin näytteen hemoglobiinipitoisuuteen joko laskevasti tai nostavasti. (Wennecke&Juel 2005.) Radiometerin ABL 90 FLEX -laitteessa on oma sekoittaja ruiskulle. Sekoittaja sekoittaa ruiskussa olevan metallikuulan ja laitteessa olevan magneettisekoittajan kanssa näytteen tehokkaasti homogeeniseksi.

3.5 Näytteen säilytys ja kuljetus

CLSI GP43-A4:n mukaan muovisia ruiskuja ei saa säilyttää jäädytettyinä, vaan ne tulisi säilyttää huoneenlämmössä ja analysoida puolen tunnin sisällä näytteenotosta. Muoviruiskut ovat osittain kaasuja läpäiseviä ja kun ruisku jäädytetään, se läpäisee kaasuja enemmän. Syynä tähän pidetään sitä, että matala lämpötila supistaa polymeerimolekyylejä ja laajentaa molekyylien välisiä aukkoja. Nämä aukot ovat tarpeeksi suuria läpäisemään happimolekyylejä, mutta liian pieniä hiilidioksidimolekyyleille, koska $p\text{CO}_2$ ei merkittävästi muutu, kun muoviruiskua säilytetään kylmässä. (Dukić, Kopčinović, Dorotić & Baršić 2016.)

Pitkittynyt näytteen säilytys ennen analysointia vaikuttaa laskevasti pH, $p\text{O}_2$ ja cGluk tuloksiin. Vastaavasti $p\text{CO}_2$, $c\text{Ca}^{2+}$ ja cLac nousevat. (Wennecke&Juel 2005.) Radiometer suosittaa, että näyte mitattaisiin välittömästi näytteenoton jälkeen, kuitenkin puolen tunnin sisällä näytteenotosta. Jos näytteessä on korkea $p\text{CO}_2$ -pitoisuus, korkea leukosyytti- tai trombosyyttipitoisuus, näyte pitäisi analysoida 5 minuutin sisällä näytteenotosta. Jos näytettä pitää säilyttää kauemmin kuin 30 minuuttia, pitäisi käyttää lasiruiskua ja näyte pitäisi viilentää. (Wennecke&Juel 2005, CLSI. GP43-A4. 2004, 8-9.)

Näytettä tulisi kuljettaa vaakatasossa, jotta punasolut eivät laskeutuisi ruiskun päähän. Näytteen kuljetuksesta putkipostilla on tehty erilaisia tutkimuksia. Niissä on havaittu korkeampia $p\text{O}_2$ pitoisuuksia verrattuna kävellen kuljettuihin verikaasunäytteisiin (Victor, Patole, Selvakumar, Graham 2011). Myös korkeita kaliumpitoisuuksia on havaittu hemolysin seurauksena, kun kuljetus on ravistanut putkia. Tämä johtuu todennäköisesti korkeista g-voimista kuljetuksen aikana, putken kiihtyvyydestä, sekä näytteessä olleista pienistä ilmakuplista. (Dukić, Kopčinović, Dorotić & Baršić 2016.)

4 VERIKAASUNÄYTTEEN NÄYTTEENOTTOTARVIKKEET

Valtimosta tai laskimosta otetaan näyte muoviseen ruiskuun. Kapillaarinäytteet voidaan ottaa joko lasisiin tai muovisiin kapillaareihin. Tarvikkeiden valinnassa on syytä noudattaa valmistajan ohjeistusta (CLSI. GP43-A4. 2004, 7). Radiometer suosittaa, että näytteenotossa käytetään safePICO Self-fill® tai safePICO Aspirator® muovisia elektrolyyttibalansoituja ruiskuja. Näissä ruiskuissa on metallikuula helpottamassa näytteen sekoittamista. Ruiskut suljetaan safeTIPCAP®-korkilla. Näyte voidaan analysoida suoraan korkin läpi, irrottamatta korkkia ABL 90 FLEX- analysaattorilla. Analysointivaihe on tuolloin siisti ja vähentää verikontaminaatiota. SafePICO Self-fill® ruiskussa oleva neulan turvamekanismi vähentää pistotapaturmia. Myös ambulanssit käyttävät näytteiden ottamiseen samoja ruiskuja. Liikkuvassa autossa näytteenotto voi olla hankalaa, samoin potilaat voivat olla levottomia, joten tällöin turvatuotteiden käytön tarve korostuu.

Lasisia ruiskuja ei juurikaan enää käytetä työturvallisuuden takia. Ne voivat aiheuttaa rikkoontuessaan viiltotapaturmia ja altistumisen veritartuntavaarallisille taudeille. Työturvallisuuslaissa Finlex 738/2002 8§ kohdassa 2 todetaan, että ”vaara- ja haittatekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla”.

Näytteenotossa tarvitaan lisäksi hyvin istuvat tehdaspuhtaat käsiaineet ja desinfiointilappuja ja puhtaita sidetaitoksia, sekä sideharsoa tai ihoteippiä, jolla näytteenottokohta voidaan sitoa. Laskimoverikaasujen näytteenotossa tarvitaan lisäksi staasia ja siipineulaa.

4.1 Staasi

Valtimonäytteitä otettaessa ei käytetä lainkaan staasia, vaan ruisku täyttyy itsestään valtimopaineen ansiosta. Laskimonäytteitä otettaessa staasin käyttö rajataan mahdollisimman vähäiseksi ja sitä käytetään vain laskimosuonen etsimiseen. Staasi voi olla monikäyttöinen tai kertakäyttöinen. Monikäyttöinen staasi on venyvä elastinen vyö, puristus-side, joka on valmistettu kestävästä kankaanomaisesta kuminauhasta. Monikäyttöiset staasit voivat olla potentiaalinen bakteerien, kuten MRSA:n lähde, mikäli näyt-

teenottajalla on huono käsihygienia ja mikäli kontaminoitunutta staasia käytetään uudelleen. (WHO 2010, 27.) Kertakäyttöiset staasit on valmistettu silikonista tai muusta vastaavasta materiaalista. Staaseja on erikokoisia. Lapsille kapeampi malli ja aikuisille leveämpi, pidempi malli. Staasia ei saa kiristää liian tiukaksi vaan sen aiheuttama paine pitää olla pienempi kuin systolinen verenpaine. Staasin pitäminen kiristettynä liian kauan aiheuttaa paineen, jolloin suonesta alkaa tihkua plasmaa ja muita pienimolekyylisiä aineita kudoksiin. Veri konsentroituu, jolloin puhutaan hemokonsentraatiosta. Tämä vaikuttaa joitakin analyyttejä nostavasti ja joitakin laskevasti. Liian pitkä staasin käyttö voi aiheuttaa myös näytteen hemolysoitumista. Staasia ei saisi käyttää kuin minuutin ja hyytymistutkimuksissa puoli minuuttia. Jos suonta ei löydy, on staasi pidettävä löysällä pari kolme minuuttia ennen sen uudestaan kiristämistä. (Matikainen A., Miettinen M. & Wasström K. 2016, 68-72.)

4.2 Näytteenottoneulat

Valtimoverikaasunäytteitä otettaessa neulana käytetään 20-25 G:n neulaa ja sen pituus vaihtelee 5/8 tuumasta 1-1/2 tuumaan. Neulan koon valintaan vaikuttavat tarvittava näytemäärä ja pistopaikka. Lyhempiä neuloja käytetään värttinävaltimopistokseen ja pidempiä neuloja olkavarsivaltimosta tai reisivaltimosta otettaviin näytteisiin. Mikäli neulan läpimitta on liian pieni, täytyy näytettä aspiroida. Tätä ei kuitenkaan suositella, sillä männän avulla aiheutettu imu saattaa aiheuttaa veren sekoittumisen kapillaarivereen, mikä taas aiheuttaa vääriä tuloksia. (CLSI. GP43-A4. 2004, 7.)

Laskimoverikaasunäytteille suositellaan 19-23 G:n neuloja. Neula valitaan laskimon koon mukaan. Valinnassa täytyy myös ottaa huomioon laskimon sijainti, tehtävä tutkimus ja näytemäärä. Pienen neulan käytössä on näytteen hemolysoitumisen vaara ja ison neulan käytössä imu voi helposti painaa suonen kasaan. Tavallisin vakuumeulan koko on 21G. Neulan turvamekanismi on laitettava neulan suojaksi välittömästi näytteenoton jälkeen. (CLSI GP41-A6. 6,18.) Finlex 317/2013 3§ määrää, että työnantajan on ”luovuttava terävien instrumenttien tarpeettomasta käytöstä menettelytapoja muuttamalla ja ottamalla käyttöön instrumentteja, joissa on sisäänrakennettuja turvallisuusteknisiä suoja mekanismeja” Otettaessa verikaasunäytettä laskimonäytteen yhteydessä suositellaan käytettäväksi siipineulaa. Siipineulassa on letku neulan ja näytteenottoholkin välillä, mikä helpottaa työskentelyä näytteenottoruiskun kanssa näytteenottotilanteessa.

4.3 Ruiskut

Verikaasunäytteenottoon käytetään ruiskuja, jotka eivät läpäise happea ja hiilidioksidia. Näyteputkia ei käytetä, koska niissä kaasujen määrä näytteessä voi muuttua (Baird 2013). Seinäjoen keskussairaalassa valtimo- ja laskimoverikaasunäytteenottoon käytetään muovisia Radiometerin verikaasuruiskuja. Ruiskut on valmistettu polypropeenista ja niissä on sisällä hepariinilevy, joka sisältää elektrolyyttitasapainotettua litiumnatriumhepariinia (Radiometer 2012,20). Ruiskut ovat balansoituja elektrolyyttitasapainotetulla kuivahepariinilla. Balansoimaton hepariini sitoo kaiken tyyppisiä positiivisia ioneja, kuten Ca^{2+} , K^{+} ja Na^{+} . Verikaasuanalysointilaitteen ioni-selektiiviset elektrodit eivät pysty mittaamaan tällaisia elektrolyyttejä, vaan elektrolyyttitulokset ovat virheellisen matalia. Radiometerin ruiskujen sisältämä balansoitu hepariini sisältää elektrolyyttejä samassa suhteessa kuin normaali plasma. Tällöin veri pysyy neutraalina, eivätkä positiiviset ionit sitoudu hepariiniin ja analysointilaitteet pystyvät mittaamaan ionit oikein. (Koppi-nen 2015b; Radiometer 2012,20.)

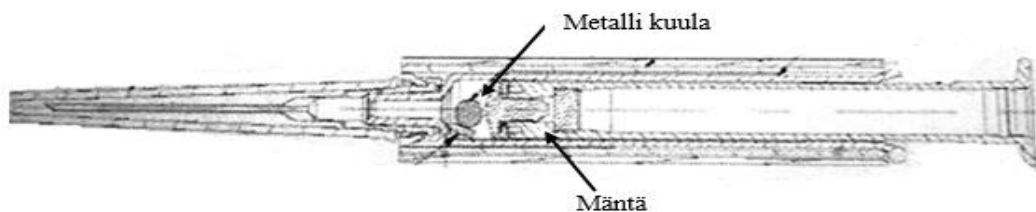
Nestemäisen hepariinin käyttöä ruiskuissa ei suositella, koska se laimentaa näytettä ja se voi aiheuttaa joidenkin analysointilaitteiden kuten bikarbonaatin ja pCO_2 :n liukenemistä näytteestä (Baird 2013). Chhapolan, Kumarin & Goyalin tekemässä tutkimuksessa vuonna 2015 todettiin, että nestemäistä hepariinia voidaan käyttää vaihtoehtoisesti samoin kuin balansoitua kuivahepariinia laktaatin ja pH:n määrittämisessä. Nestemäistä hepariinia ei voi käyttää määrittäessä pCO_2 , pO_2 , HCO_3^- , cK^+ , cNa^+ ja cCl^- määrittämisessä. Muiden antikoagulanttien, kuten EDTA:n käyttöä ei suositella, koska ne häiritsevät elektrolyyttisiä ja entsymaattisia mittaamenetelmiä kelatoimalla kationeja, erityisesti kalsiumia (Baird 2013; Dukić, Kopčinović, Dorotić & Baršić 2016).

Laadukkaiden tulosten takaamiseksi ruiskuihin tulisi olla merkittynä näytteen minimi ja maksimi täyttöasteikko ja valtimoverikaasuruiskujen tulisi olla itsestään täyttyviä (Dukić, Kopčinović, Dorotić & Baršić 2016). Hedbergin, Majavan, Kiviluodon & Ohtosen (2009) mukaan verikaasuissa, elektrolyyteissä ja laktaateissa ei havaittu merkittäviä muutoksia kun 3 ml ruiskussa oli verta 1,8-3,0 ml. Alle 1,8 ml tilavuus, joka on ruiskun minimi-tilavuus 3 ml ruiskussa, aiheutti varsinkin pO_2 tuloksissa merkittäviä muutoksia.

4.3.1 Radiometerin safePICO Self-fill® ruisku

Pakkaus sisältää itsestään täyttyvän ruiskun, joka on valmistettu polypropeenista sekä neulan, neulansuojuksen ja safeTIPCAP®- kuljetuskorkin. Ruiskut on koodattu yksilöllisillä viivakoodeilla. Ruiskun näytetilavuus on 0,7-1,5 ml. Radiometrin safePICO Self-fill® ruisku on tarkoitettu valtimosta otettaviin verikaasu, elektrolyytti- ja metaboliittimäärityksiin. Ruisku sisältää 60 IU elektrolyyttitasapainotettua (balansoitua) kuivahepariinia. Ruisku sisältää kullatun metallikuulan, joka tehostaa näytteen sekoittumista. Mikäli näyte otetaan suoraan kertapunktiona valtimosta, on vaarana, että neula puhkaisee myös laskimon ja laskimoverta sekoittuu arteriavereen. Jo pienikin määrä laskimoverta vaikuttaa ruiskuissa tuloksiin seuraavasti; pO_2 ja SO_2 laskee ja pCO_2 pitoisuus nousee. Tämä voidaan estää käyttämällä itsetäyttyviä ruiskuja. Ne täyttyvät, kun neula osuu valtimeen, mutta eivät täyty, kun neula osuu laskimoon. (Wennecke&Juel 2005.)

Ruiskun mäntä on rakennettu siten, että se läpäisee ilmaa. (kuva 1; kuva 2) Tästä johtuu se, että kyseisellä ruiskulla ei voi aspiroida näytteitä. Männässä on useita ilmatiehyitä, joista ilma poistuu ruiskun täytyessä verellä. Kun veri on noussut mäntään saakka ilmatiehyet tukkiutuvat ja mäntä sinetöityy, eikä enää läpäise ilmaa. (Koppinen 2017.)



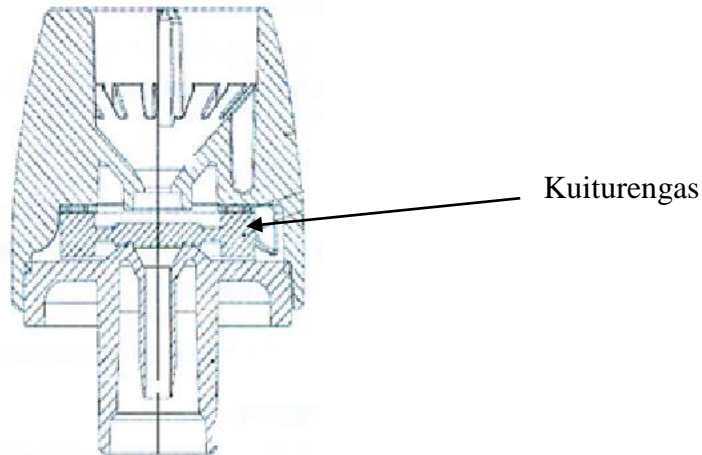
KUVA 1. Kaavakuva ruiskun rakenteesta (Kuva Radiometer 996-455201409A, muokattu)



KUVA 2. safePICO Self-fill® ruisku (Kuva: Taina Rastas 2016)

Safepico ruiskuissa on safeTIPCAP®-kuljetuskorkki (kuva 3), joka läpäisee ruiskun ilmauksen aikana ilmaa. Kuiturengas, joka on korkin yläosassa, läpäisee ilman, muttei

verta. Kun näyte ilmataan, veren punasolut tukkivat kuiturenkaan ja sinetöivät korkin ilmatiiviiksi. (Koppinen 2017.)



KUVA 3. Kaavakuva ruiskun korkin rakenteesta (Kuva Radiometer 996-455201409A, muokattu)

4.3.2 Radiometerin safePICO Aspirator® ruisku

Aspiroitava safePICO Aspirator ruisku on kuvattu kuvassa 4. Ruisku ei täyty itsestään, vaan se on tarkoitettu aspiroitaville näytteille, verikaasu-, elektrolyytti ja metaboliittimäärityksiin. Ruisku sisältää 80 IU elektrolyyttitasapainotettua(balansoitua) kuivahepariinia. (Koppinen 2015b; Radiometer 2015). Pakkaus sisältää ruiskun, joka on valmistettu polypropeenista ja safeTIPCAP®- kuljetuskorkin. Ruiskut on koodattu yksilöllisillä viivakoodeilla. Ruiskun näytetilavuus on 0,7-1,5 ml. Ruisku sisältää kullatun metallisen kuulan, joka tehostaa näytteen sekoittumista



KUVA 4. safePICO Aspirator® ruisku (Kuva: Taina Rastas 2016)

Ruiskulla voidaan ottaa laskimoverikaasunäyte samalla näytteenotokerralla, kun otetaan muita verikokeita siipineulan avulla. Ruiskua voidaan käyttää myös otettaessa verikaasunäytteitä jatkuvan valtimopaineen linjasta. Mikäli muita verikokeita ei ole pyy-

detty samalla näytteenotto kerralla, verikaasunäyte otetaan suoraan laskimosta pistämällä, jolloin ruiskuun täytyy yhdistää turvaneula (kuva 5).



KUVA 5. safePICO Aspirator® ruisku yhdistettynä Magellan™ turvaneulaan (Kuva: Taina Rastas 2016)

4.4 Muut tarvikkeet

Verikaasunäytteiden näytteenotossa noudatetaan tavanomaisia varotoimia. Tämä tarkoittaa sitä, että noudatetaan oikeaa käsihygieniaa, käytetään suojaimia, käytetään oikeita työskentelytapoja aseptisen järjestyksen mukaisesti ja estetään viilto- ja pistotapaturmat (Hygieniayksikkö 2015). Ihonpuhdistukseen ja myös jatkuvan valtimopaineen mittauksen linjan näytteenottoa puhdistetaan huolellisesti 70-80% alkoholilla tai isopropanolilla. Puhdistetun paikan annetaan kuivua, koska desinfiointiaineen joutuminen näytteeseen aiheuttaa siinä hemolyyysiä. (CLSI.GP41-A6. 2007,13.)

Kertakäyttökäsineet voivat olla latex-, vinyyli-, polyetyleni- tai nitrilikäsineitä. Käsinen tulisi olla hyvinistuvia ja oikeankokoisia. Mikäli työntekijä saa allergisia reaktioita joistain käsineistä, tulisi hänelle olla tarjolla muusta materiaalista valmistettuja käsineitä (CLSI. GP41-A6, 2007,3). Näytteenotossa tarvitaan lisäksi puuvillaisia tai keinokuituisia puhdistuslappuja, tuffereita, jotka ovat imukykyisiä. Näitä tarvitaan puhdistusaineen levittämiseen ja pistospaikan jälkihoitoon. Näytteenoton jälkeen pistopaikkaa painetaan puhdistuslapuilla mustelmien ehkäisemiseksi muutaman minuutin ajan (Mattiainen, Miettinen & Wasström 2016, 75). Valtimonäytteenotossa pistopaikkaa painetaan puhdistuslapulla vähintään 5 minuuttia. Mikäli potilaalla on antikoagulanttihoito, jatketaan pistospaikan painamista pidempään. (Iivanainen & Syväoja 2012,263.)

5 VERIKAASUANALYSAATTORI ABL90 FLEX

ABL90 FLEX (kuva 6) verikaasuanalyysaattori on pienikokoinen, kasettikäyttöinen, nopea, pienen näytemäärän vaativa analyysaattori. Se mittaa näytteestä pH, pCO₂, pO₂, sO₂, bikarbonaatti cHCO₃⁻(P) ja emäsyylimäärä ABE, metaboliitteja (glukoosi ja laktaatti) sekä elektrolyyttejä cCa²⁺, cK⁺, cNa⁺ ja cCl⁻. Analyysaattori määrittää 65 µl:n verinäytteestä kaikki analyytit 35 sekunnissa. Reagenssipakkaus, joka sisältää 680 toimintoa kuten huuhteluita, kalibrointeja ja kontrollinäytteiden ajoa, vaihdetaan vähintään 30 vuorokauden välein. Sensorikasetteja on eri kokoja, 100-1200 näytteelle, tarpeen mukaan ja niiden käyttöikä laitteessa on enintään 30 vuorokautta. Laite suorittaa automaattisesti määritellyn aikataulun mukaisesti kalibroinnit sekä laaduntarkkailunäytteiden analysoinnin. Laitteessa on integroitu automaattinen näytteen sekoittaja, joka sekoittaa magneetin avulla ruiskussa olevaa metallista kuulaa seitsemän sekunnin ajan.(Koppinen 2015a.)

Laite käyttää neljää eri mittaustekniikkaa. Sensorikasetissa mitataan pH, pCO₂, cK⁺, cNa⁺, cCa²⁺ ja cCl⁻ potenttimetrisesti. Amperometrisellä mittaustavalla mitataan cGluk ja cLac ja pO₂ mitataan optisesti. Laitteen hemolysaattorissa mitataan spektrofotometrisesti ctBil, sO₂, ctHb ja sen happea sitovien ja happea sitomattomien dyshemoglobiinien pitoisuudet FO₂Hb, FCO₂Hb, FHHb, FMetHb, FHbF (Koppinen 2015a; Uotila 2010, 107-119.) Mitattujen arvojen lisäksi pH ja pCO₂ tuloksista lasketaan Henderson-Hasselbachin yhtälön perusteella plasman aktuaalinen bikarbonaattipitoisuus cHCO₃⁻(P). Standardibikarbonaattipitoisuus cHCO₃⁻(P, st) lasketaan saman yhtälön avulla, kun verinäyte on tasapainotettu 37 asteiden kaasuseoksen kanssa. Emäsyylimäärän cBase lasketaan Van Slyken yhtälöllä. pO₂ pitoisuuden laite laskee Stern-Volmerin kaavalla. (Uotila 2010, 113.)



KUVA 6. ABL90 FLEX(Kuva: Taina Rastas 2017)

6 HAPPO-EMÄSTASAPAINON HÄIRIÖT

Häiriöt voidaan jakaa karkeasti respiratorisiin ja metabolisiin häiriötiloihin ja nämä taas jaetaan puolestaan asidoosiin ja alkaloosiin. Lisäksi alkaloosi ja asidoosi voidaan jakaa kompensoimattomiin, osittain tai kokonaan kompensoituihin. Asidoosissa veren pH on alle 7,35 ja alkaloosissa kun pH on korkeampi kuin viitearvoissa eli yli 7,45. Hap-poemästasapainoa säätelee keuhkojen ja munuaisten toiminta. Keuhkojen säätelytoiminta voi tapahtua nopeasti, munuaisten säätelytoiminta on hitaampaa. Verikaasunäytteillä seurataan hiilihappo/bikarbonaatti puskurijärjestelmän muutoksia. Lisäksi seurataan nestetasapainon ja elektrolyyttien muutoksia. (Uotila 2010, 107-119.)

Respiratorisesta häiriöstä puhutaan, kun tila johtuu keuhkojen toiminnan häiriöstä. Tällöin tarkastellaan pCO₂ arvon muutoksia. Metabolisissa häiriötiloissa pH muutoksen syy on joidenkin muiden happojen kuin hiilihapon ja emästen kertyminen tai menetys. (Uotila 2010, 107-119). Taulukossa 3 on yhdistetty kaikki happo-emästasapainon häiriötilat.

TAULUKKO 3. Hap-po-emästasapainon häiriöt (Inkinen. O, Arola. O.J 2014, 284)

Häiriö	pH 7,35–7,43	PCO ₂ (kPa) 4,5–6,0	BE (mmol/l) 0+2,5
Metabolinen asidoosi			
Akuutti (kompensoitumaton)	↓	N	Negatiivinen
Krooninen (kompensoitunut)	N	↓	Negatiivinen
Metabolinen alkaloosi			
Akuutti (kompensoitumaton)	↑	N	Positiivinen
Krooninen (kompensoitunut)	N	↑	Positiivinen
Respiratorinen asidoosi			
Akuutti (kompensoitumaton)	↓	↑	N
Krooninen (kompensoitunut)	N	↑	Positiivinen
Respiratorinen alkaloosi			
Akuutti (kompensoitumaton)	↑	↓	N
Krooninen (kompensoitunut)	N	↓	Negatiivinen
↑ = lisääntyy			
↓ = vähentyy			
N = säilyy normaalitasolla			

Kuvassa 11 on tuloste, joka voidaan printata joka potilasnäytteelle ABL 90 FLEX verikaasuanalysointilaitteelta. Siinä kuvataan, kuinka voidaan määrittää elimistön häiriötila, kun tunnetaan näytteen pH, pCO₂ ja emäs ylimäärä ABE, solun ulkopuolisessa nesteessä.

RADIOMETER ABL90 SERIES

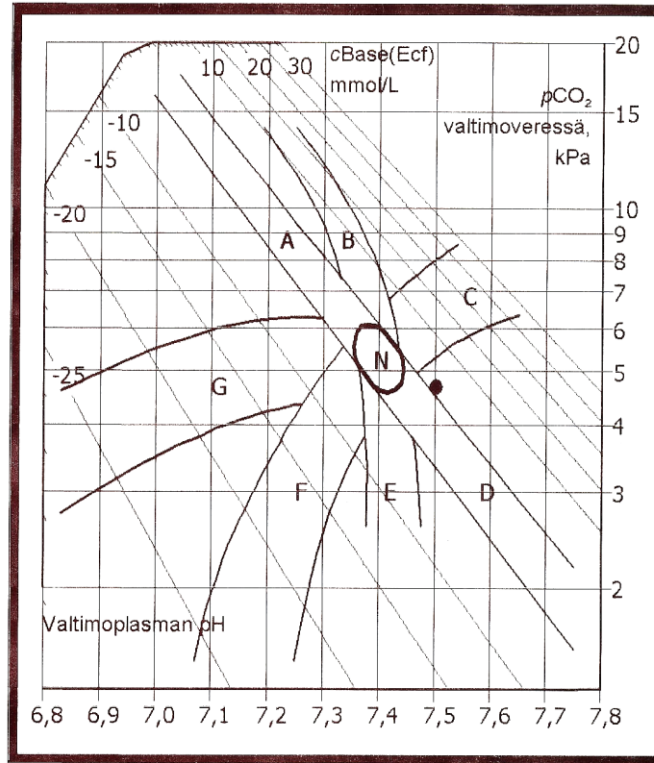
ABL90 Lyly I393-090R0691N0005

POTILASRAPORTTI

Ruisku - S 65uL

Happo-emäs-kaavio

PotilasID:



© Radiometer Medical Aps, Denmark, 1970, 2009. All Rights Reserved. Reference: Siggaard-Andersen, O.: Scand. J. Clin. Lab Invest., 27-239, 1971. Radiometer Reprint AS 45.

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| A akuutti respiratorinen asidoosi | E krooninen respiratorinen alkaloosi |
| B krooninen respiratorinen asidoosi | F krooninen metabolinen asidoosi |
| C krooninen metabolinen alkaloosi | G akuutti metabolinen asidoosi |
| D akuutti respiratorinen alkaloosi | N normaali alue |

Tulostettu

9:54:12 7.8.2017

KUVA 11 ABL90 FLEX tuloste (Kuva: Taina Rastas 2016)

6.1 Respiratorinen asidoosi

Respiratorinen asidoosi aiheutuu siitä, että elimistö ei saa poistettua hengityksessä muodostuvaa hiilidioksidia normaalisti, jolloin pCO₂ -pitoisuus veressä kasvaa ja pH laskee. Tuolloin pH laskee alle 7,32. Häiriö voi johtua sentraalisista eli hengityskeskuksen aktivoitumisesta johtuvista syistä tai keuhkojen sairauksista. Sentraalisia syitä ovat esim.

vammat rintakehässä, infektiot, ja hengitystä lamaavien lääkeaineiden käyttö. Keuhkoperäisiä syitä ovat keuhkosairaudet (hengitysilihasten heikkous) tai keuhkokuume. (Larmila 2010, 54; Uotila 2010, 107-119.)

Verikaasuanalyysissä on tuolloin pH, ja pO_2 matala ja pCO_2 , $cHCO_3^-(P)$ ja ABE koholla. Tämä on hengenvaarallinen tila ja vaatii nopeita toimenpiteitä. Respiratorinen asidoosi voi olla keuhkosairauksia sairastavalla krooninen tila. Tuolloin pCO_2 , on jatkuvasti koholla, mutta pH on normaali. Oireina potilaalla on matala hengitystaajuus ja syvyys, laskenut tajunnan taso, sydämen toiminnan häiriöt (Larmila 2010,54).

6.2 Respiratorinen alkaloosi

Respiratorinen alkaloosi aiheutuu siitä, että hengitys voimistuu ja tämä johtaa hyperventilaatioon. Tuolloin pH nousee yli 7,45, mutta ei yli 7,6, koska tuolloin potilaalla voi olla myös metabolinen alkaloosi. Respiratorisessa alkaloosissa pCO_2 laskee, sekä $cHCO_3^-(P)$ ja ABE saattavat olla lievästi alentuneet. Respiratorisen alkaloosin syitä ovat mm. myrkytykset, enkefaliitti, meningiitti tai hengityskeskusvammat. Keuhkoperäisiä syitä ovat esimerkiksi astma, keuhkokuume, tai -embolia. (Uotila 2010, 107-119.) Potilaalla on oireina syvä, nopea, haukkova hengitys, käsien ja jalkojen puutuminen, huihaus ja näköoireet ja lihasspasmit (Larmila 2010,57).

6.3 Metabolinen asidoosi

Metabolinen asidoosi on yleisin happoemästasapainon häiriö. Tämä aiheutuu siitä, että elimistöön kertyy happoja, jotka eivät haihdu ja samalla elimistö menettää bikarbonaattia. Metabolisessa asidoosissa pH laskee alle viitearvojen alle 7,35, $cHCO_3^-(P)$ pitoisuus laskee ja ABE laskee. Metabolisen asidoosin voi aiheuttaa esim. vaikea ripuli, oksentelu, alkoholin käyttö tai pitkä paasto. Myös munuaisten ja maksan vajaatoiminta ja myrkytykset voivat aiheuttaa metabolista asidoosia. (Uotila 2010, 107-119.)

Epätasapainossa oleva diabetes aiheuttaa diabeettisen ketoasidoosin, siinä oireina ovat hyperventilaatio ja asetonin haju hengityksessä. Potilas on hapan, kuiva ja hyperglykeeminen, pH on $<7,1$ ja $cHCO_3^-(P)$ pitoisuus $<10\text{mmol/l}$ (Loisa 2017,142).

Laktaattiasidoosi muodostuu, kun kudosten hapensaanti on riittämätöntä. Veren pH ja $\text{cHCO}_3^-(\text{P})$ arvo on pienentynyt ja laktaattiarvo on suurentunut $> 2\text{mmol/l}$. Laktaattiasidoosia voi aiheuttaa sepsis, vaikea hypoksemia, kardiogeeninen ja hypovoleeminen sokki, kouristukset ja lisääntynyt lihastyö, myrkytykset ja metamorfiinin käyttö akuutissa ja kroonisessa munuaisvauriossa (Inkinen & Arola 2017,291-292).

6.4 Metabolinen alkaloosi

Metabolisessa alkaloosissa elimistöön kertyy liikaa emästä, bikarbonaattia. Tällöin elimistön pH nousee yli normaalin tavoitearvon 7,45 ja $\text{cHCO}_3^-(\text{P})$ ja emäsylimäärä ABE nousee.

Metabolisen alkaloosin aiheuttaa esimerkiksi massiivinen verensiirto, jolloin veren sisältämä sitraatti lisää veren alkaloosia. Myös oksentelu, ripuli, mahaimu ja laksatiivien yliannostelu voi aiheuttaa metabolisen alkaloosin. (Uotila 2010, 107-119.) Oireina potilaalla on hidas huokaileva hengitys, päänsärky pahoinvointi ja sekavuus (Larmila 2010, 57).

7 VERIKAASUANALYYSI

Verikaasunäytteitä otetaan osastoilla ja päivystyspoliklinikoilla tehohoitoa vaativista tai kriittisessä tilassa olevista potilaista. Verikaasuanalyysi on tärkeä tutkimus potilaan tehohoidossa. (Larmila 2010.) Se antaa tietoa hengitys -ja verenkiertovajauksen tilasta. Verikaasuanalyysillä selvitetään potilaan hengityksen ja hapettumisen riittävyyttä ja veren happoemästäsapainonhäiriöitä (Rönn 2016). Verikaasunäytteestä puhutaan yleisesti sairaalakielessä ”astrup-näytteistä”. Nimi tulee mittausmenetelmän keksijän, tanskalaisen kemistin Poul Astrup:n (1915-2000) mukaan.

Laskimoverinäyte tai kapillaariverinäyte ei korvaa valtimoverikaasuanalyysiä aikuispotilailla. Kapillaariverikaasunäytteen laadukkuus riippuu paljolti näytteenoton laadukkuudesta sekä näytteenotto paikasta ja ihoverenkierron tilasta. (Alahuhta, 2013 83-84.) Kapillaarinäytteeseen on tyydyttävä, mikäli valtimoverikaasunäytettä ei ole mahdollista saada. Lapsilla käytetään usein näytemuotona kapillaariverikaasunäytettä. Verikaasunäytteitä voidaan ottaa myös keuhkovaltimokatetrasta. Keskuslaskimoverestä ja sekoituneesta laskimoverestä voidaan myös määrittää verikaasuanalyysijä. (Baird. 2013.) Vauvoilta verikaasunäyte voidaan ottaa myös pään laskimoista ja vastasyntyneillä voidaan käyttää näytteenottoon ensimmäisten vuorokausien aikana napavaltimeen asetettua kanyyliä (CLSI.GP41-A6. 2007,13).

7.1 Valtimoverikaasunäyte

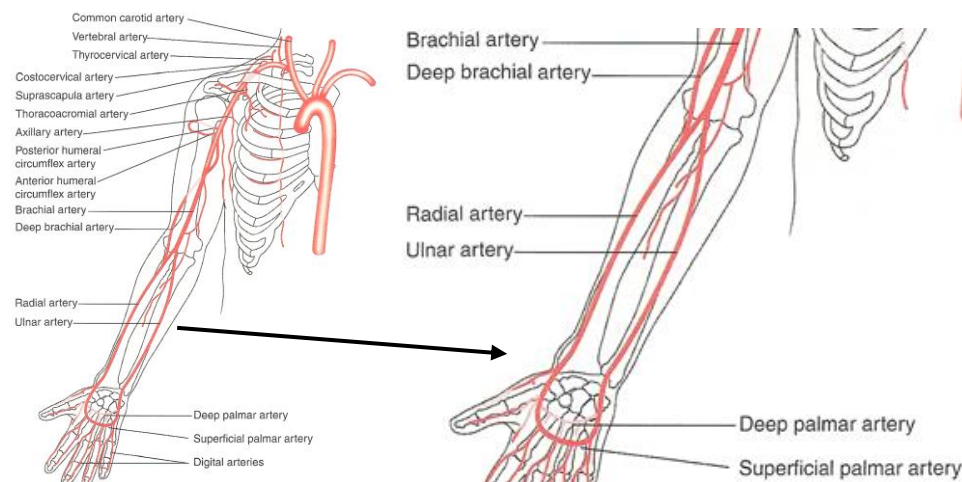
Valtimoverikaasunäyte antaa tietoa potilaan respiratorisesta tilasta, sekä potilaan happoemästäsapainosta. Kriittisesti sairaille potilaille, joilla on jokin muu vakava sairaus, saadaan verikaasuanalyysistä tietoa myös elektrolyyteistä ja happoemästäsapainosta. (Garza & Becan-McBride, 2008,244.)

Valtimoverinäytteen ottaa lääkäri, mutta hyvän ja perusteellisen perehdytyksen jälkeen myös hoitohenkilökunta voi ottaa valtimoverinäytteitä. Toimipaikoissa koulutetaan näytteenottajat näytteenottoon ja käsittelyyn. Heille annetaan perehdytyksen jälkeen i.v. lupa. (Larmila 2010,49; WHO 2010.) Valtimeäytteitä voivat ottaa henkilöt, jotka ovat saaneet asianmukaisen koulutuksen ja ovat oikeudellisesti päteviä ottamaan näytteitä

omassa maassaan (WHO 2010). Näytteen analysointiin annetaan erillinen perehdytys, mikäli verikaasuanalysointilaitte on osastolle sijoitettu vieritutkimuslaite.

Valtimoverikaasunäytteet voidaan ottaa jatkuvan valtimopaineenmittauksen linjasta tai kertapunktiona. Jatkuvan valtimopaineen linjassa potilaalle asennetaan valtimoon kanyyli, joka mahdollistaa suoran valtimopaineen mittauksen. Valtimokanyyli kytketään erikoisvalmisteisen letkuston välityksellä painepussiin, jonka avulla letkustoa voidaan huuhdella. Letkustossa mukana oleva paineanturi yhdistetään potilasmonitoriin ja tämä mahdollistaa jatkuvan valtimopaineen mittauksen. Kanyylista voidaan ottaa verikokeita, mutta siitä ei voida antaa mitään infuusionesteitä tai lääkkeitä, se voidaan ainoastaan huuhdella huuhtelunesteellä. Kyseisiä kanyyleja asennetaan sairaalassa, mutta myös enenevässä määrin ensivasteen lääkärijohdolisissa hoitoyksiköissä. (Kuisma, Holmström, Nurmi, Porthan & Taskinen 2013,213.) Näytteenottimena Seinäjoen keskussairaalassa käytetään Radiometerin safePICO Aspirator® verikaasuruisku, joka on kuumallinen ruisku.

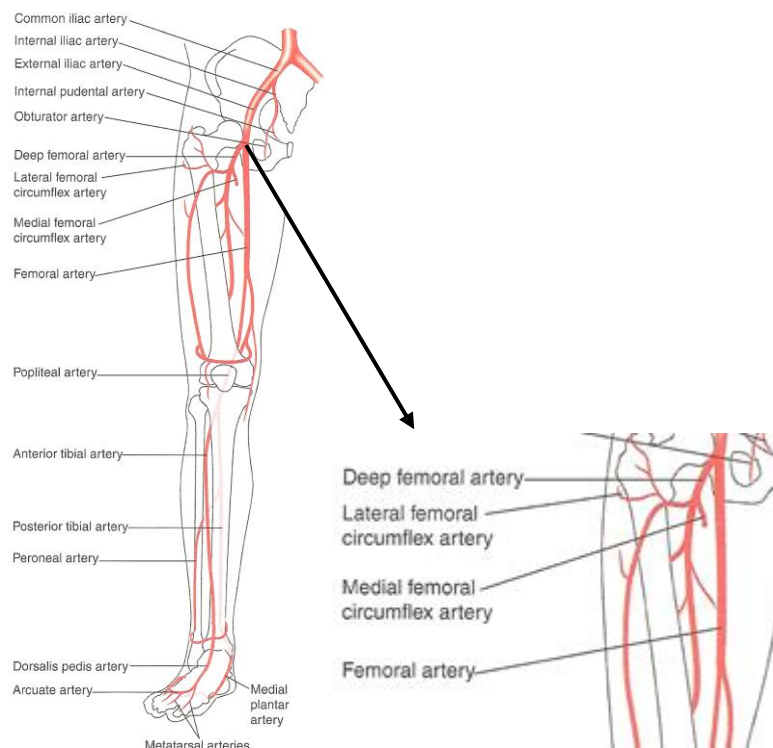
Kertapunktiona otettava valtimoverinäyte otetaan tavallisesti safePICO Self-fill®-ruiskulla väärttinävaltimosta (radial artery). Se sijaitsee peukalon puolella ranteessa ja on pieni valtimo, joten näytteenotto vaatii harjaantumista. Toisina vaihtoehtoina voidaan pitää olkavaltimoa, (bracial artery) (kuva 7).



KUVA 7. Valtimosuonet ylävartalossa (Moini,2013, muokattu)

Jalasta otettaessa käytetään nivusten isoja reisivaltimoita (femoral artery) (kuva 8). Olkavaltimoa ja jalan valtimoita käytetään harvemmin, koska niillä on huonompi korvaava verenkierto kuin väärttinävaltimolla. Niiden läheisyydessä on hermoja, jotka voivat va-

hingoittua, mikäli pistotekniikka on väärä (WHO 2010). Niitä on myös vaikeampi tunnistella, koska ne sijaitsevat syvemmällä ja pistosten jälkeinen näytteenottoaikan painaminen on hankalampaa (CLSI.GP41-A6. 2007,13).



KUVA 8. Valtimosuonet alavartalossa (Moini,2013, muokattu)

7.2 Valtimoverikaasunäytteen ottaminen

Stasiaa ei käytettävä valtimonäytteenotossa. Laadukkaan näytteen saamiseksi on näytteenotossa noudatettava aseptiikkaa. Suojakäsineitä on käytettävä. Kaikkien tarvikkeiden täytyy olla kertakäyttöisiä ja steriilejä. (WHO 2010, 26.)

Useimmiten kertapunktiona otettava valtimoverikaasunäyte otetaan väärttinävaltimosta. Ruiskuna käytetään Seinäjoen keskussairaalassa safePICO Self-fill®-ruiskua. Ensin on varmistettava esimerkiksi Allenin testillä, että kyynärvaltimo pystyy huolehtimaan käden verenkierron (CLSI.GP41-A6. 2007, 10). Allenin testi suoritetaan seuraavasti: potilasta pyydetään puristamaan käsi nyrkkiin, väärttinä -ja kyynärvaltimo tunnistellaan ja painetaan sormilla kiinni. Potilasta pyydetään avaamaan nyrkki ja sormet ovat tuolloin valkoiset. Kyynärvaltimo vapautetaan, väärttinävaltimon ollessa kiinni. Jos veren-

kierto on normaali kyynärvaltimossa, sormien väri palautuu ja valtimoverikaasunäyte voidaan ottaa. (Iivanainen & Syväoja 2012,296.)

Potilaan käsi asetetaan kämmenpuoli ylöspäin, ranne n. 30° kulmaan, tarvittaessa käytetään ranteen alla rullattua pyyhettä tai kaarimaljaa. Näytteenottoa puhdistetaan huolellisesti 70-80% alkoholilla. Puhdistetun paikan annetaan kuivua, koska desinfiointiaineen joutuminen näytteeseen aiheuttaa siinä hemolyysiä. Puhdistuksen jälkeen näytteenottoa ei saa koskettaa. Neulaa pidetään kiinni toisella kädellä ja toisella kädellä tunnustellaan oikea näytteenottoa. Arterianeula pistetään 30-45° kulmassa valtimoon. Kun neula saavuttaa valtimon se täytyy automaattisesti. (CLSI.GP41-A6. 2007,13.)

Ruiskun täyttymisen jälkeen, neula ruiskuineen vedetään pistopaikasta pois. Tämän jälkeen pistospaikkaa tulisi painaa tiukasti 3-5 minuuttia, jotta näytteenottoa ei vuoda verta (CLSI.GP41-A6. 2007,10-11). Neulansuojuksen liukuominaisuudella varustettu osa työnnetään peukalon avulla neulan suojaksi. Neula suojuksineen irrotetaan ruiskusta. Ruiskuun asetetaan safeTIPCAP® suojakorkki, korkkia kierretään puoli kierrosta ja ruisku käännetään pystysuoraan korkki ylöspäin. Mikäli männän päälle on jäänyt ilmaa, se napautetaan ylöspäin ja kaikki ylimääräinen ilma poistetaan ruiskusta työntämällä mäntää ylöspäin. Tämän jälkeen ruiskua käännettään rauhallisesti vähintään 10 kertaa ylösalaisin, jotta hepariini sekoittuu ruiskuun. (Radiometer 2012,20.)

Otettaessa näytteitä jatkuvan valtimopaineen linjasta on tärkeää ottaa infuusionestettä vähintään 3 kertaa kanyylin tilavuus hukkaan (Larmila 2010; Wennecke & Juel 2005). Tällöin saadaan näytteeksi puhdasta valtimoverta. Näytteen laimeneminen infuusionesteellä nostaa pO₂:n, cNa⁺:n, ja cCl⁻:n pitoisuuksia ja laskee pCO₂:n, cK⁺:n, cCa²⁺:n, cGluk, cLac ja hemoglobiinin pitoisuuksia. Tämä voidaan estää ottamalla tarpeeksi suuri määrä infuusionestettä hukkaan ja tarkistamalla katetrin tarkka kuollut tilavuus. Jatkuvan valtimopaineen mittauksen linjan näytteenottoa puhdistetaan huolellisesti 70-80% alkoholilla. Puhdistetun paikan annetaan kuivua koska desinfiointiaineen joutuminen näytteeseen aiheuttaa siinä hemolyysiä. (CLSI.GP41-A6. 2007,13.) Näyte otetaan safePICO Aspirator®-ruiskuun, joka sisältää kuivaa elektrolyyttibalansoitua hepariinia. Näytteenoton jälkeen ruiskuun laitetaan safeTIPCAP® -korkki ja ruisku käsitellään kuten otettaessa valtimoverikaasunäytettä kertapunktiona.

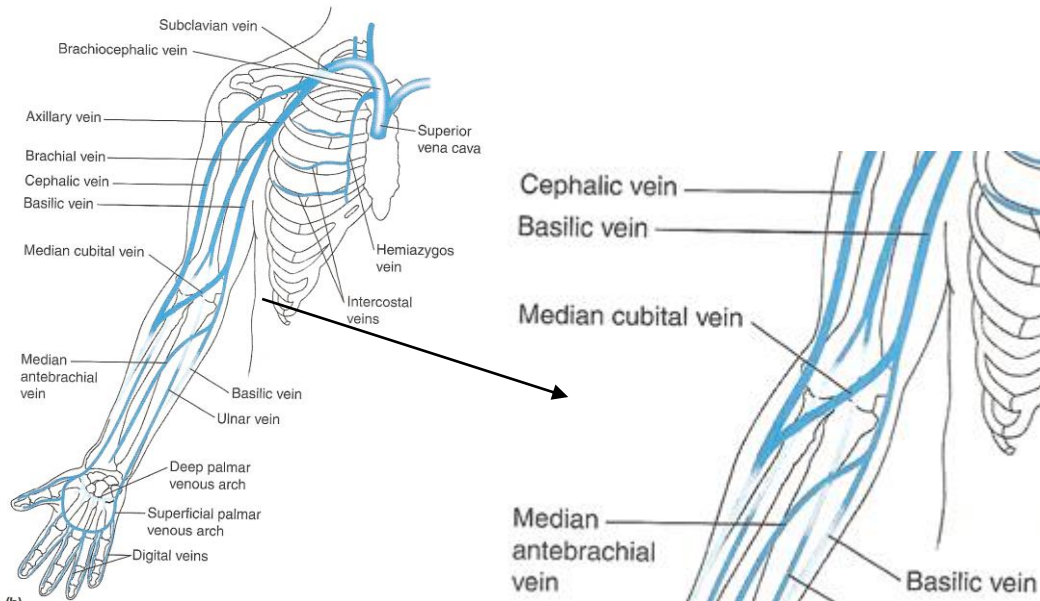
7.3 Laskimoverikaasunäyte

Laskimoverikaasunäytteitä voidaan ottaa kertapuntiona tai muiden laboratoriotutkimusten kanssa samanaikaisesti. Näytteenottoon käytetään verikaasuruiskuja, joihin veri voidaan aspiroida. Otettaessa useampia näytteitä samalla kerralla on huomioitava myös oikea näytteenottojärjestys. Tällä pyritään estämään eri putkien sisältämien lisäaineiden siirtyminen neulan kautta toiseen putkeen ja pistoksesta johtuvat elimistön reaktiot, joilla on vaikutusta veren analysointituloksiin (CLSI. GP43-A4. 2004, 17). Mikäli näytteenottoon käytetään siipineulaa, on ennen ensimmäistä putkea otettava hukkaputki. Tällä saadaan letkusta oleva ilma pois ja ensimmäiseen varsinaiseen näyteputkeen oikea määrä verta (Matikainen, Miettinen & Wasström 2016,75).

Näytteenottoputkien toimittajien näytteenottojärjestyksen suositukset saattavat erota toisistaan jonkin verran. Eroja saattaa olla putkien sekoituskerroissa ja joidenkin putkien ottojärjestyksessä (Matikainen, Miettinen & Wasström 2016, 77). Verikaasuruiskuissa on antikoagulanttina elektrolyyttibalansoitua hepariinia, joten ne ovat verrattavissa hepariiniputkiin. Näytteenottojärjestys on CLSI:n (2007, 17) ja WHO:n (2010 ,16) suositusten mukaan on seuraava:

1. veriviljely
2. lisäaineettomat putket
3. sitraattiputket
4. muut seerumiputket
5. hepariiniputket
6. EDTA-putket
7. fluoridiputket

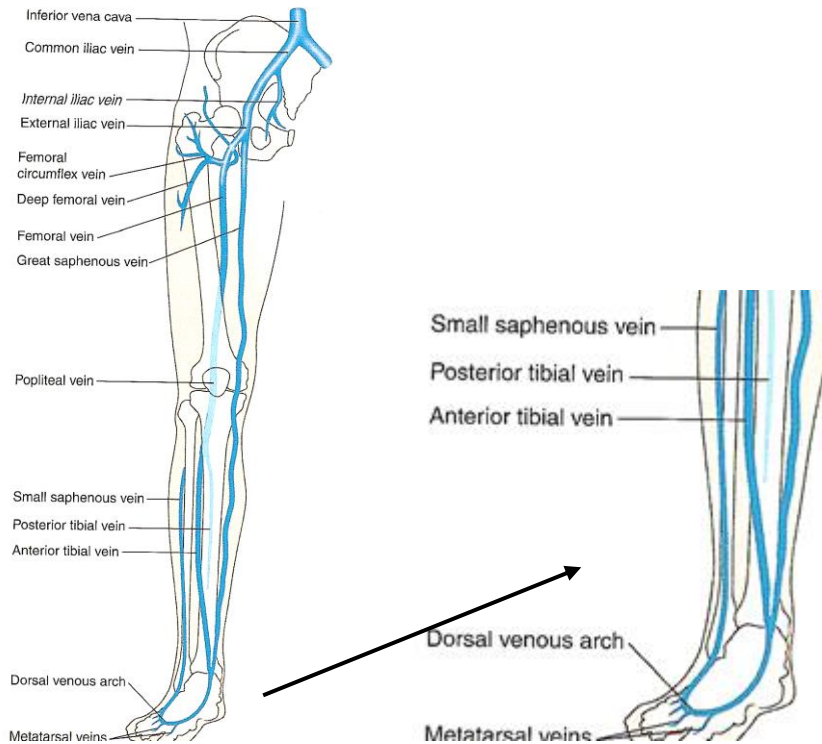
Laskimoita sijaitsee sekä syvällä, että lähellä ihon pintaa. Syvät laskimot sijaitsevat lähellä valtimoita ja ne on nimetty samoin kuin vastaavassa kohdassa olevat valtimot. Laskimoverinäytteet otetaan pinnallisista laskimoista (Matikainen A., Miettinen M. & Wasström K. 2016, 65-66.). Kädestä laskimoverinäytteet otetaan tavallisesti kyynärtaipeen suurista iholaskimoista, median cubital vein eli kyynärtaipeen välilaskimo, basilic vein eli käsivarren sisempi iholaskimo sekä cephalic vein eli käsivarren ulompi laskimo (kuva 9).



KUVA 9. Laskimosuonet ylävartalossa (Moini,2013, muokattu)

Mikäli käsiä ei voida käyttää näytteenottoon, voidaan hätätilanteessa näyte ottaa jalan päällisistä laskimoista dorsa venous arch (kuva 10). Jalasta näytettä otettaessa on vaarana kuitenkin laskimotukos tai laskimotulehdus, joten aina pitää neuvotella hoitoyksikön kanssa, voidaanko näyte ottaa jalasta. Erityisesti, jos kyseessä on raskaana oleva, diabeetikko tai henkilö, jolla on laskimotukos tai alttius saada laskimotukos (Matikainen, Miettinen & Wasström 2016, 68).

Laskimonäytettä ei saa myöskään ottaa turvonneilta, arpisilta alueilta, tai alueilta, joissa on verenpurkauman aiheuttama mustelma. Varsinkin turvonneet alueet sisältävät kudostestettä, millä on vaikutusta näytteen laatuun. Dialyysipotilaille on asennettu usein pysyvä suoniyhteys, fisteli, tällaisesta kädestä ei saa ottaa näytettä suuren tulehdusriskin vuoksi (Matikainen, Miettinen & Wasström 2016, 67). Näytettä ei saa myöskään ottaa raajasta, johon annetaan suonensisäistä lääkitystä tai nestehoitoa. Rintarauhaskirurgisilta potilailta ei suositella näytteenottoa leikatun rinnan puoleisesta kädestä. (Preanalytiikan käsikirja 2015.)



KUVA 10. Laskimosuonet alavartalossa (Moini,2013, muokattu)

7.4 Laskimoverikaasunäytteen ottaminen

Laskimosta otetaan näytteet tavallisesti vakuumimenetelmällä. Näyteputkissa oleva alipaine vetää tarvittavan määrän näytettä putkeen. Pistämiseen käytetään holkillista turvamekanismin sisältävää neulaa tai siipineulaa. Siipineulan käyttö on suositeltavaa, mikäli potilas on levoton tai näyte otetaan hankalista paikoista. Laskimossa ei ole samanaista painetta kuin valtimoissa, joten näyte laskimoverikaasunäyte otetaan suoraan neulan ja ruiskun avulla aspiroimalla laskimosuonesta. Tämä on suositeltava tapa, kun potilaasta ei ole pyydetty muita näytteitä samalla näytteenotokerralla. Neulassa tulisi tuolloinkin olla turvamekanismi, jotta välttyttäisiin neulanpistotapaturmilta (CLSI.GP41-A6. 2007,9).

Mikäli potilaasta on pyydetty samalla näytteenotokerralla muita laskimoverinäytteitä, on suositeltavaa ottaa laskimoverikaasunäyte siipineulaa apuna käyttäen. Tuolloin ruisku asetetaan holkkiin siten, että ruiskulla työnnetään neulan lateksisuojaus kokoon, toisella kädellä pidetään ruiskua paikallaan ja toisella kädellä aspiroidaan tasaisesti näytettä ruiskuun. Näytteenottojärjestyksessä ruisku otetaan seerumiputkien jälkeen ennen EDTA-putkia (Matikainen, Miettinen & Wasström 2016 77, 40; CLSI.GP41-A6.

2007,17). Näyte vedetään ruiskuun tasaisesti ja rauhallisesti. Jos näyte vedetään ruiskuun liian rajusti, johtaa tämä solujen rikkoontumiseen ja solujen hemolyysoitumiseen (Larmila 2010). Näyte käsitellään näytteenoton jälkeen kuten valtimoverikaasunäyte.

Mikäli potilaalle asennetaan laskimokanyyli, voidaan laskimoverikaasunäyte ottaa suoraan kanyylista aspiroimalla. Mikäli kanyyliin menee suonensisäistä infuusionestettä, on nesteenanto keskeytettävä. Kliinisen kemian preanalytiikan käsikirja neuvoo, että infuusio keskeytetään 5-15 minuutin ajaksi. Kädestä, johon menee suonensisäistä infuusiota, ei saisi ottaa näytettä, mikäli se ei ole ehdottomasti välttämätöntä (CLSI.GP41-A6. 2007,23). Ennen näytteenottoa on otettava hukkaan verta 5-10 ml, tai 5-6 kertaa kanyylin kuollut tilavuus. Tällä estetään varsinaisen näytteen kontaminoituminen infuusionesteellä. Näytteenottoa rajoitetaan hätätilanteisiin. (Tuokko, Rautajoki & Lehto 2009, 50.)

7.5 Valtimo ja laskimoverikaasunäytteen ero

Valtimoiden ja laskimoiden rakenne koostuu kolmesta eri kerroksesta, jotka ovat ulkokerros (tunica adventitia), keskikerros (tunica media) ja sisäkerros (tunica intima). Valtimon sisäosa eli suonon ontelo (lumen) on pienempi kuin laskimossa ja laskimosuonen keskikerros on ohuempi kuin valtimossa. Veri virtaa valtimoissa nopeammin kuin laskimoissa. Valtimosuonessa tuntuu syke ja se tuntuu kimmoisammalta kuin laskimosuoni. (Matikainen A., Miettinen M. & Wasström K. 2016, 65-66.)

Valtimoverikaasunäytteessä on eri koostumus kuin laskimoverikaasunäytteessä. Eroja on happiosapaineessa pO_2 , pH:ssa sekä hiilidioksidiosapaineessa pCO_2 . Myös laktaattiglukoosi- ja ammoniumpitoisuudet eroavat näissä näytteissä (Tuokko, Rautajoki & Lehto 2009, 52).

Valtimoverikaasunäytteitä on suositeltu käytettäväksi, koska sen koostumus on sama kaikissa ruumiin kudoksissa, kun taas laskimoverikaasunäytteen pitoisuudet vaihtelevat kudoksen metaboliasta johtuen (Garza & Becan-McBride, 2008,244). Kun verenkierto on heikentynyt, erot valtimoverinäytteen ja laskimoverinäytteen välillä ovat kuitenkin pienet (CLSI. GP43-A4. 2004, 1).

Valtimoverikaasunäytteet ovat potilaalle kivuliaampia ja riskialttiimpia kuin laskimoverikaasunäytteet. Valtimoverikaasunäytteistä voi seurata vakavia komplikaatioita, kuten valtimovamma, verisuonitukos, valtimoembolisaatio, hematooma, valtimoaneurysma ja sympaattinen refleksidystrofia eli raajan vasomotorinen häiriö (Kelly 2010, 493-498). Laskimonäytteenoton komplikaatioita ovat potilaan pyörtyminen, hyperventilointi, mustelma, petekkiat, flebiitti eli laskimotulehdus ja tromboflebiitti, valtimopuntio ja pisto hermoon (Tuokko, Rautajoki & Lehto 2009, 50-52).

Laskimo- ja valtimoverikaasujen näytemuotoa on verrattu ja joissakin tapauksissa todettu, että laskimoverikaasunäytteet ovat yhtä käyttökelpoisia kuin valtimoverikaasunäytteet (Kelly 2010, 493-498). Tutkimukset ovat osoittaneet, että laskimoverikaasunäyte voi korvata hyvin valtimoverikaasunäytteen ainakin seuraavissa analyyteissä: pH, pCO₂, bikarbonaatti ja happoemäs ylimäärä ABE, elektrolyytit ja metaboliitit. Taulukossa 1 on esitetty aikuisen happoemäs-tasapaino- ja oksimetrimääritysten viitevälejä.

TAULUKKO 1 Happoemäs-tasapaino- ja oksimetrimääritysten viitevälejä
(Uotila 2010, 114)

tutkimus	valtimoveri	laskimoveri
B-pH	7,35-7,45	7,32-7,42
B-vetyioni(H ⁺) -pitoisuus	35-45 mmol/l	38-48 mmol/l
B-pO ₂	11,0-13,3 kPa	4,0-6,7 kPa
B-pCO ₂	4,5-6,0 kPa	5,3-7,3 kPa
P-HCO ₃ (aktuaalinen)	21-28 mmol/l	22-29 mmol/l
P- HCO ₃ -St	22-26 mmol/l	24-28 mmol/l
P-Kokonais-CO ₂	21-28 mmol/l	24-30 mmol/l
B-Emäsyylimäärä	0±2,5 mmol/l	0±2,5 mmol/l
P-Anionivaje	8-16 mmol/l	8-16 mmol/l
B-Happikylläisyys, hemoglobiinin osuus kokonais-Hb:sta(B-HbO ₂ tai FO ₂ Hb)	94-98 %	64-80 %
B-Happikylläisyys, hemoglobiinin osuus toiminnallisesta Hb:sta(B-O ₂ Sat tai sO ₂)	95-98,5%	65-80%
B-Happisisältö(hapentilavuusosuus) (B-O ₂ -vol% tai ctO ₂)	18-23%	13-18%

Laskimoverikaasunäyte ei sovellu veren pO₂ tason määrittämiseen, vaan se on luotettavamman vastauksen saamiseksi parempi tehdä valtimoverikaasunäytteestä (Brock, 2014; Baird. 2013; Dukić, Kopčinović, Dorotić & Baršić 2016). Näytetyypin valinta

riippuu siitä, mitä analyyttejä halutaan näytteestä määrittää ja mikä on sillä hetkellä soveltuvim näytemuoto. Guder& Naryanan 2015, mukaan täytyy miettiä, mikä on käytännöllisin näytemuoto ja mitä näytemuotoa käytettäessä on vähemmän riskejä. Näistä syistä laskimonäytettä käytetään eniten. Valtimonäytteitä käytetään, jos halutaan määrittää verikaasuja tai happoemästasetta. Taulukkoon 2 on koottu eri analyyttien pitoisuuksien vaihtelut valtimo-, laskimo- ja kapillaariverinäytteissä.

TAULUKKO 2 Eri analyyttien konsentraatipitoisuuksien erot eri näytemuodoissa (Guder& Naryanan 2015, 39)

	valtimonäyte	kapillaarinäyte	laskimonäyte
glukoosi	↑	→	↓
laktaatti	↓	←	↑
pO ₂	↑	→	↓
pCO ₂	↓	←	↑
pH	↑	→	↓
kalsium	↔	↔	↔
ionisoitu kalsium	↓	←	↑
kalium	↓	←	↑
natrium	↔	↔	↔
kolesteroli	↔	↔	↔

↔= ei kliinisesti merkittävää eroa näytemuotojen välillä

↑=korkeampi verrattuna laskimo/valtimo tai kapillaarinäytteeseen

↓=matalampi verrattuna laskimo/valtimo tai kapillaarinäytteeseen

→= pitoisuus laskee valtimoverestä laskimovereen

←= pitoisuus nousee valtimoverestä laskimovereen

7.6 Verikaasuanalyysit vierituskimuksina

Verikaasuanalyysijä tehdään myös vieritesteinä, jolloin näytteen analysointi tapahtuu hoitoyksikössä olevilla verikaasuanalysointilaitteilla. Tuolloin vastaukset saadaan nopeasti ja niiden tuloksiin voidaan reagoida välittömästi (Moodi 6/2009,281). Joillakin vierituskimuslaitteilla näytteiden annostelu laitteeseen vaatii omat näytteenottimet. Tästä syystä tulisi jo laitteen verifiointivaiheessa selvittää, soveltuvatko toimipaikassa käytössä olevat näytteenottimet uudelle laitteelle.

Laboratoriohenkilökunta asiantuntijana, voi antaa ohjeita, jotta näytteiden otto, analysointi ja sisäinen laadunvarmistus ja ulkoinen laadunarviointi tapahtuisi onnistuneesti (Nichols 2005,275). Samoin uusien laitteiden perehdyttämiseen tulisi kiinnittää huomiota. Laitteille pitäisi laatia selkeät perehdytysuunnitelmat kaikille laitteen käyttäjille (CLSI. GP43-A4. 2004, 2). Laitetoimittajat ja vieritutkimuksista vastaavat henkilöt huolehtivat siitä, että käyttäjät saavat asianmukaisen perehdytyksen sekä laitteen käyttöön ja näytteenottoon.

Preanalyttisten virhetekijöiden määrää voidaan vähentää, mikäli verikaasuanalyysi tehdään vieritutkimuksena. Tuolloin potilaita on vähän, joten potilas voidaan tunnistaa varmemmin. Verikaasuvastauksia tarvitaan nopeasti, tämän takia monet verikaasuanalyysaattorit sijaitsevat leikkaussaleissa, päivystyspoliklinikoilla ja tehohoitoyksiköissä. Näytteen säilytykseen ja kuljetukseen kuluva aika on lyhyt, joten vastaukset valmistuvat nopeasti ja ovat näin klinikkojen käytettävissä välittömästi (Baird 2013).

8 HYVÄ TYÖOHJE

Hyvällä työohjeella on ainakin kaksi tavoitetta. Se vastaa ohjeen antajan ja asiakkaan tarpeita (Roivas M. & Karjalainen A. 2013, 118). Verikaasujen näytteenotossa näytteenottaja tarvitsee ohjausta uusilla näytteenottimilla, laboratorio saa laadukkaita näytteitä ja potilas oikeita vastauksia. Ohjeiden tekstit tulisi olla tiiviitä, yksiselitteisiä ja täsmällisiä. Ohje ei saa olla liian pitkä, jolloin lukija ei jaksa lukea ohjetta (Roivas M. & Karjalainen A. 2013, 119).

Roivaksen ja Karjalaisen mukaan tehokas ja selkeä ohje on käskymuodossa ja siinä on otettu huomioon seuraavat asiat:

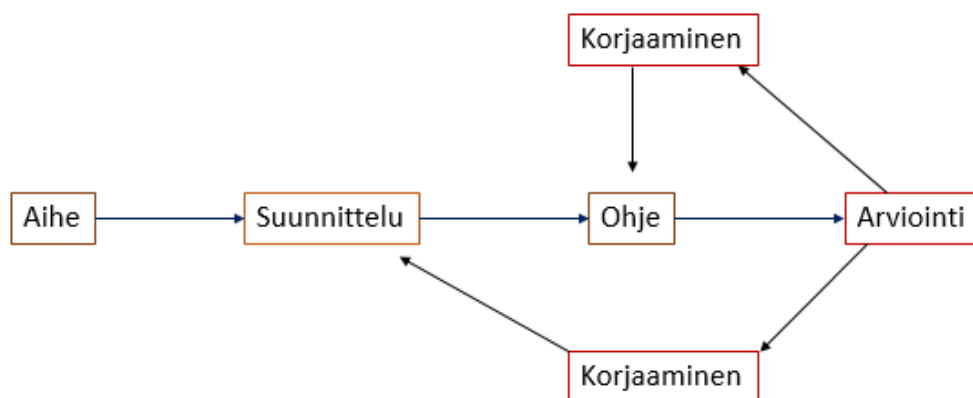
- ohje on laadittu asiakkaan tarpeisiin
- asiat etenevät loogisessa järjestyksessä täsmällisesti
- käsitteet ja termit pysyvät samoina koko ajan
- etukäteistyöt ja tarvittavat materiaalit tulisi luetteloida
- numerointi helpottaa ohjeen seuraamista
- ohje tulisi edetä normaalitapauksen mukaisesti, ongelmakohdat ja syyt tulisi kuvata erikseen
- ohjeen tulisi olla riittävän yksityiskohtainen
- käytä yksinkertaisia, ilmaisuja ja lyhyitä sanoja ja ohjekielitä
- ole täsmällinen, varo epämääräisiä adjektiivejä

Ohjeiden laatimisessa tulee ottaa huomioon, kohderyhmä, tyyli, muoto, sisältö, jakelu ja päivittäminen. Kohderyhmästä tulee hankkia tietoa jo etukäteen: mitä he jo osaavat, millainen tausta heillä on, mitä he ohjeesta tarvitsevat. Kohderyhmää on myös hyvä käyttää ohjeen testaamiseen. He tunnistavat ohjeessa olevat virheet, koska käyttävät ohjeen mukaista tuotetta. Ohjeen laatija voi pitää joitakin asioita itsestään selvyytenä, mutta ohjeen käyttäjälle ne voivat olla hyvinkin merkitseviä (Nykänen O. 2002,51; Repo I.& Nuutinen T. 2003,138). Valmis ohje tulee tarkistuttaa kohderyhmällä ja siihen tulee tehdä korjauksia palautteen perusteella. Kohderyhmä voi kertoa, onko ohje riittävän tarkka ja yksityiskohtainen. Ohjeen toimivuus tulisi tarkistaa määräajoin, sillä varsinkin sosiaali -ja terveysalalla tulee uutta tutkimustietoa ja ohjeen on perustuttava ajankohtaisiin tietoihin ja sitä on verrattava kohderyhmän vaatimuksiin.

Ohjeen tyyliässä ja muodossa tulee miettiä, mihin muotoon teksti pitää laatia ja onko sen tarkoitus olla sähköisessä muodossa. Verbien pitää olla aktiivimuodossa ja niistä käytetään suoria käskymuotoja. Lauseiden pitää olla lyhyitä ja sisällön tulee olla luotettavaa. Ohjeissa tulisi käyttää mieluummin myönteistä sävyä kuin kieltävää sävyä. Mieluummin sanotaan mitä pitää tehdä, kuin mitä ei saa tehdä. Outoja termejä ja vieraskielisiä sanoja tulee välttää. Tuotteen nimitysten tulee olla koko ajan johdonmukaisesti samantaisia. (Nykänen O. 2002,50-52; Roivas M. & Karjalainen A. 2013, 118-122.)

Jos ohje sisältää kuvia, on niiden kuvaaja merkittävä kuviin. Kuvien ja tekstin pitää muodostaa yhtenäinen kokonaisuus. Kuvien pitää olla selkeitä ja pelkistettyjä, niissä ei saa olla mitään ylimääräistä, joka häiritsee ohjeen tulkintaa. Kuvien tarkoituksen on korostaa olennaista osaa, nostamalla se esiin. Hyvästä kuvasta jää mieleen voimakas jälki ja se tekee havainnollisen vaikutuksen, kun taas teksti perustelee ja selittää kuvaa. Kuvalla on nopea vaikutus, kun taas teksti vaikuttaa hitaammin. Kuvittaminen vaatii kohteen tuntemista ja että osaa korostaa juuri niitä kohtia, mitä teksti tukee (Nykänen O. 2002, 120). Ohjeen sisältö pitää miettiä tarkasti. Sisällön pitää olla luotettavaa, perustua tutkimukseen ja muihin lähteisiin. Etukäteen pitää miettiä myös ohjeen jakelua ja ohjeen päivittämistä (Nykänen O. 2002,50-52; Roivas M. & Karjalainen A. 2013, 118-122.)

Morrisonin mukaan (kaavio1) ohjetta suunnitellaan ja sen perusteella laaditaan ohje, tämän jälkeen ohjetta tarkistetaan, jonka jälkeen ohjetta voidaan korjata. Mikäli ohje kaipaa merkittäviä muutoksia, se täytyy palauttaa suunnitteluun uudestaan. Uudistettu ohje arvioidaan uudestaan ja joko hyväksytään tai korjataan vielä, kunnes saadaan hyväksytty ohje aikaan.



KAAVIO 1. Ohjeiden suunnittelumalli (Morrison G. 2011, 21)

9 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ

Opinnäytetyöt voidaan jakaa myös tutkielmatyyppeihin ja monimuotoisiin opinnäytetöihin. Opinnäytetöissä voidaan myös luoda uusia toimintatapoja, työkaluja, tietoa, artefakteja tai muita todellisiin työelämän tarpeisiin tulevia ratkaisumalleja (Roivas M. & Karjalainen A. 2013, 79).

Toiminnallinen opinnäytetyö on Vilkan ja Airaksisen mukaan sellainen työ, jonka tuotoksena on ammatilliseen käyttöön suunnattu ohje, ohjeistus tai opas. Tuotoksena voi olla esimerkiksi käyttöohje, perehdyttämisoas, palvelu tai toimintatapa, tapahtuma tai näyttely. Toiminnallisella opinnäytetyöllä olisi hyvä olla toimeksiantaja. Toiminnallisen opinnäytetyön tuotos tehdään aina jonkun käytettäväksi, joten sillä on aina olemassa jokin kohderyhmä. Toiminnallisessa opinnäytetyössä yhdistetään ammatillinen teoreettinen tieto ammatilliseen käytäntöön (Vilka, Airaksinen 2004).

Toiminnallinen tai hankkeistettu opinnäytetyö on monimuotoinen työ. Sen tavoite on käytännönläheinen ja laaditaan usein suoraan työelämän tarpeisiin. Toiminnallinen opinnäytetyö kuten tutkimuksellinen opinnäytetyö perustuu tutkittuun tietoon. Se yhdistää tutkimuksellisen tiedon ammatilliseen käytäntöön. Se koostuu useimmiten kahdesta kirjallisesta osasta, raporttiosasta ja tuotoksesta. Molemmat osat on suunniteltava erikseen. Toiminnallinen osa tehdään toimeksiantajan tarpeisiin ja raportointiosa tekijän tietojen ja taitojen syventämiseksi. Raporttiosassa esitellään kaikki tuotokseen liittyvät valinnat perustellusti ja se perustuu tutkittuun tietoon ja esimerkiksi työturvallisuuteen. (Roivas M. & Karjalainen A. 2013, 79-81.)

Opinnäytetyön tuotoksena tein kuvallisen ohjeistuksen laskimo- ja arteriaverikaasu näytteenottamisesta. Tuotoksen kohderyhmänä on laskimoverikaasunäytteen ohjeessa laboratoriohoitajat ja valtimoverikaasunäytteen ohjeessa lääkärit ja muu henkilökunta, joka ottaa valtimoverikaasunäytteitä. Turvatuotteiden käytön aloittaminen voi olla hankalaa ilman perehdytystä. Ne koetaan monimutkaisina käyttää ja niiden käyttöönottoa lykätään. Tuotteen, jota käytetään laajalti terveydenhuollossa, perehdyttäminen vaatii monia perehdytystilaisuuksia. Kuvalliseen ohjeeseen voi perehtyä yksin ja siitä voi myös tarvittaessa kerrata tuotteen käyttöä.

10 OPINNÄYTETYÖN PROSESSIN KULKU

Opinnäytetyön prosessi alkoi aiheen valinnalla, mikä tulikin työelämälähtöisenä omalta työpaikalta. Verikaasunäytteiden ohjeistuksen laatimiseksi oli käytännön tarve. Uudet verikaasuruiskut tulivat käyttöön vuonna 2015 ja laskimoverikaasunäytteitä alettiin pyytää laboratorion näytteenottokierroille. Lisäksi kaikki analysoitavaksi saapuneet verikaasunäytteet eivät olleet laadukkaasti otettuja. Tämä huomattiin erityisesti, kun uudet Radiometerin näyteruiskut otettiin käyttöön. Uusi turvamekanismilla varustetun ruiskun toiminta ja ilmauskorkki aiheuttivat epätietoisuutta.

Aloittaessani opinnäytetyön suunnittelemisen, aloin kerätä lähdemateriaalia. Etsin suomen -ja englanninkielistä materiaalia aiheina preanalyttiset tekijät, verikaasut, näytteenotto ja happoemästäsapainonhäiriöt. Laitetoimittajalta löytyi kattavasti tietoa verikaasulaitteesta ja ruiskuista. Aloin suunnitella ohjetta ja päätin, että kuvallinen ohje olisi selkeä. Kuvalliseen ohjeeseen tulisi myös tekstiä, selkeyttämään kuvien yksityiskohtia. Valokuvaajaksi lupautui valokuvausta harrastava laboratoriohoitaja. Otin ensin koevedokset omalla kännykkäkameralla ja mietin eri kuvakulmia ja ruiskujen asentoja ja kuvatekstejä. Kenenkään kasvoja tai muuta tunnistettavaa henkilökohtaista ei kuvissa näy, ainoastaan ruiskut, kädet ja muut tarvikkeet.

Rajasin ohjeen koon siten, että se mahtuu yhdelle A4-arkille. Seinäjoen kliinisen kemian toimintayksikkö on akkreditoitu SFS-EN ISO 15189:2013 standardin mukaisesti ja yksikön toimintakäsikirja ohjaa myös ohjeiden laadintaa. Ohje tehtiin valmiille lomakepohjalle. Päätin tehdä sekä laskimo- että valtimoverikaasunäytteille omat ohjeet. Jossain kohdin ohjeet ovat yhtenäiset, mutta niissä on silti niin paljon eroavaisuuksia ja ohjeen käyttäjien kohderyhmät ovat erilaiset. Laskimoverikaasunäytteiden otto kuuluu Seinäjoen keskussairaalassa selkeästi laboratoriohoitajille, kun taas valtimonäytteitä ottavat vain lääkärit.

Laboratoriopyyntö laskimoverikaasunäytteestä oli ollut olemassa jo jonkin aikaa, mutta sitä oli käyttänyt vain keskussairaalan tehostettu hoitoyksikkö. Tehohoitoyksikkö oli ottanut ja analysoinut omat näytteensä osastolla olevalla vieritutkimuslaitteella. Laboratoriohoitajien ei ollut tarvinnut ottaa näitä näytteitä. Laboratoriohoitajilla on aikaisempi perehdytys laskimonäytteenottoon, siipineulan käyttöön, samoin kuin putkien näytteen-

ottojärjestykseen. Näin ollen jätin laskimoverikaasunäytteen ohjeesta pois yksityiskoh-
tia, kuten suonien paikat ja pistopaikan jälkihoidon. Keskityin ohjeessa ruiskun käyt-
töön ja laadukkaan laskimoverikaasunäytteen saamiseen.

Laatiessani ohjetta tutustuin muiden sairaaloiden ohjeisiin ja mietin, mikä olisi paras
tapa ottaa näyte. Laskimoverikaasupyynnön yhteydessä oli useimmiten määrätty otetta-
vaksi muitakin laboratoriotutkimuksia, joten myös verikaasunäytteen otto tulisi yhdistää
samaa näytteenottotapahtumaan. Tavallisen turvaneulan käyttöä ei voinut harkita, kos-
ka neulaa oli hankala pitää paikallaan ruiskun ollessa yhdistettynä näytteenottoneulaan.
Kokeilin näytteenottoa myös siten, että siipineulaan vaihdettiin holkin paikalle ruisku ja
se yhdistettiin suoraan letkuun. Näytteen sai hyvin aspiroitua, mutta veriroskeita tuli ja
lisäksi jotkut siipineulojen holkit olivat todella tiukasti kiinni letkussa ja vaikeita irrot-
taa. Päädyin ohjeistamaan näytteenoton suoraan holkin kautta siten, että ruiskun avulla
työnnetään neulan kumitiivistettä. Yritin myös ottaa näytteen suoraan verikaasuruiskun
safeTIPCAP® korkin läpi. Näytteenotto kyllä onnistui tälläkin tavalla, koska korkissa
on keskellä kalvo, jonka läpi näyte voidaan verikaasuanalyysaattorilla analysoida. Holkin
sisällä oleva neula on kuitenkin terävä ja se teki kalvoon reiän, joten kuljetuksen aikana
verta tihkui ruiskusta pois, eikä korkki ollut enää ilmatiivis.

Lääkäreillä kuuluu koulutukseen arteriaverikaasunäytteiden ottaminen, joten rajasin
ohjeen ulkopuolelle näytteenottopaikan etsimisen ja pistospaikan jälkihuollon ja keski-
tyin tässäkin ohjeessa ruiskun käyttöön. Preanalyttiset toimenpiteet, kuten oikeassa
järjestyksessä tapahtuva näytteenotto, oikea näytemäärä, ruiskun ilmaus, näytteen se-
koittaminen ja nopea toimitus takaavat laadukkaan näytteen ja oikeat tulokset. Näitä
kohtia korostetaan ohjeissa.

Tein ohjeen koeversioon A4-kokoiselle, kliinisen kemian menettelytapaohjepohjalle.
Suunnittelin siihen 8 lokeroa, joihin sisällytin tärkeimmät kohdat näytteenottoproses-
sista. Kokeilin myös useampia lokeroita, mutta tuolloin kuvien koko pieneni liikaa ja käyt-
täessäni vähemmän lokeroita, eivät kaikki vaiheet mahtuneet ohjeeseen. Ohjeen koever-
sion valmistuttua, pyysin kliinisen kemian toimintayksikön kymmentä laboratoriohoita-
jaa, joille laskimoverikaasu näytteenotto-ohje oli kohdennettu, arvioimaan ohjetta ja sen
toimivuutta. Heiltä sainkin hyvää palautetta ja korjausehdotuksia. Kuvien kokoa suu-
rennettiin ja ohjaustekstejä täsmennettiin. Kuvia rajattiin tietokoneen kuvankäsittelyoh-
jelmalla, jotta niistä saatiin tarpeeksi isoja, yksityiskohtaisia ja selkeitä. Kuviin lisättiin

myös nuolia lisäämään kuvien havainnollisuutta. Valtimoverikaasujen näytteenotto-ohjetta arvioivat laboratoriossa työskentelevät viisi lääketieteen opiskelijaa. Heillä oli teoriassa käyty läpi valtimoverikaasujen näytteenotto ja heillä hiukan kokemusta valtimonäytteenotosta. Heiltä sain erinomaista palautetta ohjeeseen. Kuvat olivat tässäkin heidän mielestä pieniä ja ohjaustekstit kaipaivat täsmennystä. Lisäksi heille olivat jotkut käsitteet outoja. Keskustelimme, pitäisikö ohjeeseen laittaa turvaruiskun osat erikseen, mutta päädyimme siihen, että käytän tässäkin nuolia selventämään kuvia. Tärkeimpiä kohtia tehostin kirjoittamalla tekstin isoilla kirjaimilla. Tein korjaukset ohjeeseen, tosin joidenkin osien korjausta harkitsin ja tein kompromissejakin ehdotuksista. Liian yksityiskohtainen selittäminen pidentää kuvatekstejä. Roivas ja Karjalainen 2013 totesivat, että ohjeessa tulisi käyttää yksinkertaisia ja lyhyitä lauseita.

Opinnäytetyön ohjaaja laboratoriossa, kuin myös laitetoimittajan edustaja tarkistivat ohjeen oikeellisuuden. Ohjeista tuli A4-kokoinen kliinisen kemian toimintayksikön menettelytapaohjeen pohjalle laadittu ohje (liite 1 ja 2). Ohjeiden käyttöönotolla oli suhteellisen kiire ja välittömästi niiden, valmistuttua ohjeiden versiot 1.0 arkistoitiin sähköisenä versiona kliinisen kemian toimintayksikön M-files arkistoon ja printattu versio liitettiin preanalytiikan käsikirjaan. Osastoille tiedotettiin ohjeen valmistumisesta. Valtimoverikaasunäytteenottoon tarkoitettu ohje otettiin käyttöön osastoilla välittömästi.

Raportin teoriaosuuden lähdeaineiston kerääminen ja karsiminen alkoivat syksyllä 2016 ja jatkui keväälle 2017. Raporttiosan kirjoittaminen alkoi syksyllä 2016. Taulukkoon 3 on koottu opinnäytetyön prosessin tärkeimmät vaiheet.

TAULUKKO 3 Opinnäytetyön tekeminen

Opinnäytetyön prosessin vaihe	Prosessivaiheen kysymykset/ keskeinen sisältö	ajankohta
Aiheen määrittäminen työelämässä	Ovatko verikaasunäytteet laadukkaita? Onko olemassa toimivaa käyttöohjetta? Tarvitaanko uuden verikaasuruiskun käytöstä opastusta?	kevät 2016
Ohjeen suunnittelu	Kenelle ohje kohdistetaan? Tarvitaanko erilliset ohjeet molemmille ruiskuille? Tarvitaanko kuvallinen ohje vai riittääkö pelkkä tiedote ruiskujen vaihtumisesta? Millainen kohderyhmä tarkistaa ohjeen toimivuuden? Tehdäänkö ohje valmiiseen pohjaan? Valokuvaaja? Käsikirjoitus? Ohjeen pituus?	kevät 2016
Kohderyhmän taustatiedot	Onko ohjeen kohderyhmällä kokemusta tuotteesta tai vastaavasta tuotteesta aikaisemmin? -> Miten ohjeen laajuus rajataan?	kesä 2016
Ohjeen tekeminen	Lähteiden kerääminen ja käyttö Ohjeen grafiikka ja suunnittelu? Valokuvaaminen, koeversion tekeminen	kesä 2016
Ohjeen arviointi	Kohderyhmä arvioi ohjeen ja antaa korjausehdotukset? Hyväksytäänkö muutokset? Kohderyhmän lisäksi työelämän edustaja ja laitevalmistaja arvioivat ohjeen ja antavat perustellut korjausehdotukset	kesä 2016
Ohjeen korjaaminen	Korjataan ohje palautteen mukaisesti vai jätetäänkö suunnitelman mukaiseksi? Yhteinen päätös työelämän edustajien kanssa	syksy 2016
Valmiin ohjeen julkaisu	Julkaistaanko paperiversiona vai vain sähköisenä versiona? Aikataulu?	syksy 2016
Opinnäytetyön raportin suunnittelu ja kirjoittaminen	Kerättyjen lähteiden karsiminen ja raportin kirjoittaminen, ohjaajan konsultointi, työn valmistuminen	vuosi 2017

11 OPINNÄYTETYÖN TUOTOS

Opinnäytetyön tuloksena on kaksi erillistä ohjetta, toinen ohjaa safePICO Self-fill® ruiskun käytöstä valtimoverikaasunäytteenotossa. Tämä ohje on suunnattu osastojen käyttöön. Toinen ohje on laskimoverikaasunäytteenotto safePICO Aspirator®-ruiskulla laboratoriohoitajien käyttöön siipineulaa käyttäen.

11.1 Ohje valtimoverikaasu näytteenottoon safePICO Self-fill® ruiskulla

Ensimmäisessä kohdassa on kuvattu tarvikkeet, joita tarvitaan näytteenotossa; suojakäsineet, safePICO Self-fill® ruisku, ihon desinfiointiaine, tuffereita ja sideharsoa pistoksen jälkihoitoa varten.



KUVA 12 Valmistelevat toimenpiteet (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjaustekstinä on: *Valmistele potilas ja tarvikkeet. SafePICO Self-fill® sisältää neulan, ruiskun ja korkin verikaasunäytteisiin.*

Kohdassa kaksi on kuvattu ruiskun esivalmistelua, Siinä tarkistetaan, että neula on tiukasti kiinni ruiskussa ja neulansuojus kierretään siivekkeisiin nähden siten, että se on helppo työntää näytteenoton jälkeen neulan suojaksi.



KUVA 13 Neulan tarkistus (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjaustekstinä on: *Pidä kiinni neulan kannasta ja varmista ruiskun siivekkeistä kiertämällä, että neula on tiukasti kiinni ruiskussa. Käännä siivekkeet sivulle neulansuojuksen lukitusvipuun nähden.*

Kohdassa kolme selvitetään neulan suojuksen toimintaa. Laitetoimittaja kehottaa testaamaan suojuksen liikkumisen, jotta se on helppo työntää yhdellä kädellä näytteenoton jälkeen neulan suojaksi. Jos suojusta painaa liian kovaa se ei liiku minnekään ja näytteenoton jälkeen suojuksen pitää saada välittömästi neulan suojaksi.



KUVA 14 Neulansuojuksen tarkistus (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjaustekstinä on: *Tarkista, että neulansuojus vapautuu lukitusasennosta.*

Laita se takaisin lukitusasentoon. HUOM! Älä paina suojusta liian kovaa, silloin se ei luista.

Kohdassa neljä on kuvattu näytteenotto potilaan ranteesta, joka on taivutettu ylöspäin. Siinä on erityisesti kiinnitetty huomiota siihen, että näyte otetaan oikeaan tilavuuteen. Siinä ei tarkemmin selitetty näytteenottotapahtumaa, koska lääkärit ovat omassa koulutuksessaan perehtyneet ja harjoitelleet oikean näytteenottopaikan, näytteenoton ja pistopaikan jälkihuollon.



KUVA 15 Näytteenotto ranteesta (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjaustekstinä on: *Vedä ruiskun mäntä oikeaan näytteenottotilavuuteen 0,7-1,5 ml ja ota näyte arteriasuonesta, jolloin ruisku täyttyy automaattisesti.*

Kohdassa viisi näyte on saatu otettua ja keskitytään estämään neulanpistotapaturma suojaamalla neula suojuksella ja hävittämään neula suojuksineen asianmukaisesti riskijätteisiin. Neulan suojaamiseen saa käyttää vain yhtä kättä.



KUVA 16 Neulansuojuksen työntäminen neulan suojaksi (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjaustekstinä on: *Työnnä neulansuojus yhdellä kädellä neulan suojaksi, kunnes kuuluu "klik"-ääni ja suojus lukittuvat paikoilleen. Kierrä ruisku siivekkeistä asti irti neulansuojuksesta. Heitä neula ja suojus riskijätteisiin.*

Kohdassa kuusi tulee esille safeTIPCAP® korkin käyttö ja ilmakuplien poisto näytteestä. Valtimoverikaasu näytteestä analysoidaan veren pO₂ ja pCO₂-pitoisuuksia, joten ilmaa ei saa jäädä ruiskuun. Tätä on korostettu käyttämällä tekstissä isoja kirjaimia.



KUVA 17 SafeTIPCAP® korkin käsittely (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjaustekstinä on: *Laita korkki ruiskuun, kierrä sitä puoli kierrosta. Pidä ruiskua pystysuorassa ja napauta ruiskua, jotta ruiskun männän päälle jäänyt ilma nousee ylös. Paina veri korkkiin asti, kunnes tunnet vastusta. RUISKUUN EI SAA JÄÄDÄ ILMAA.*

Kohdassa seitsemän on kerrottu ruiskun sekoittaminen ja kuinka se tapahtuu. mikäli ruiskua sekoitetaan väärin tai se jätetään kokonaan sekoittamatta, näytteen laatu kärsii.



KUVA 18 Näytteen sekoittaminen (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjaustekstinä on: *SEKOITA ruiskua kääntelemällä rauhallisesti vähintään 10x ylös alaisin. ÄLÄ RAVISTA RUISKUA!*

Kohdassa kahdeksan näytetään, kuinka pyyntötarra tulee liimata ruiskuun oikein ja pyydetään merkitsemään happilisäykset ja potilaan lämpötila, mikäli halutaan vastaukseksi lämpötilakorjattuja pH, pO₂ ja pCO₂ arvoja. Näyte on lähetettävä välittömästi analysoitavaksi. Seinäjoen keskussairaalassa ruiskut lähetään putkipostilla analysoitavaksi laboratorioon. verikaasuruiskuja varten on perustettu oma putkipostiosoite. Kun putkiposti saapuu laboratorioon, tulee siitä hälytys päivystysaikana laboratoriohoitajan puhelimeen ja näyte analysoidaan välittömästi se saavuttua laboratorioon.



KUVA 19 Pyyntötarran liimaus (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjetekstinä on: *Merkitse pyyntötarraan selkeästi halutessasi potilaan happilisäykset ja lämpö. Liimaa tarra ruiskuun, kuten kuvassa.*

Lähetä putkipostilla VÄLITTÖMÄSTI laboratorioon osoitteeseen 4718.

11.2 Ohje laskimoverikaasu näytteenottoon safePICO Aspirator®-ruiskulla

Laskimoverikaasu näytteenoton ohjeistus safePICO Aspirator®-ruiskulle on kahdeksan kohtaa sisältävä ohje. Kohdat on numeroitu yhdestä kahdeksaan ja ne on sijoitettu A4-kokoiselle paperille vaakatasoon kahteen riviin (liite 2) vasemmalta oikealle.

Kohdassa yksi on kuvattu tarvikkeet, joita tarvitaan näytteenotossa; suojakäsineet, safePICO Aspirator® ruisku, ihon desinfiointiaine, tuffereita, staasi, siipineula litiumhepariini putki hukkaputkeksi.



KUVA 20 Valmistelevat toimenpiteet (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjetekstinä on: *Valmistele potilas ja tarvikkeet. Käytä laskimoverinäytteenottoon siipineulaa ja SafePICO Aspirator® ruiskua.*

Kohdassa kaksi on kuvattu näytteenoton aloitustoimenpiteet ja huomio on kiinnitetty staasin käytön minimointiin samoin kuin desinfiointiaineen kuivamiseen.



KUVA 21 Näytteenottopaikka (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjetekstinä on: *Tunnustele laskimosuoni, käytä staasia mahdollisimman vähän. Desinfioi näytteenottopaikka, anna pistospaikan kuivaa ja tee pistos siipineulalla.*

Kohdassa kolme on muistutettu hukkaputken tärkeydestä. Siipineulan letku sisältää ilmaa ja jos verikaasunäytettä aspiroidaan ilman hukkaputken ottamista, ruiskuun tulee paljon ylimääräistä ilmaa, mikä kontaminoi näytettä. Jos näytteenoton yhteydessä otetaan muita laskimonäytteitä, laskimoverikaasuruisku otetaan hepariiniputkien jälkeen, ennen EDTA-putkien ottamista.



KUVA 22 Hukkaputken ottaminen (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjetekstinä on: *Ota hukkaputki, ennen verinäytteiden ottamista. Mikäli potilaasta on muita näytteitä, noudatetaan veriputkien näytteenottojärjestystä. Verikaasuruisku on verrattavissa hepariiniputkiin.*

Kohdassa neljä otetaan korkki pois ruiskusta. Ruisku korkkeineen menee näytteenottoholkkiin, mutta holkin terävä neula tekee korkin kalvoihin reiän, jolloin korkki ei ole enää ilmatiivis ja reiän läpi tihkuu verta korkin ulkopuolelle näytteenoton jälkeen. Tämä taas likaa verikaasuanalysaattoria. Punaisen renkaan sisällä on kuvattu, kuinka ruisku painetaan tiiviisti kumitiivistettä vasten. Tämä minimoi ilman pääsyn ruiskuun aspirointivaiheessa.



KUVA 23 Ruiskun asettaminen holkkiin (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjetekstinä on: *Ota ruiskusta korkki pois ja paina ruiskulla neulan kumitiivistettä tiiviisti koko näytteenoton ajan.*

Kohdassa viisi on kuvattu ruiskun oikea näytetilavuus ja ohjeistettu, että korkki laitetaan ruiskuun välittömästi, kun näyte on otettu. Ruiskun korkittamisen, ilmaamisen ja sekoittamisen jälkeen otetaan vasta näytteenottojärjestyksen seuraavat putket.



KUVA 24 Näytteen vetäminen ruiskuun (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjetekstinä on: *Vedä ruiskuun verta männän avulla näytteenottotilavuuteen 0,7-1,5 ml. Laita välittömästi näytteenoton jälkeen korkki ruiskuun ja jatka kohtaan 6.*

Kohdassa kuusi tulee esille ruiskun korkin käyttö ja ilmakuplien poisto näytteestä. Laskimoverikaasunäytteestä analysoidaan veren pO₂ ja pCO₂-pitoisuuksia, joten ilmaa ei saa jäädä ruiskuun lainkaan.



KUVA 25 SafeTIPCAP® korkin käsittely (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjetekstinä on: *Kierrä korkkia puoli kierrosta. Pidä ruiskua pystysuorassa ja napauta ruiskua, jotta ruiskun männän päälle jäänyt ilma nousee ylös. Paina ilma ja veri korkkiin asti, kunnes tunnet vastusta.*

Kohdassa seitsemän on kerrottu ruiskun sekoittaminen. Kliinisen kemian näytteenotokärryissä on sekoittajat vakiovarusteena, joten ruisku voidaan laittaa ilmauksen jälkeen siihen sekoittumaan ja jatkaa näytteenottoa



KUVA 26 Näytteen sekoittaminen (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjetekstinä on: *SEKOITA ruisku kääntelemällä vähintään 10x ylösalaisin tai laita se sekoittajaan.*

Kohdassa kahdeksan on ohjeistettu näytteen lähettämisestä laboratorioon analysoitavaksi ja kuinka pyyntötarra kiinnitetään asianmukaisesti.



KUVA 27 Pyyntötarran liimaus (Kuva: Soile Harri 2016)

Ohjetekstinä on: *Liimaa ruiskuun potilaan pyyntötarra ja lähetä se putkipostilla välittömästi laboratorioon osoitteeseen 4718.*

12 POHDINTA

Opinnäytetyöni tavoitteena oli saada Seinäjoen keskussairaalan kliinisen kemian toimintayksikköön analysoitavaksi lähetettävien verikaasunäytteiden laatu paranemaan. Yksikköön tuli analysoitavaksi näytteitä, joissa oli ilmakuplia, liian vähän näytettä, tai niiden lähettäminen oli viivästynyt. Erityisesti verikaasuruiskujen vaihtumisen jälkeen tuli väärin ilmattuja näytteitä, koska ilmauskorkin käyttöä ei hallittu. Työni tavoitteena oli laatia kuvallinen ohje, verikaasuruiskujen käsittelystä.

Saatuani valmiiksi ohjeen valtimoverikaasunäytteen ottamisesta, se laitettiin keskussairaalan M-filesiin, josta käyttäjät voivat tulostaa sen käyttöönsä. Sen lisäksi ohje lähetettiin sähköpostilla kaikille talon osastonhoitajille. Mukana oli viesti, että ohje otettaisiin käyttöön ja tarvittaessa voisin käydä vielä perehdyttämässä valtimoverikaasuruiskun toimintaa. Yksi osasto halusi erillisen osastotunnin hoitajille, jotka avustavat verikaasunäytteen ottamisessa. Laitetoimittaja piti lääkäreille perehdytystilaisuuden. Ohjeen valmistuttua pidimme verikaasulaitteiden luona kirjanpitoa neljän viikon ajan, tuleeko vielä näytteitä, jotka eivät ole laadukkaita. Kolmelta osastolta tuli vielä näytteitä, joissa ruiskuissa oli vielä hiukan ilmaa tai näytettä ei oltu painettu tiiviisti korkkiin asti. Näihin osastoihin otettiin uudestaan yhteyttä, jonka jälkeen näytteiden laatu parani. Elokuussa 2017 tulee enää yksittäisiä näytteitä, joihin tarvitsee laittaa kommenttia näytteen laadusta tai jättää se analysoimatta kokonaan. Näihin yksikköihin olemme myös yhteydessä puhelimitse heti näytteen saavuttua. Mielestäni saavutin työlläni sille asetetun tavoitteen näytteiden laadun paranemisesta hyvin.

Laskimoverikaasunäytteiden pyynnöt lisääntyivät vuoden 2015 aikana. Aspiroitaville verikaasunäytteille tarkoitettu näytteenottoruisku oli vaihtunut, joten sen käyttö vaati perehdyttämistä laboratoriohoitajille. Laadin näiden seikkojen perusteella laskimoverikaasu näytteenottamiseen ohjeen kliinisen kemian toimintayksikössä työskenteleville laboratoriohoitajalle. Ohjeessa laskimoverikaasunäyte otetaan siipineulaa käyttäen suoraan holkin kautta. Sen käyttöönotto tapahtui välittömästi ohjeen valmistuttua. Ohje perehdytettiin laboratoriohoitajille viikkopalaverin yhteydessä, lisäksi ohje liitettiin toimintayksikön preanalytiikan käsikirjaan ja uusien työntekijöiden perehdyttämisohjelmaan. Arvioisin, että tämä ohje on toiminut hyvin ja sitä on käytetty uusien työntekijöiden perehdyttämisessä.

Työni tarkoituksena oli laatia kuvalliset ohjeet Radiometerin verikaasuruiskujen käytöstä. Kuvalliset ohjeet koettiin tarpeelliseksi ja niiden käyttöönotosta oli hyötyä. Perehdytyksen järjestäminen osastoille kannattaa, koska näytteiden laatu parani merkittävästi. Tulevaisuudessa, jos näytteenottimet vaihtuvat, olisi hyvä laatia perehdytys suunnitelma ennen uusien näytteenottimien käyttöönottoa. Laitetoimittajan antama perehdytys käyttäjille on myös arvokasta. He ovat asiantuntijoita, joten heidän luentoja osuutta perehdyttämisessä voisi myös lisätä.

Molempien ohjeiden laadinnassa koin hankalana sen, kuinka vaikeaa on saada oikea kuvakulma kuviin. Kuvia täytyi muokata ja suurentaa, jotta kohteet saatiin näkyviin selkeästi. Joissain tapauksissa piirretyt kuvat voisivat olla selkeämpiä ja toimia paremmin. Kuvissa ei kuitenkaan näkynyt kuin näytteenottajien ja potilaan käsiä, joita ei voi jälkepäin tunnistaa. Erityisiä lupia ei tarvinnut anoa, joten eettisesti kuvaus oli helppo toteuttaa. Oikeita asiakkaita ei tarvinnut myöskään kuvata tai heille ei kokeiltu ruiskun toimivuutta. Kenenkään henkilöllisyys ei tullut ilmi työssäni.

Opinnäytetyöni tekeminen venähti laaditusta aikataulusta, koska työskentelin koko ajan laboratoriohoitajana ja tuolle ajalle sattui monia päällekkäisiä projekteja, joten tuotos oli valmiina paljon aikaisemmin kuin työni raporttiosuus. Tehdessäni opinnäytetyötäni luin monia aiheeseen liittyviä artikkeleita. Luin myös verikaasujen ottamisesta vauvojen päästä ”scalp”-näytteistä ja tämä olisikin yksi mielenkiintoinen jatkotutkimuksen aihe. Toisena aiheena tuli mieleeni perehdytyksen järjestäminen verikaasuille moniammatilliselle henkilökunnalle laboratorion ulkopuolella. Miten saada verikaasujen näytteenoton preanalytiikka niin tärkeäksi asiaksi, että se vähentäisi merkittävästi preanalyttisiä virhetekijöitä? Yksi mielenkiintoinen aihe olisi myös tutkia miten ruiskussa oleva näytemäärä vaikuttaa Radiometerin ruiskujen antamiin vastauksiin.

Työssäni halusin syventää omaa tietoutta verikaasunäytteiden preanalyttisistä tekijöistä, erityisesti näytteiden ottamisesta, ja käsittelystä. Lisäksi minua kiinnosti, onko valtimo- ja laskimoverikaasunäytteen välillä merkittäviä eroja näytteenottamisessa, käsittelyssä. Näistä aiheista löysinkin tietoja hyvin ja odotan mielenkiinnolla, lisääntykö laskimoverikaasunäytteiden määrä tulevaisuudessa. Opinnäytetyöni prosessin aikana, selatessani eri lähteitä, törmäsin eriäviin tietoihin, esimerkiksi näytteen säilymisestä. Tutustuin paljon myös tehohoidon ja ensihoidon kirjallisuuteen ja huomasin niissä epätark-

kuuksia verrattuna laboratorion ohjeistuksiin. Lähteitä etsiessäni löytyi myös artikkeleita, joissa oli ristiriitaisia tietoja laitetoimittajan laatimiin ohjeisiin. Tärkeintä oli prosessin aikana oppia suhtautumaan kriittisesti lähdetietoihin ja miettiä mikä on luotettavaa tietoa. Arvioisin, että omat ohjeeni ovat luotettavia, koska ne perustuvat laitetoimittajan ja laboratorion ohjeistuksiin. Ohjeiden laatimisen yhteydessä työelämässä pitäisi myös tutkia eri aiheista tieteellisiä taustatietoja, jotta voisi syventää tietämystä aiheesta.

LÄHTEET

Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E., & Silfast, T. 2013. Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Helsinki: Duodecim.

Baird, G. 2013. Preanalytical considerations in blood gas analysis. *Biochemia Medica*. Zagreb. Luettu 23.4.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3900096/>

Brock, T. 2012. Trends in Blood Gases Analysis— Portable Blood Gas Analyzers, POC Testing, and Venous Blood Gas Values. *American Laboratory*. Luettu 29.4.2016 <http://www.americanlaboratory.com/913-Technical-Articles/39479-Trends-in-Blood-Gases-Analysis-Portable-Blood-Gas-Analyzers-POC-Testing-and-Venous-Blood-Gas-Values>

Chhapola, V. Kumar, S., Goyal, P. 2014. Is liquid heparin comparable to dry balanced heparin for blood gas sampling in intensive care unit? *Indian journal of critical care medicine : peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3912662/> luettu 3.8.2017.

Clinical and Laboratory Standards Institute. 2004. Procedures for the Collection of Arterial Blood Specimens; Approved Standard – Fourth Edition. GP43-A4. Vol. 24 No. 28.

Clinical and Laboratory Standards Institute. 2007. Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture; Approved Standard – Sixth Edition. H3-A6 Vol. 27 No. 26.

Direktiivi 2010/32/EU. HOSPEEMin ja EPSUn tekemän terävien instrumenttien aiheuttamien tapaturmien ehkäisemistä terveydenhuoltoalalla koskevan puitesopimuksen täytäntöönpanosta.

Dukić L, Kopčinović LM, Dorotić A, Baršić I. 2016. Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochem Med (Zagreb)*. 26(3): 318–336.

Finlex työturvallisuuslaki 738/2002.

Garza, D. & Becan-McBride, K. 2008. *Phlebotomy simplified*. New Jersey: Pearson Education.

Guder, G., Naryanan, S. 2015. Pre-Examination Procedures in Laboratory Diagnostics: Preanalytical Aspects and Their Impact on the Quality of Medical Laboratory Results. Luettu 5.8.2017 <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tamperepoly-ebooks/reader.action?docID=1867175>.

Hygieniayksikkö: Tavanomaiset varotoimet kaikkien potilaiden hoidossa 2532-2012-0. Seinäjoen keskussairaalan hygieniayksikön julkaisu. 2015. Seinäjoki.

Iivanainen, A. , Syväoja, P. 2012. *Hoida ja kirjaa*. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

Inkinen, O., Arola, O.J. 2017 Haplo-emästatapainonhäiriöt. Teoksessa Karlsson, s., Ala-Kokko, T., Pettilä, V., Tallgren, M., Valtonen, M., Tehohoito-opas. 2017. Helsinki. Duodecim.

Jokinen O.&Arola O. 2014 Haplo-emästatapainon häiriöt. Teoksessa Ala-kokko. T.,Karlsson S., Pettilä V., Ruokonen E., Tallgren M., Tehohoito-opas. 2014. Helsinki. Duodecim.

Kalra J Medical errors: Impact on clinical laboratories and other critical areas. Clinical Biochemistry 2004. (37) 1052-1062.

Kelly,A-M. 2010. Review article: Can venous blood gas analysis replace arterial in emergency medical care. Emergency Medicine Australasia.

Kliinisen kemian toimintayksikkö. Seinäjoen keskussairaala. Preanalytiikan käsikirja. 2017.Seinäjoki.

Koppinen, K. 2015a. Luento ABL 90 FLEX Mittaus – ja toimintaperiaatteet.1.10.2015 Seinäjoen keskussairaala

Koppinen, K. 2015b. Luento ABL 90 FLEX Preanalytiikka.1.10.2015 Seinäjoen keskussairaala

Koppinen, K. myyntipäällikkö. 2017. SafeTIPCAP:n toiminta. sähköpostiviesti kimmo.koppinen@triolab.fi, luettu 25.5.2017.

Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K., Taskinen, T. 2013.Ensihoito.Helsinki:Sanoma pro Oy.

Larmila, M. 2010. Verikaasuanalyysi näytteenotto ja viitearvojen tulkinta. Lääkärin käsikirja. Duodecim. Luettu 28.4.2016.

http://www.terveysportti.fi.elib.tamk.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00020&p_haku=verikaasu

Loisa,P. 2017 Haplo-emästatapainonhäiriöt. Teoksessa Karlsson, S., Ala-Kokko, T., Pettilä, V., Tallgren, M., Valtonen, M., Tehohoito-opas. 2017. Helsinki. Duodecim.

Matikainen, A-M., Miettinen, M & Wasström, K. 2016. Näytteenottajan käsikirja. Helsinki: EDITA.

Moini, J. 2013 Phebotomy Principles and Practice. USA. Jones & Bartlett Learning company.

Morrison, G.R., Ross, S.M., Kallman H. K & Kemp, J.E. 2011. Designing effective instruction. 6. painos. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.









Nichols J. Reducing Medical Errors at the Point of Care. Labmedicine volume 36 number 5, 2005.

Nykänen O. 2002. Toimivaa tekstiä opas tekniikasta kirjoittaville. Helsinki. Tekniikan akateemisten liitto.

- Radiometer. 2012, Itsetäyttyvät safe PICO-näytteenottoruiskut, käyttöohjeet. Radiometer medical ApS Tanska.
- Radiometer. 2015, Safe PICO Aspirator ruiskut, käyttöohjeet. Radiometer medical ApS. Tanska.
- Radiometer. 2017, Safe PICO-näytteenottoruiskut, Ohje nro 996-448201409A. Radiometer medical ApS Tanska.
- Repo I. & Nuutinen T. 2003. Viestintätaito, opas aikuisopiskelun ja työelämän vuorovaikutustilanteisiin. Keuruu: Otava.
- Roivas M.& Karjalainen A. 2013.Sosiaali-ja terveystieteen viestintä.1. painos Helsinki: EDITA.
- Rönn, M. 2016. Verikaasu ja happo-emästaseanalyysi. Lääkärin käsikirja. Duodecim. http://www.terveysportti.fi.elib.tamk.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00020&p_haku=verikaasu Luettu 20.7.2017
- Seppälä, E.. 2010. Neste-,elektrolyytti-ja happo-emästasapaino. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 114-119.
- Terävät instrumentit terveydenhuollossa. 2014. Työryhmä: Puro,V.y.m. Helsinki: Työterveyslaitos.
- Tuokko, S., Rautajoki, A. & Lehto, L. 2009. Kliiniset laboratorionäytteet – opas näytteiden ottoa varten. 2. painos Helsinki: Sanoma Pro oy.
- Uotila, L. 2010. Neste-,elektrolyytti-ja happo-emästasapaino. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 114-119.
- Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. 1.-2. painos. Helsinki: Tammi
- Vieritestaus terveydenhuollossa. Moodi 6/2009
- Victor, P., Patole, S., Fleming, J., Selvakumar, R., Graham, PL. 2011. Agreement between paired blood gas values in samples transported either by a pneumatic system or by human courier. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21619479/>. Luettu 19.7.2017
- Wennecke, G. & Juel, G. 2005. Avoiding preanalytical errors- in bloodgas testing. Denmark: Radiometer medical ApS
- WHO. 2010. Guidelines on drawing blood: Best practices in phlebotomy. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138661/#ch5.s5>. Luettu 19.7.2017
- Vuoriluoto, I. 2013. Älä anna neulanpiston yllättää. Selvitys neulanpistoista ja terävien esineiden aiheuttamista tapaturmista. Vantaa. Tehy ry.

LIITTEET

Liite 1. Valtimoverikaasu näytteenotto-ohje

<p>1.</p>  <p>Valmistele potilas ja tarvikkeet. <u>SafePICO Self-fill®</u> sisältää neulan, ruiskun ja korkin verikaasunäyteteisiin.</p>	<p>2.</p>  <p>Pidä kiinni neulan kannasta ja varmista ruiskun siivekkeistä kiertämällä, että neula on tiukasti kiinni ruiskussa. Käännä siivekkeet sivulle neulansuojuksen lukitusvipuun nähden.</p>	<p>3.</p>  <p>Tarkista, että neulansuojus vapautuu lukitusasennosta. Laita se takaisin lukitusasentoon. HUOM! Älä paina suojusta liian kovaa, silloin se ei luista.</p>	<p>4.</p>  <p>Vedä ruiskun mäntä oikeaan näytteenottotilavuuteen 0,7-1,5 ml ja ota näyte arteriasuonesta, jolloin ruisku täyttyy automaattisesti.</p>
<p>5.</p>  <p>Työnnä neulansuojus yhdellä kädellä neulan suojaksi, kunnes kuuluu "klik"-ääni ja suojus lukittuu paikoilleen. Kierrä ruisku siivekkeistä asti irti neulansuojuksesta. Heitä neula ja suojus riskijätteisiin.</p>	<p>6.</p>  <p>Laita korkki ruiskuun, kierrä sitä puoli kierrosta. Pidä ruiskua pystysuorassa ja napauta ruiskua, jotta ruiskun männän päälle jäänyt ilma nousee ylös. Paina veri <u>korkkiin</u> asti, kunnes tunnet vastusta. RUISKUUN EI SAA JÄÄDÄ ILMAA.</p>	<p>7.</p>  <p>SEKOITA ruiskua kääntelemällä rauhallisesti vähintään 10x <u>ylös-alasin</u>. ÄLÄ RAVISTA RUISKUA!</p>	<p>8.</p>  <p>Merkitse pyyntötarraan selkeästi halutessasi potilaan happilisäykset ja lämpö. Liimaa tarra ruiskuun, kuten kuvassa. Lähetä putkipostilla VÄLITTÖMÄSTI laboratorioon osoitteeseen 4718.</p>

Liite 2. Laskimoverikaasu näytteenotto-ohje

<p>1.</p>  <p>Valmistele potilas ja tarvikkeet. Käytä laskimoverinäytteenottoon siipineulaa ja Safe pico Aspirator® ruiskua.</p>	<p>2.</p>  <p>Tunnustele laskimosuoni, käytä <u>staasia</u> mahdollisimman vähän. Desinfioi näytteenottoaika, anna pistospaikan kuivaa ja tee pistos siipineulalla.</p>	<p>3.</p>  <p>Ota hukkaputki, ennen verinäytteiden ottamista. Mikäli potilaasta on muita näytteitä, noudatetaan veriputkien näytteenottojärjestystä. Verikaasuruisku on verrattavissa hepariiniputkiin.</p>	<p>4.</p>  <p>Ota ruiskusta korkki pois ja paina ruiskulla neulan kumitiivistettä tiiviisti koko näytteenoton ajan.</p>
<p>5.</p>  <p>Vedä ruiskuun verta männän avulla näytteenottotilavuuteen 0,7-1,5 ml. Laita välittömästi näytteenoton jälkeen korkki ruiskuun ja jatka kohtaan 6.</p>	<p>6.</p>  <p>Kierrä korkkia puoli kierrosta. Pidä ruiskua pystysuorassa ja napauta ruiskua, jotta ruiskun männän päälle jäänyt ilma nousee ylös. Paina ilma ja veri korkkiin asti, kunnes tunnet vastusta.</p>	<p>7.</p>  <p>SEKOITA ruisku kääntelemällä vähintään 10x ylösalaisin tai laita se sekoittajaan.</p>	<p>8.</p>  <p>Liimaa ruiskuun potilaan pyyntötarra ja lähetä se putki-postilla välittömästi laboratorioon osoitteeseen 4718.</p>