



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

# KAPILLAARINÄYTTEENOTTO VERIKAASUANALYYSIIN

Simulaatioskenaario bioanalyttikko-opiskelijoille

TEKIJÄT: Lars Erik Dohlen  
Minna Sippola  
Janita Toikkanen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala			
Koulutusohjelma Bioanalytiikan koulutusohjelma			
Työn tekijät Lars Erik Dohlen, Minna Sippola ja Janita Toikkanen			
Työn nimi Kapillaarinäytteenotto verikaasuanalyysiin - Simulaatioskenaario bioanalyttikko-opiskelijoille			
Päiväys	7.11.2013	Sivumäärä/Liitteet	33/1
Ohjaaja Lehtori Leena Tikka			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Savonia-ammattikorkeakoulu			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Verikaasuanalyysin avulla saadaan nopeasti tietoa potilaan aineenvaihdunnan tilasta ja mahdollisista happo-emästasapainon häiriöistä, jotka voivat olla hengenvaarallisia. Bioanalyttikoille on tärkeää hallita oikeanlainen verikaasuanalyysinäytteenotto ja näytteen käsittely. Pienetkin virheet näytteenotossa ja näytteen käsittelyssä voivat aiheuttaa virheellisen tuloksen verikaasuanalyysissä ja johtaa väärään diagnoosiin ja hoitoon.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa simulaatioskenaario eli simulaatiokäsikirjoitus verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenotosta bioanalyttikko-opiskelijoille. Opinnäytetyön tavoitteena oli tukea simulaatio-opetuksen käyttöönottoa Savonia-ammattikorkeakoulussa sekä edistää bioanalyttikko-opiskelijoiden osaamista kapillaarinäytteenotossa verikaasuanalyysiä varten. Skenaario kohdennettiin bioanalyttikko-opiskelijoille, joille verikaasuanalyysin preanalyttinen eli ennen analysointia tarvittava osaaminen on tärkeä osa koulutusta ja ammattiin valmistumista. Skenaario laadittiin käyttäen teoreettista tietoa, joka hankittiin ja valittiin huolellisen tiedonhaun ja lähdekritiikin avulla. Skenaarion luomisen taustalla olivat myös opinnäytetyön tekijöiden verikaasuanalyysiin liittyvät kokemukset.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistyönä ja sen toimeksiantajana oli Savonia-ammattikorkeakoulu. Tarve skenaarion luomiselle oli lähtöisin Savonia-ammattikorkeakoulun SIMULA-projektista, jonka tarkoituksena on perustaa simulaatiokeskus opetusta varten. Simulaatio-opetus on nopeasti yleistynyt opetusmuoto, joka sopii hyvin käytännön harjoitteluja sisältäviin koulutuksiin. Simulaatioiden avulla opiskelijat pääsevät harjoittelemaan käytännön tilanteita turvallisessa ympäristössä. Verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenoton harjoittelu simulaation avulla mahdollistaa opiskelijoille näytteenottoon liittyvien preanalyttisten taitojen harjoittelun todellisuutta jäljittelevässä tilanteessa ennen harjoitteluihin osallistumista ja työelämään siirtymistä. Valmis simulaatioskenaario luovutettiin Savonia-ammattikorkeakoulun käyttöön.</p>			
Avainsanat kapillaarinäytteenotto, verikaasuanalyysi, preanalytiikka, simulaatio-opetus, kehittämistyö			

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Biomedical Laboratory Science			
Authors Lars Erik Dohlen, Minna Sippola and Janita Toikkanen			
Title of Thesis Capillary blood sampling for blood gas analysis - Simulation scenario for medical laboratory technologists			
Date	7.11.2013	Pages/Appendices	33/1
Supervisor Lecturer Leena Tikka			
Client Organisation/Partner Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>Blood gas analysis is a fast method of getting information about a patient's metabolic state and any possible disturbances in the acid-base homeostasis. These disturbances can be fatal. It is crucial for medical laboratory technologists to possess the skills necessary for the correct sampling and handling of a capillary blood sample. Even small mistakes when taking and handling a sample can cause the blood gas analysis to give a false result leading to a wrong diagnosis and treatment.</p> <p>The purpose of this thesis was to produce a simulation scenario (script) for use in capillary blood sampling for the blood gas analysis. This thesis aimed to support the introduction of simulation teaching into the curriculum of Savonia University of Applied Sciences and also to improve the expertise of capillary blood sampling for the blood gas analysis for students of biomedical laboratory science. The scenario was targeted for the students of biomedical laboratory science for whom the pre-analytical knowledge of the blood gas analysis is a large part of their preparations for practice and work. The scenario was created using a theoretical foundation which was gathered and chosen using thorough information seeking and source criticism. The writers of this thesis also used their own experience of the blood gas analysis in the creation process.</p> <p>The nature of this thesis is to be a part of the development of Savonia University of Applied Sciences. The necessity for creating this scenario came from a project of Savonia called SIMULA that aims to create a learning resource center for simulations. Simulations are a rapidly increasing form of teaching which suit educations that incorporate practical training. By simulating real situations students can study and train in a safe environment. By using simulations in training for capillary blood sampling for blood gas analysis students can study the necessary pre-analytical skills in a safe, realistic environment before they head out to their practical studies or work. The finished thesis was handed over to Savonia University of Applied Sciences for use.</p>			
Keywords capillary sampling, blood gas analysis, pre-analytical, simulation training, development project			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	7
3	ELIMISTÖN HAPPO-EMÄSTASAPAINO .....	8
3.1	Happo-emästasapainon häiriötilat .....	9
3.1.1	Metabolinen asidoosi .....	9
3.1.2	Metabolinen alkaloosi .....	10
3.1.3	Respiratorinen asidoosi .....	10
3.1.4	Respiratorinen alkaloosi .....	11
4	VERIKAASUANALYYSI .....	13
4.1	Kapillaarinäytteenotto ja preanalytiikka .....	13
4.2	Analytiikka .....	16
4.3	Postanalytiikka .....	17
5	SIMULAATIO-OPETUS .....	18
5.1	Simulaatio-oppiminen .....	18
5.2	Simulaatio-opetuksen hyödyt .....	19
5.3	Simulaatioharjoituksen toteuttaminen .....	20
6	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS .....	22
6.1	Opinnäytetyö kehittämistyönä .....	22
6.2	Opinnäytetyöraportin kirjoittaminen .....	23
6.3	Skenaarion tuottaminen ja julkaisu .....	24
7	POHDINTA .....	25
7.1	Opinnäytetyön luotettavuus .....	26
7.2	Opinnäytetyön eettisyys .....	27
7.3	Oman oppimisen pohdinta .....	29

LÄHTEET

LIITTEET

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda simulaatioskenaario eli simulaatiokäsikirjoitus kapillaarinäytteenotosta verikaasuanalyysiä varten. Opinnäytetyön tavoitteena on tukea Savonia-ammattikorkeakoulun opetusmenetelmien kehittämistä ja edistää bioanalyttikko-opiskelijoiden osaamista verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenotossa. Verikaasuanalyysillä mitataan veren happi- ja hiilidioksidospaineita ja happo-emästasapainoa, joiden avulla pystytään arvioimaan hengityksen ja verenkierron tehokkuutta sekä elimistön aineenvaihduntaa (Salorinne 2003, 208).

Tuotettu skenaario kohdennettiin bioanalytiikan opiskelijoille, sillä verikaasuanalyysin luotettava suorittaminen on tärkeä osa bioanalyttikon ammatillista osaamista. Erityisesti bioanalyttikon preanalyytinen (näytteen ottamiseen, käsittelyyn ja säilytykseen liittyvä) osaaminen verikaasuanalyysin suorittamisessa korostuu. Veren komponenttien aineenvaihdunnan jatkuminen näyteastiassa asettaa korkeat vaatimukset oikeanlaiselle näytteenotolle ja näytteen käsittelylle, sillä tutkimustulos tulee saada nopeasti ja luotettavasti (Väisänen, Metsävainio & Romppanen 2006a, 121–123). Simulaatioharjoituksen aiheeksi valitsimme kapillaarinäytteenoton sormenpäädästä, sillä kapillaarinäyte on bioanalyttikon ottamista verinäytteistä parhaiten lääkärin ottamaan valtimonäytteeseen verrattavissa oleva näyte verikaasuanalyysiä varten (Tuokko, Rautajoki & Lehto 2008, 54).

Tuotetun skenaarion mukaan suoritettava simulaatioharjoitus sisältää bioanalyttikon toiminnan vain verikaasuanalyysin preanalyttisessä vaiheessa. Tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa kuvataan kuitenkin tutkimuksen suorittaminen kokonaisuudessa kliinisen laboratoriotutkimusprosessin mukaisesti. Teoriaosuudessa käsitellään myös verikaasuanalyysin taustaa eli elimistön happo-emästasapainoa ja sen häiriötiloja sekä simulaatio-opetusta ja simulaatioharjoituksen toteuttamista. Luotu skenaario on opinnäytetyöraportin liitteenä.

Simulaatio-opetus on yleisesti lisääntynyt viime vuosikymmenen aikana nopeasti, mikä johtuu simulaatioiden hyödyllisyydestä opetusmenetelmänä ja oppilaiden motivaatiosta oppia itse tekemällä. Simulaation suurimpana hyötynä on turvallinen tapa harjoitella käytännön tilanteita. Oppimisen tehokkuus ja oppimistehtävien muokkaaminen jokaisen osaamisen mukaiseksi motivoi opiskelijoita tutkimaan ja syventämään omaa olemassa olevaa osaamistaan. (Salakari 2009, 61–62.) Näistä syistä opiskelu simulaatioiden avulla soveltuu hyvin bioanalytiikan koulutusohjelman käytännön tilanteiden harjoitteluun, sillä bioanalyttikon ammattiin kuuluu näytteenottoa ja erilaisten potilastutkimusten suorittamista. Etenkin kapillaarinäytteenotto verikaasuanalyysiä varten on hyvä simulaatioharjoituksen aihe, sillä kapillaarinäytteenotto on vaativaa ja eroaa monelta osin tavallisesta suoninäytteenotosta.

Tarve skenaarion tuottamiselle syntyi koko Savonian terveysalan kattavasta hankkeesta, jolla pyritään tuomaan opetukseen uudenlaisia menetelmiä. Toukokuussa 2011 aloitetun Simulaatiokeskuksen kehittäminen Savonia-ammattikorkeakouluun -projektin tavoitteena on perustaa simulaatiokeskus, johon kuuluvat simulaatio-opetuksen mahdollistavat potilassimulaattorit ja niitä tukevat tarpeelliset järjestelmät (SIMULA-projekti 2011). Opetuksessa käytettäviä simulaatioita varten tarvitaan

skenaarioita eli käsikirjoituksia erilaisista terveydenhuoltohenkilöstön suorittamista tutkimuksista ja hoitotoimenpiteistä. Koska simulaatio-opetus on varsin uusi asia, valmiita skenaarioita ei ole olemassa. Tähän tarpeeseen luotiin tämän opinnäytetyön skenaario ja se luovutetaan toimeksiantajan eli Savonia-ammattikorkeakoulun käyttöön.

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan kehittämistyö. Organisaation kehittämistarpeet tai halu saada aikaan muutoksia ovat usein kehittämistyön taustalla. Uusien ideoiden ja käytäntöjen tuottaminen ja toteuttaminen kuuluvat kehittämistyön luonteeseen. Kehittämistyön ideana on etsiä asioille parempia vaihtoehtoja ja viedä niitä käytännössä eteenpäin. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2009, 19.) Tämän opinnäytetyön tuotoksena kehitetty simulaatioskenaario edesauttaa simulaatio-opetuksen käyttöönottoa uudenaikaisena opetusmenetelmänä bioanalytiikan koulutusohjelmassa.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa simulaatioskenaario verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenotosta bioanalyttikko-opiskelijoille. Opinnäytetyön tavoitteena on tukea simulaatio-opetuksen käyttöönottoa Savonia-ammattikorkeakoulussa sekä edistää bioanalyttikko-opiskelijoiden osaamista kapillaarinäytteenotossa verikaasuanalyysiä varten. Bioanalyttikko-opiskelijoiden ammatillisen osaamisen kehittäminen käytännönläheisillä menetelmillä jo opiskeluaikana helpottaa opiskelun aikana olevien harjoittelujaksojen suorittamista ja edistää opiskelijoiden kykyä toimia luotettavasti bioanalyttikon ammatissa työelämään siirtymisen jälkeen.

Ammattikorkeakoulutuksen tavoitteena on, että valmistuttuaan opiskelijalla on edellytykset toimia oman alansa asiantuntijatehtävissä. Tähän tavoitteeseen sisältyy edellytys oman alan tietojen ja taitojen hallinnasta sekä alan kehittämisen ja tutkimuksen perusteiden osaamisesta. (Vilka & Airaksinen 2003, 10.) Opinnäytetyön tekeminen on mahdollisuus osoittaa ammatillisen osaamisen kehittyminen sekä ammatillinen kasvu bioanalytiikan koulutuksen aikana. Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on tekijöiden osaamisen syventäminen ja sen tuominen näkyväksi. Tavoitteena on myös, että opinnäytetyön valmistumisen jälkeen työn tekemisen yhteydessä hankittua osaamista osataan hyödyntää työelämässä.

### 3 ELIMISTÖN HAPPO-EMÄSTASAPAINO

Elimistön happo-emästasapaino riippuu monesta tekijästä. Siihen vaikuttavat elektrolyyttien konsentraatiot, happojen ja emästen synty sekä hapen saanti. (Penttilä 2004a, 160.) Happo-emästasapainoa seurataan verikaasuanalyysin avulla (Uotila 2010, 113). Happo määritellään aineeksi, joka voi luovuttaa protonin ja emäs puolestaan on aine, joka voi vastaanottaa protonin. Liuoksen happamuus eli pH riippuu siinä olevien protonien eli vetyionien konsentraatiosta. Valtimoveren pH on normaalisti 7,35–7,45. Solunulkoisen nesteen ja laskimoveren pH on hieman matalampi, yleensä 7,32–7,42. Normaali pH:n vaihteluväli elimistön nesteissä on hyvin kapea, mikä johtuu siitä, että pH:n muutokset vaikuttavat kaikkiin elimistön toimintoihin. Muutokset pH:ssa vaikuttavat suoraan proteiinimolekyylien varaustilaan, joka puolestaan vaikuttaa entsyymijärjestelmän toimintaan ja sitä kautta koko elimistöön. (Reinikainen 2011, 32–33.)

Ihmisen nauttima ravinto on neutraalia tai lähes neutraalia eikä juurikaan vaikuta elimistön happo-emästasapainoon. Elimistön aineenvaihdunnassa puolestaan muodostuu huomattavasti enemmän happoja kuin emäksiä, mikä happamoittaa elimistöä. (Uotila 2010, 107; Nienstedt ym. 2004, 383.) Jotta pH saadaan pidettyä tarkalla vakioalueella, tarvitaan nopeat ja tehokkaat järjestelmät etenkin happojen, mutta myös emästen sitomiseksi ja poistamiseksi. pH:n säätelystä huolehtii kolme toisiinsa kytkeytyvää järjestelmää: kemialliset puskurijärjestelmät, hengitystoiminta sekä munuaiset (Uotila 2010, 107; Reinikainen 2011, 32).

Kemialliset puskurijärjestelmät aktivoituvat heti, kun elimistössä esiintyy happo- tai emäslisäyksiä. Puskurit eivät varsinaisesti poista tai lisää vetyionien määrää, vaan ne kykenevät tiettyyn rajaan asti sitomaan ylimäärän happoa tai emästä. Veren tärkeimmät puskurit ovat plasman hiilihappo-bikarbonaattipuskuri ja punasolujen hemoglobiini. Näiden puskureiden teho perustuu siihen, että veressä on heikkoa happoa eli hiilihappoa ja sitä vastaavaa emästä eli bikarbonaattia, jotka estävät pH-arvon muutoksen happo- tai emäslisäyksen yhteydessä. Muissa kudoksissa tärkeitä solunsisäisiä puskureita ovat monet proteiinit, nukleiinihapot ja orgaaniset fosfaatit. (Reinikainen 2011, 34–35; Uotila 2010, 108.)

Hengitystoiminta säätelee elimistön happo-emästasapainoa säätelemällä hiilidioksidin määrää. pH:n ollessa kohonnut hengitystilavuus vähentyy eli hiilidioksidin poisto vähenee. Vastaavasti pH:n ollessa alentunut hengitystilavuus lisääntyy, kun ylimääräistä happoa poistetaan elimistöstä hiilidioksidin muodossa. Hengitystoiminnan tärkein säätelijä on ydinjatkoksen hengityskeskus, mutta myös aortan kaaren perifeeriset kemoreseptorit osallistuvat hengityksen säätelyyn. Nämä toiminnot ovat tahdosta riippumattomia ja säätelyjärjestelmän täysi aktivoituminen kestää 3–6 tuntia, mutta hengitystä voi säädellä myös tahdonalaisesti, jolloin happo-emästasapainon säätely tapahtuu lähes välittömästi. (Reinikainen 2011, 36; Uotila 2010, 111.)

Munuaiset säätelevät aktiivisesti elimistön happo-emästasapainoa erittämällä tarpeen mukaan happanta tai emäksistä virtsaa. Säätely toteutuu kontrolloimalla bikarbonaatin takaisinimeytymistä primaarivirtsasta ja vetyionien eritystä virtsaan. Lisäksi virtsaan erittyy päivittäin 80 mmol haihtumat-



tomia happoja, jotka ovat syntyneet aineenvaihdunnassa. Munuaisten happo-emästasapainon säätely on kuitenkin hidasta ja täydelliset erityismuutokset muodostuvat vasta 2–3 vuorokauden kuluttua elimistön pH-muutoksesta. (Reinikainen 2011, 36; Uotila 2010, 113.)

### 3.1 Happo-emästasapainon häiriötilat

pH:ta säätelevät järjestelmät eivät aina toimi ja elimistöön voi muodostua erilaisia happo-emästasapainon häiriöitä. Nämä häiriöt voidaan jakaa pH:n muutoksen perusteella kahteen luokkaan: asidoosiin ja alkaloosiin. Asidoosi syntyy, kun pH on viitealueen alapuolella ja alkaloosissa puolestaan pH on viitealueen yläpuolella. Asidoosit ja alkaloosit voivat olla kompensoimattomia, osittain kompensoituja tai kokonaan kompensoituja. Kokonaan kompensoidulla asidoosilla tai alkaloosilla tarkoitetaan sellaista tilannetta, jossa veren pH on saatu viitealueelle kompensoitomekanismeilla, mutta alkuperäinen häiriön aiheuttaja on vielä olemassa. (Uotila 2010, 114–115.)

Asidoosit ja alkaloosit voivat olla joko metabolisia tai respiratorisia riippuen niiden syntytavasta. Respiratorinen häiriö syntyy, kun keuhkojen toiminnassa tapahtuu muutoksia ja tästä seuraa joko hiilihapon kertyminen elimistöön tai hiilihapon menetys. Metabolisissa häiriöissä puolestaan pH:n muutoksen aiheuttaa emästen ja muiden happojen kuin hiilihapon kertyminen tai menetys. (Uotila 2010, 114.)

#### 3.1.1 Metabolinen asidoosi

Metabolinen asidoosi syntyy, kun elimistöön kertyy ei-haittuvia happoja tai elimistö menettää emästä (Uotila 2010, 115). Metabolinen asidoosi on tavallisin happo-emästasapainon häiriöistä, mutta myös erittäin vakava tila. Sen seurauksena monien valkuaisaineiden avaruusrakenteissa saattaa esiintyä häiriöitä, jotka vaikuttavat entsyymitoimintaan ja sitä kautta koko elimistön toiminta voi häiriintyä. Metabolisen asidoosin hoito on haaste lääkäreille, koska häiriötilan aiheuttaja pitää löytää ja hoitaa nopeasti peruuttamattomien vaurioiden estämiseksi. (Arola 2011, 54–55.)

Elimistöön voi kehittyä lievä asidoosi jo pelkästään voimakkaan lihastyön yhteydessä, kun lihaksiin muodostuu suuret määrät maitohappoa. Tällainen elimistön normaalista toiminnasta aiheutuva asidoosi ei kuitenkaan ole vaarallinen. Sairaalloisen metabolisen asidoosin voi puolestaan aiheuttaa esimerkiksi maksan, ruuansulatuskanavan tai munuaisten toimintahäiriöt. (Nienstedt ym. 2004, 385.) Hyvin usein metabolinen asidoosi voi johtua myös epätasapainossa olevasta diabeteksestä. Tällöin elimistöön kertyy runsaasti laktaattia ja happamia ketoaineita insuliinin puutteen tai riittämättömyyden seurauksena. Tämän tyyppistä asidoosia kutsutaan nimellä ketoasidoosi. (Penttilä 2004a, 165; Nienstedt ym. 2004, 386.)

Metaboliseen asidoosiin liittyviä laboratoriolöydöksiä verikaasuanalyyseissä ovat alentuneet pH, bikarbonaatti ( $\text{HCO}_3$ ) ja emäsyylimäärä. Kompensoimattomassa tilassa hiilidioksidipaine ( $\text{pCO}_2$ ) on normaali, mutta kompensoidussa asidoosissa myös se on alentunut. (Uotila 2010, 115.) Metabolinen asidoosi voi olla täysin oireeton tai sitten oireet ovat melko epäspesifisiä, kuten ruokahaluttomuus,

sekavuus ja heikkous. Kliiniset oireet ilmenevät yleensä vasta kun pH on laskenut tasolle 7,2 tai alle. (Arola 2011, 54–55.) Hoidon perustana on aina asidoosin aiheuttaneen tilan korjaaminen. Nämä synnymukaiset hoitokeinot eivät kuitenkaan välttämättä auta, jos pH on päässyt laskemaan alle arvon 7,0. Tällöin voidaan käyttää bikarbonaattihoitoa, jota ei muuten suositella. Hoidon hyöty on vain hetkellinen, mutta sen avulla saadaan lisää aikaa perussyyn hoitamiseen. (Arola 2011, 60.)

### 3.1.2 Metabolinen alkaloosi

Metabolinen alkaloosi syntyy, kun emästä kertyy elimistöön tai elimistö menettää ei-haihtuvia happoja (Uotila 2010, 116). Metabolisen alkaloosin yleinen aiheuttaja on raju ja pitkään kestänyt oksentelu, jonka seurauksena elimistö menettää suolahappoa (HCl) (Penttilä & Törrönen 1996, 312; Penttilä 2004a, 165). Lisäksi metabolinen alkaloosi on yleinen tehohoitopotilailla, ja tällaisessa tapauksessa se on usein seurausta erilaisista hoitotoimenpiteistä. Potilas on voinut esimerkiksi saada liikaannoksen bikarbonaattia oraalisesti tai alkaloosin on aiheuttanut massiivinen verensiirto, jossa veren sisältämä sitraatti metaboloituu bikarbonaatiksi. (Inkinen 2011, 63; Uotila 2010, 116.)

Metabolisen alkaloosin verikaasuanalyysilöydöksiä ovat kohonneet pH,  $\text{HCO}_3$  ja emäsyylimäärä. Kompensoitamattomassa tilassa  $\text{pCO}_2$  on normaali, mutta kompensoidussa tilassa sekin on kohonnut. Vakavaksi alkaloosiksi määritellään tilanteet, joissa pH on yli 7,6. Kliinisiä oireita ovat esimerkiksi päänsärky, pahoinvointi ja kouristukset. Lisäksi metabolinen alkaloosi altistaa erilaisille rytmihäiriöille ja vähentää ventilaatiotarvetta, joka esimerkiksi tehohoitopotilaiden tapauksessa hidastaa vieroitusta ventilaattorista. Metabolisen alkaloosin ensisijainen hoito on kiertävän veritilavuuden palauttaminen ja kaliumvajeen korjaaminen. Tapauksissa, joissa alkaloosi johtuu kloridimenetyksestä, kuten oksentelusta, hoitona käytetään kloridin korvausta. Keittosuolainfuusio on tehokas hoitokeino tällaisissa tapauksissa. (Inkinen 2011, 64–65.)

### 3.1.3 Respiratorinen asidoosi

Respiratorinen asidoosi kehittyy, kun hiilidioksidituotanto ylittää hiilidioksidin eliminaation eli hiilidioksidia jää tavallista enemmän verenkiertoon ja sen seurauksena veren pH laskee (Piirilä 2011a, 67; Nienstedt ym. 2004, 384). Respiratorinen asidoosi voidaan jakaa syntytapansa perusteella kahteen tyyppiin, äkilliseen ja krooniseen respiratoriseen asidoosiin. Alla on kuvattuna molemmat respiratorisen asidoosin tyypit.

Äkillinen respiratorinen asidoosi. Keuhkoventilaation äkillinen heikentyminen aiheuttaa äkillisen respiratorisen asidoosin. Tällaisen tilanteen voi aiheuttaa esimerkiksi kallovamman, joka lamaa hengityskeskusten toimintaa. Samanlainen lamauttava vaikutus on lisäksi narkoottisten aineiden käytöllä. (Piirilä 2011a, 67; Penttilä & Törrönen 1996, 312.) Keuhkoventilaation heikentyminen voi liittyä myös muiden ruuminosien vammoihin. Esimerkiksi kylkiluumurtumat rajoittavat rintakehän liikkuvuutta ja tämä voi aiheuttaa respiratorisen asidoosin. (Piirilä 2011a, 67.)

Äkillisen respiratorisen asidoosin laboratoriolöydöksiä verikaasuanalyysissä ovat pH:n lasku ja  $p\text{CO}_2$ :n nousu. Puhdas respiratorinen asidoosi onkin helppo diagnosoida. (Piirilä 2011a, 68; Uotila 2010, 117.) Kliinisiä oireita voivat olla matala hengitystaajuus tai hengityksen pinnallisuus ja kohonnut hengitystaajuus, riippuen siitä, mikä on häiriön alkuperäinen aiheuttaja. Hoitamattomana äkillinen respiratorinen asidoosi voi johtaa sydämen toiminnan häiriöihin ja jopa sydämenpysähdykseen. Hoitona respiratoriseen asidoosiin käytetään ventilaation palauttamista, mutta menetelmä on aina riippuvainen tilan vaikeusasteesta. Pahenevassa tilassa jopa intubaatio ja mekaaninen ventilaatio voivat olla tarpeen. (Piirilä 2011a, 68–69.)

Krooninen respiratorinen asidoosi. Keuhkojen toimintaan vaikuttavat sairaudet aiheuttavat kroonista respiratorista asidoosia. Tällaisia sairauksia ovat esimerkiksi vaikea astma, keuhkoah-  
taumatauti, keuhkojen laajentuma ja keuhkosyöpä (Penttilä 2004a, 163; Piirilä 2011a, 70). Myös rintakehän liikkuvuuden heikentyminen esimerkiksi skolioosin seurauksena ja lihavuuden aiheuttama keuhkotilavuuden pieneneminen voivat johtaa krooniseen respiratoriseen asidoosiin. Toisin kuin äkillisessä respiratorisessa asidoosissa, kroonisessa tilassa on mukana munuaistason kompensatio. Tämän seurauksena kroonisessa tilassa pH-muutos on noin puolet siitä, mitä akuutissa tilassa. (Piirilä 2011a, 70–71.)

Laboratoriolöydökset verikaasuanalyysissä riippuvat metabolisen kompensaation asteesta. pH voi vaihdella lievästi alentuneesta jopa lievästi kohonneeseen. Jos respiratorinen asidoosi on ylikompensoitunut, tilan voi sekoittaa puhtaaseen metaboliseen alkaloosiin. Tällöin on tarkasteltava tilannetta tarkemmin, jotta saadaan tehtyä oikea diagnoosi. Kroonisen respiratorisen asidoosin oireet vaihtelevat sen mukaan, mikä syy on tilan taustalla. Yleisoireita ovat hengenahdistus, päänsärky, sydämentykytys ja väsymys. Hoidon perustana on hoitaa häiriön taustalla olevaa mahdollista sairautta hyvin. Lisäksi ventilaatiota voidaan parantaa lääkkeillä, jotka laajentavat keuhkoputkia ja hoitavat niiden limakalvoja. (Piirilä 2011a, 71–72.)

#### 3.1.4 Respiratorinen alkaloosi

Respiratorisessa alkaloosissa alveolaarinen ventilaatio kasvaa eli ihminen hengittää tavallista tiheämmin ja syvempään. Tällöin hiilidioksidia poistuu verenkierrosta normaalia enemmän, minkä seurauksena veren pH nousee ja hiilidioksidiosapaine laskee. (Piirilä 2011b, 74; Nienstedt ym. 2004, 385.) Respiratorinen alkaloosi ilmenee usein asidoosin kompensaatiomekanismina, mutta itsenäinen respiratorinen alkaloosi johtuu erilaisista hyperventilaatiotiloista. Usein hyperventilaatio liittyy erilaisiin jännitys-, kauhu- ja tuskatiloihin. Hyperventilaatio voi olla myös sekundaarista eli sen taustalla on jokin sairaus, kuten aivokasvain tai -tulehdus. (Piirilä 2011b, 74.)

Respiratorisen alkaloosin verikaasuanalyysilöydöksiä ovat laskenut  $p\text{CO}_2$  ja kohonnut pH. Kompensaation asteesta riippuen pH-arvo voi olla lievästi kohonnut tai jopa normaali. Kliinisiä oireita respiratorisessa alkaloosissa ovat esimerkiksi käsien ja jalkojen puutuminen sekä lihaskouristukset ja vapiina. Hyperventilaation yhteyteen liittyy ilman loppumisen tunne ja haukkova, syvä hengitys. Hyperventilaatiotaijumusta voidaan selvittää spiroergometrian avulla ja tarvittaessa tulee lisäksi selvittää

mahdollisen sekundaarisen hyperventilaation aiheuttaja. Jos kyseessä on primaari hyperventilaatiotaipumus, on tärkeää, että potilas tiedostaa taipumuksen ja siihen liittyvät oireet. Näin potilas voi omalla toiminnallaan ehkäistä hyperventilaatiotilanteiden syntymisen. (Piirilä 2011b, 75–76.)

## 4 VERIKAASUANALYYSI

Verikaasuanalyysi on kliinisen laboratoriotutkimusprosessin mukaisesti suoritettava näytetutkimus. Kliininen laboratoriotutkimusprosessi jakautuu kolmeen vaiheeseen, jotka ovat preanalyttinen, analyttinen ja postanalyttinen vaihe. Laboratoriotutkimusprosessin preanalyttinen vaihe muodostuu tutkimustarpeen toteamisesta, tutkimuspyynnön tekemisestä, potilaan näytteenottoon valmistautumisen ohjauksesta, näytteenotosta, otettujen näytteiden säilytyksestä ja kuljetuksesta laboratorioon sekä näytteiden vastaanotosta ja esikäsittelystä laboratoriossa. Laboratoriotutkimusprosessin analyttisen vaiheen muodostavat näytteen analysointi ja siihen liittyvä laadunvarmistus. Laboratoriotutkimusprosessin postanalyttisessä vaiheessa analyysistä saatua tulosta arvioidaan ja päätetään tuloksen hyväksymisestä. Postanalyttiseen vaiheeseen sisältyy myös tutkimustuloksen toimittaminen pyytäjälle sekä tulosten dokumentointi ja arkistointi. (Tuokko ym. 2008, 7–13; Matikainen, Miettinen & Wasström 2010, 10–12.)

Verikaasuanalyysiä käytetään veren happi- ja hiilidioksidiosapaineen sekä happo-emästatapainon mittaamiseen. Näiden mitattavien arvojen avulla voidaan arvioida tutkittavan henkilön hengityksen ja verenkierron tehokkuutta sekä elimistön aineenvaihduntaa. (Salorinne 2003, 208.) Verikaasuanalyysin tulosten luotettava arviointi ja käyttö tutkittavan henkilön hoidossa perustuvat siihen, että näyte on otettu oikealla tekniikalla ja että se on saatu säilymään mahdollisimman muuttumattomana analysointiin asti. Virheellisten tulosten välttämiseksi on tärkeää, että verikaasuanalyysi suoritetaan suositusten ja ohjeiden mukaisesti laboratoriotutkimusprosessin jokaisessa vaiheessa aina näytteenotosta näytteen analysointiin ja tulosten tulkintaan asti. Erityisesti verikaasuanalyysin preanalyttisiin tekijöihin ja huolelliseen näytteenottoon tulee kiinnittää huomiota tutkimuskelpoisen näytteen takaamiseksi. (Väisänen ym. 2006a, 121.)

Verikaasuanalyysi voidaan suorittaa valtimo-, laskimo- tai kapillaariverestä. Valtimoveri on paras näytemuoto verikaasuanalyysiin. Valtimonäytteenotto vaatii erityistaitoa ja siihen liittyy komplikaatio- riskkejä, joten valtimoveren sijaan näytteenä voidaan käyttää ihopistosnäytettä eli kapillaarivertä. (Makkonen & Tuokko 1997, 101.) Ihopistoksesta saatava veri koostuu kapillaarisuonien, pienten laskimoiden ja pienten valtimoiden verestä, minkä lisäksi näyte sisältää kudospainetta ja solunsisäistä nestettä. Kapillaarisuonissa valtimopaine on suurempi kuin laskimopaine, mistä johtuen kapillaariveri on lähempänä valtimovertä kuin laskimovertä. Tästä syystä kapillaariveri soveltuu käytettäväksi verikaasuanalyysissä valtimoveren sijasta. (Tuokko ym. 2008, 54.) Tietyissä tapauksissa kapillaariverestä saadaan kuitenkin epäluotettava tulos, jolloin sitä ei tule käyttää verikaasuanalyysissä. Tällaisia tilanteita ovat: potilas on shokissa, kyseessä on vastasyntyneen lapsen ensimmäinen vuorokausi, potilas on lapsi, jolla on respiratorydistress-syndrooma tai kyseessä on potilas, jolle annetaan happihoitoa. (Makkonen & Tuokko 1997, 101.)

### 4.1 Kapillaarinäytteenotto ja preanalytiikka

Laboratoriotutkimusprosessin preanalyttisen vaiheen tärkeimpiä vaiheita ovat näytteenotto ja näytteen käsittely. Näytteenotto on osa potilaan tutkimus- ja hoitoprosessia, jolloin sille tulee olla lääke-

tieteelliset perustelut ja potilaan suostumus. Laboratoriotutkimuksen suorittamiseen sisältyy eettinen vaatimus toimia siten, että tavoitteena on potilaan hyvinvointi ja hänen oikeuksiensa kunnioittaminen. (Tuokko ym. 2008, 37.) Näytteenottoa edeltää aina lääkärin tai hoitajan tekemä tutkimustarpeen toteaminen, potilaan tilan selvittämiseksi tarvittavien tutkimusten määrääminen eli tutkimuspyynnön tekeminen tietojärjestelmään sekä potilaan ohjaus ja valmistaminen tutkimukseen (Tuokko ym. 2008, 7–9).

Näytteenottotilanne alkaa näytteenottajan ja potilaan kohdatessa. Näytteenottaja tervehtii potilasta, varmistaa tämän henkilöllisyyden sekä selvittää potilaalle, mitä aikoo tehdä. Potilaan henkilöllisyyden varmistetaan vertaamalla potilaan kertomia henkilötietoja tutkimuspyynnön ja näytetarrojen tietoihin. (Tuokko ym. 2008, 10, 57.) Koko nimen ja henkilötunnuksen tulee täsmätä. Potilaan tunnistus voidaan tarvittaessa tehdä myös tarkistamalla tiedot potilasrannekkeesta tai pyytämällä potilasta hoitavia henkilöitä auttamaan potilaan tunnistamisessa (Makkonen & Tuokko 1997, 17; Matikainen ym. 2010, 37).

Potilaan henkilöllisyyden varmistamisen jälkeen tehdään näytteenottoa edeltävät valmistelut. Kapillaariveren ollessa verikaasuanalyysin näytemateriaalina, suoritetaan ihopistosnäytteenottoa edeltävät valmistelut, joita ovat näytteenottokohdan valinta ja lämmitys sekä näytteenottovälineiden valinta ja esille asettaminen. Ihopistosnäytteen ottopaikka riippuu potilaan iästä ja koosta. Alle kolmen kuukauden ikäisiltä lapsilta näyte otetaan kantapäästä ja aikuisilta sekä yli kolmen kuukauden ikäisiltä lapsilta sormenpäästä. Sormenpäästä otettavat näytteet otetaan keskisormesta tai nimettömästä. Muiden sormien soveltumattomuus näytteenottoon perustuu siihen, että niissä jännetupet jatkuvat sormen tyviosaa pidemmälle, jolloin mahdollinen pistosta aiheutuva tulehdus leviää pidemmälle. (Tuokko ym. 2008, 54.) Lisäksi näytteenottoa muista sormista vaikeuttaa se, että peukalo on usein kovettunut, etusormessa hermopäätteiden määrä on muita sormia suurempi ja pikkurillissä kudoksen määrä on vähäinen verrattuna muihin sormiin. Näytteenottopaikkaa valitessa tulee myös huomioida, että tulehtuneelta, kovettuneelta, arpiselta, mustelmaiselta tai turvonneelta alueelta näytteen ottaminen on kielletty. (Strasinger & Di Lorenzo 1996, 267–269.)

Verikaasuanalyysiä varten suoritettavassa ihopistosnäytteenotossa tarvittavia välineitä ovat lansetit, puhtaat ihonpuhdistuslaput, ihonpuhdistusaine, näytekapillaarit, muoviset korkit, metallipalat, magneetti, suojahanskat ja näytteenotossa syntyville jätteille soveltuvat jäteastiat. Näytteenottotilanteeseen on hyvä varata myös lämpöhaude näytteenottokohdan lämmittämistä varten sekä kylmähaude otetun näytteen jäähdyttämiseksi ja kylmänä pitämiseksi. (Matikainen ym. 2010, 59–60.) Ihopistosnäytteenottoon käytetään pistohaavan tai viiltohaavan tekeviä lansetteja. Suosituksen mukaan aikuisen sormenpäässä lansetin tekemän haavan syvyys saa olla korkeintaan 2,4 mm ja leveys korkeintaan 2,5 mm. Liian syvä pistos vaurioittaa kudosta ja aiheuttaa potilaalle tarpeetonta kipua. Lisäksi liian syvä pistos lisää näytteeseen tulevan kudoksen määrää. (Tuokko ym. 2008, 56.)

Verikaasuanalyysiin soveltuva ihopistosnäyte otetaan kapillaariputkeen, joka sisältää antikoagulanttia eli veren hyytymistä estävää ainetta. Käytettävän kapillaarin tilavuus riippuu analysoinnissa käytettävän analysaattorin vaatimuksista. (Strasinger & Di Lorenzo 1996, 320.) Verikaasuanalyysissä ainut

käytettävä antikoagulantti on hepariini, useimmiten kuiva elektrolyyttitasapainotettu litium-hepariini (Higgins 2007, 17–20). Käytettävät näytekapillaarit voivat olla laboratoriosta riippuen lasisia tai muovisia. Muovisten kapillaarien käytön etuina ovat potilasturvallisuuden ja näytteenottajan työturvallisuuden lisääntyminen näytteenottotilanteen aikana (Väisänen, Valtonen & Romppanen 2006b, 44).

Ihopistosnäytteenotossa tulee ottokohta lämmittää näytteen laadun parantamiseksi. Erityisesti verikaasuanalyysiä varten tehtävässä näytteenotossa ottokohdan lämmitys eli näytteen arterialisointi on tärkeää (Pohja-Nylander 2010). Lämmityksen myötä pistohaavan verenvuoto on vilkkaampaa, jolloin näytteenotto nopeutuu ja ottokohdan puristustarve sekä kudosten aiheuttama kontaminaatio-riski vähenevät. Sormenpään lämmitys onnistuu käyttämällä näytteenottoon soveltuvaa lämpöhäudetta, kuten vesipussia. Näytteenottokohtaa ei kuitenkaan tule lämmittää yli 42 asteiseksi palovammariskin takia. (Tuokko ym. 2008, 57.) Sopiva näytteenottokohdan lämmitysaika on 3–10 minuuttia (Pohja-Nylander 2010).

Valmisteluiden jälkeen aloitetaan varsinainen näytteenotto. Näytteenottaja pukee suojakäsineet ja puhdistaa näytteenottokohdaksi valitun sormenpään ihonpuhdistusaineella. Ihon annetaan kuivua, jotta puhdistusaine ei laimenna näytettä ja aiheuta näytteen hemolysoitumista eli punasolujen hajoamista. Kuivalla iholla piston jälkeen syntyvät veripisarot myös pysyvät pyöreinä ja helpottavat näytteenottoa. Pistokohta puristetaan verekkääksi ja sormesta otetaan tukeva ote näytteenoton ajaksi. Tukevan otteen näytteenottaja saa esimerkiksi asettamalla oman peukalonsa potilaan sormen suuntaisesti ja puristamalla potilaan sormenpäätä keskisormellaan. (Tuokko ym. 2008, 57–58; Strasinger & Di Lorenzo 1996, 269–270.)

Näytettä otettaessa pisto kohdistetaan sormenpään oikeaan tai vasempaan reunaan siihen kohtaan, jossa sormenpää alkaa kaartua. Viiltolansettia käytettäessä pisto tulisi suorittaa ihon urien vastaisesti, jotta veripisarot pysyvät pyöreinä eivätkä leviä urien myötäisesti. Lansetti painetaan tukevasti näytteenottokohtaa vasten ja pisto tehdään jämakällä liikkeellä. Piston jälkeen käytetty lansetti laitetaan särnäjäteastiaan. Ensimmäinen veripisara pyyhitään pois puhtaalla ihonpuhdistuslapulla, jotta vältetään puhdistusaineesta ja kudostenesteestä tuleva kontaminaatio. Tämä on tärkeää siksi, että pienissä näytemäärissä pienikin kontaminaatio vaikuttaa analyysitulokseen. (Strasinger & Di Lorenzo 1996, 268–270.)

Kudosnesteiden aiheuttama kontaminaatoriski on olemassa myös näytteen keräyksen aikana. Tämän takia näytteenottokohtaa ei saa puristella, vaan veren tulee virrata pistokohdasta vapaasti. Verikaasuanalyysiä varten näyte kerätään heparinisoituun kapillaariputkeen, joka täyttyy kapillaarivoiman avulla. Putkeen syntyy helposti ilmakuplia, jotka vaikuttavat verikaasuanalyysin tuloksiin. Ilmakuplien syntyminen voidaan ehkäistä täyttämällä kapillaariputki vaakatasossa. Kun kapillaariputki on täynnä, se suljetaan muovisella korkilla toisesta päästä ja putkeen laitetaan metallipala. Tämän jälkeen kapillaari suljetaan toisestakin päästä ja näyte sekoitetaan liikuttelemalla metallipalaa magneetin avulla muutamia kertoja kapillaarin päästä päähän. Sekoittamisen tarkoituksena on saada put-

kessa oleva hepariini sekoittumaan näytteeseen. (Strasinger & Di Lorenzo 1996, 270–271, 320; Gunder, Narayanan, Wisser & Zawta 2003, 66.)

Näytteenoton jälkeen pistokohdan vuotaminen tyrehdytetään painamalla puhdasta ihonpuhdistuslappua pistokohtaa vasten. Pistokohdan päälle laitetaan laastari vuodon tyrehtymisen jälkeen. Näytteenotossa syntyneet jätteet hävitetään asianmukaisella tavalla. Suojahanskojen riisumisen jälkeen näytteenottaja pesee kätensä ja identifioi otetun kapillaarinäytteen potilaan näytetarralla. (Tuokko ym. 2008, 59.)

Näyte tulee toimittaa analysoitavaksi laboratorioon mahdollisimman nopeasti, sillä veren komponenttien aineenvaihdunta jatkuu näyteastiassa vielä näytteen ottamisen jälkeen (Tuokko ym. 2008, 116; Väisänen ym. 2006a, 121). Viivytykset näytteen analysoinnissa vaikuttavat tutkimuksesta saataviin tuloksiin ja siten myös potilaan hoitoa koskeviin päätöksiin. Jos näytteen analysointi 15 minuutin kuluessa näytteenotosta ei ole mahdollista, tulee näyte säilyttää ja kuljettaa kylmässä. Tällöinkin näyte tulee analysoida 30 minuutin kuluessa. (Salorinne 2003, 209–210.) Näyte ei saa jäätää jäähdätyksen ja kylmäsäilytyksen aikana (Väisänen ym. 2006a, 121).

## 4.2 Analytiikka

Laboratoriotutkimusprosessin analyttisessä vaiheessa verikaasuanalyysi suoritetaan automaattisella laitteella. Analysaattorin spesifiset elektrodit määrittävät verinäytteestä suoraan pH:n eli veren happamuuden, hiilidioksidin osapaineen ( $p\text{CO}_2$ ) ja hapen osapaineen ( $p\text{O}_2$ ). Tämän jälkeen analysaattori laskee pH- ja  $p\text{CO}_2$ -tulosten avulla plasman bikarbonaattipitoisuuden ( $\text{HCO}_3$ ) ja emäsylimäärän (BE). (Salorinne 2003, 210; Uotila 2010, 113.) Emäsyylimäärä ilmoittaa kuinka paljon happoa tai emästä on lisättävä vereen, jotta pH siirtyisi arvoon 7,4 vakio-olosuhteissa (Vaasan keskussairaala 2013).

Happi- ja hiilidioksidiosapaineiden sekä happo-emästasapainon mittaamisen lisäksi verikaasuanalyysissä mitataan elimistön elektrolyyttejä. Analyysissä mitattavia elektrolyyttejä ovat natrium ( $\text{Na}^+$ ), kalium ( $\text{K}^+$ ), kloridi ( $\text{Cl}^-$ ) ja ionisoitunut kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Häiriöt elektrolyyttien pitoisuuksissa voivat liittyä happo-emästasapainon häiriöihin tai aiheuttaa niitä, minkä takia elektrolyyttien mittaaminen on tärkeä osa verikaasuanalyysiä. Elektrolyytit mitataan erikoiselektrodien avulla. Muita verikaasuanalyysissä mitattavia parametreja ovat hemoglobiini (Hb) ja metaboliiteista glukoosi ja laktaatti. (Laitinen 2004, 66; Salorinne 2003, 210; Uotila 2010, 113.)

Kapillaarinäyte sekoitetaan huolellisesti ennen analysointia, jotta näyte on tasalaatuinen. Riittämätön sekoitus vaikuttaa erityisesti hemoglobiiniarvoon silloin, kun analysoidussa näytteessä on joko liikaa tai liian vähän soluja. (Väisänen ym. 2006a, 123.) Virheellisiä tuloksia aiheuttavat myös kapillaarissa olevat ilmakuplat, jotka tulee poistaa ennen analysointia. Nykyiset verikaasuanalyysaattorit siirtävät näytteen mittauskammioihin automaattisesti, joten bioanalytikon tulee vain asettaa kapillaari sille osoitettuun paikkaan (Salorinne 2003, 211).



Analyttisessä vaiheessa suoritetaan myös laaduntarkkailu. Optimiolosuhteissa verikaasuanalyysaattoreiden mittaustarkkuus on hyvä, mutta käytännössä tarkkuus voi vaihdella huomattavasti. Analyysaattorit huuhtelevat mittauspiirin jokaisen analyysin jälkeen ja suorittavat automaattisia kalibrointia ja tietyin määräajoin. Silti laboratoriohenkilökunnan suorittama laaduntarkkailu on tärkeää ja sitä toteutetaan kalibrointi- ja kontrollinäytteiden avulla. Lisäksi analyysaattorin käyttäjän on tärkeää huolehtia siitä, että mittauspiiriin ei jää hyytymiä tai muita jätteitä verinäytteistä, mitkä vaikuttavat vääristävästi seuraavan näytteen tuloksiin. (Salorinne 2003, 211.)

### 4.3 Postanalytiikka

Laboratoriotutkimusprosessin postanalyttisessä vaiheessa näytteen analysoinnista saadut tulokset arvioidaan ja hyväksytään laboratoriossa ennen niiden ilmoittamista lääkärille tai potilasta hoitavalle yksikölle. Tulokset lähetetään tavallisimmin sähköisten järjestelmien kautta, mutta kiireellisissä tapauksissa tutkimustulokset ilmoitetaan yleensä myös puhelimitse. Tulokset arkistoidaan laboratorion sähköiseen järjestelmään, jossa ne säilytetään sovitun ajan. (Matikainen ym. 2010, 45–46.)

Tulosten luotettavuuden arvioinnissa huomioidaan koko kliinisen laboratoriotutkimusprosessin luotettavuus. Verikaasuanalyysistä saatujen tulosten luotettavuutta pohdittaessa tärkeää on tässä opinäytetyössä aiemmin kuvattujen tutkimusprosessin preanalyttisen ja analyttisen vaiheen onnistumisen arviointi. Tällöin tarkastellaan näytteenoton ja näytteen käsittelyn oikeaoppisuutta sekä näytteen analysoinnin yhteydessä laadunvarmistuksen hyväksyntää. (Luku 4.1; luku 4.2.)

Laboratoriohenkilöstöllä on tulosten luotettavuuden ja hyväksymisen apuna analyysille asetetut viitearvot. Verikaasuanalyysissä tutkittaville analyteille asetetut viitearvot muodostavat viitevälin, joka on laskettu riittävän suurelta henkilökoululta mitattujen arvojen perusteella. Viiteväli sisältää 95 % tuloksista ja edustaa niin sanotun terveen väestön arvoja (Penttilä 2004b, 19). Laboratoriohenkilöstön toimenkuvaan ei kuulu tutkimustulosten tulkinta, mutta analyysituloksen vertaaminen viitearvoihin auttaa tuloksen mahdollisuuden ja kiireellisyyden arvioinnissa. Tarvittaessa saatua tulosta voi olla mielekästä verrata myös potilaan aiempiin tutkimustuloksiin, jotta saatu tulos voidaan todeta mahdolliseksi ja hyväksyä (Kairisto 2003, 28).

Laboratoriossa suoritettujen arvioinnin ja hyväksynnän jälkeen tulokset lähetetään eteenpäin potilasta hoitavalle henkilöstölle. Laboratoriotulosten tulkinnan suorittaa yleisimmin lääkäri. Tulkinnan apuna lääkäriellä on käytössään tutkimukselle asetetut viitearvot, tiedot potilaan kliinisestä tilasta sekä potilaan aiemmat laboratoriotutkimustulokset. Lääkäri päättää kliinisestä päätösrajasta eli tutkimustuloksen raja-arvosta, jonka ylittämisen tai alittamisen perusteella voidaan päättää diagnoosin tekemisestä tai hoidon aloittamisesta. (Kairisto 2003, 30; Matikainen ym. 2010, 50.)

## 5 SIMULAATIO-OPETUS

Simulaatio-opetuksella tarkoitetaan opetusta todellisuutta jäljitellen. Simulaatio kuvaa tai jäljittää jostain tosielämän tapahtumaa tai toimintoa, ja sen tarkoituksena on antaa opiskelijalle mahdollisuus harjoitella ennalta määrättyä aihetta mahdollisimman realistisessa tilanteessa (Heikkilä & Rönkkö 2006). Terveystieteiden alalla simulaatio-opetuksella pyritään jäljittelemään realistisia tapahtumia, joiden avulla opiskelijat ymmärtävät ja oppivat hallitsemaan paremmin oikeita hoitotilanteita (Puhakka & Tarkka 2010, 10). Vaikka simulaatio ei korvaa aitoa, oikeaa tilannetta, se valmentaa toimimaan kyseisessä tilanteessa suunnitelmallisesti, johdonmukaisesti ja järkevästi (Tampereen yliopisto 2011).

Simulaatiot rakentuvat aina tietyn skenaarion eli eräänlaisen käsikirjoituksen mukaan. Käsikirjoituksen tarkoituksena on kuvata simulaatioharjoituksen eteneminen ja ohjata osallistujien tekemien päätösten vaikutusta harjoiteltavaan tilanteeseen. Skenaariot tulee suunnitella siten, että niiden avulla voidaan arvioida kliinisen osaamisen ohella myös tiimityöskentelyä, potilasturvallisuutta ja vuorovaikutusosaamista. (Tuhkanen 2010, 6.)

### 5.1 Simulaatio-oppiminen

Oppiminen simulaation kautta perustuu kokemuksellisuuteen, tekemisen reflektointiin sekä yritysten ja erehdysten kautta saatuun tietoon. Simulaatio-oppiminen on tekemällä oppimista eli interaktiivisen vuorovaikutuksen tulosta, minkä tavoitteena on antaa opiskelijalle taito ja kyky työskennellä harjoiteltavassa työtehtävässä. Oppiminen tapahtuu, kun opiskelija tekee päätöksen ja käytetty järjestelmä reagoi tähän päätökseen, jolloin opiskelija joutuu vastaavasti reagoimaan uuteen tilanteeseen. Aktiivinen toiminta auttaa opiskelijaa uuden tiedon kokoamisessa omien aiempien teoriatietojen avulla. (Salakari 2007, 133.)

Oppimista simulaation avulla kuvataan konstruktiviseksi. Konstruktivinen oppiminen on tarkoituksellista, aktiivista ja reflektiivistä. Oppimista ohjaa Salakarin (2007, 134) mukaan tarkoitus ratkaista risitiriitoja, vastata kysymykseen, tyydyttää uteliaisuus tai hahmottaa järjestelmä. Prosessi on tietoinen ja se vaatii opiskelijaa refleктоimaan mitä hän tietää ja mitä hänen tulisi tietää. Oppiminen rakentuu siis tarkoituksesta, josta siirrytään toimintaan ja toimintaa refleктоimalla tehdään tarvittavia muutoksia tarkoitukseen. (Jonassen & Land 2000, v.) Konstruktivinen oppiminen on väline, jolla edustetaan, refleктоidaan ja muokataan oppijan ymmärrystä sekä rakennetaan merkityksiä opittavaan. Opiskelijat käyvät läpi henkilökohtaisen prosessin omalla tyylillään, käyttäen omia tiedollisia lähtökohtia ja tapoja kuvitella asioita. (Salakari 2007, 134.)

Simulaatio-oppiminen antaa opiskelijalle edellytykset parempaan päätöksentekoon ja tehokkaampaan ongelmanratkaisutaitoon luovan ajattelun avulla. Luova ajattelu syntyy simulaatioharjoituksen jälkipuinnissa, joka antaa opiskelijalle tilaisuuden pohtia omia toimintojaan ja mahdollisia vaihtoehtoisia toimintatapoja. (Campbell & Daley 2009a, 9.) Simulaatio-oppiminen antaa myös mahdollisuuden parempaan havainnollisuuteen ja opiskelija saa kokemusta hankalista ja mahdollisesti hyvinkin

stressaavista tilanteista. Opiskelija pääsee huomaamaan oman tietotaitonsa rajallisuuden opiskeltavassa asiassa, minkä lisäksi simulaatio opiskelumuotona haastaa opiskelijan etsimään ja oppimaan uutta teoreettista tietoa. (Laurea 2009.)

## 5.2 Simulaatio-opetuksen hyödyt

Simulaatio-opetuksesta saatavat hyödyt ovat monipuolisia. Boore ja Deeny (2012, 188) jakavat simulaatiosta saatavat hyödyt mahdollisuuksiin saada kokemusta kriisitilanteesta ennen kliinistä harjoittelua, arvioida ja reflektoida tapahtumia turvallisessa ympäristössä sekä luoda keinotekoisesti tilanteita, joita ei välttämättä kohtaa muutoin. Simulaatioon osallistuvat oppivat myös tehokkaasti hyödyntämään vaikeakulkuisia ja -käyttöisiä kliinisiä tiloja. Simulaatio antaa tilaisuuden ajatella ja tuntea tapoja, joilla oikeassa tilanteessa tulee toimia, mutta hitaammalla tahdilla ja turvallisesti. (Boore & Deeny 2012, 188.) Opetus simulaation kautta on todettu tehokkaaksi ja se mahdollistaa useiden taitojen tehokkaan oppimisen turvallisessa harjoitusympäristössä (Laurea 2009).

Simulaatio-opetuksen hyötyihin kuuluu opiskelijoiden valmentautuminen harjoitteluihin ja työelämään. Opiskelijat voivat lähteä simulaatio-opiskelun myötä koulutustaan vastaaviin harjoitteluihin paremmin valmennettuina kuin ennen simulaatio-opiskelua. Lisäksi opiskelijat saavat simulaation kautta täsmäkoulutusta käytännön töihin, jolloin työelämään on mahdollista siirtyä entistä valmiimpana. Opiskelijat oppivat asiat myös nopeammin simulaation avulla kuin tavallisten luentojen kautta. (Salakari 2010, 13–14.) Simulaatio-opetuksessa opiskelijat pääsevät tekemään muun muassa potilasharjoitteita ilman riskiä potilaille tai kanssaharjoittelijoille, minkä lisäksi simulaatio luo turvallisen ympäristön harjoitella ja saada kokemusta jopa akuuteista tilanteista (Tampereen yliopisto 2011).

Simulaatio-opetuksen avulla työelämässä tehtävien valintojen tekeminen helpottuu. Jouduttaessa ensimmäistä kertaa kiireelliseen ja haastavaan tilanteeseen työelämässä voi toimintatapoja olla vaikea valita, jolloin päädytään usein tekemään virheitä. Sen sijaan, jos tilanteita on käyty etukäteen läpi ja harjoiteltu, aidosta haastavasta tilanteesta voi selvitä suuremmalla todennäköisyydellä onnistuneesti. (Salakari 2007, 116.) Terveystieteiden simulaatioharjoittelussa pyritään tilanteeseen, jossa potilaiden hoitotilanteet eivät ole ensimmäistä kertaa käytännössä esillä vasta työelämässä (Rall 2013, 10). Tavoitteena on, että simulaatioharjoittelun jälkeen hoitaja on saanut kokemusta ja taitoa tehtävän hoitotoimenpiteen suorittamiseen ennen varsinaista potilaskohtaamista.

Simulaatio-opetus ei ole hyödyllistä pelkästään opiskelijoille vaan myös organisaatioille, jotka käyttävät simulaatiota opetuksessa. Simulaatio-opetuksessa hyödynnettävät laitteet ja koneet voivat olla aitoina erittäin kalliita, mutta simulaattorien kehittyessä voidaan hankkia kustannustehokkaampia laitteita, joilla todellisuutta voidaan jäljitellä. Näin saadaan yhtä hyvä tai mahdollisesti parempikin opetustulos ja kustannukset ovat alhaisemmat. (Salakari 2007, 176–178.) Simulaatio-opetusta järjestävässä organisaatiossa opiskelijat valmistuvat nopeammin ja organisaation imago saadaan kohotettua paremmalla ja laadukkaammalla opetuksella (Salakari 2010, 15–16). Vetovoimainen ja moderni opetus saa enemmän opiskelijoita houkutelua opetettaville aloille.

### 5.3 Simulaatioharjoituksen toteuttaminen

Simulaatioharjoitus koostuu kolmesta vaiheesta: valmistautuminen, simulaattoriharjoitus ja jälkipuinti. Valmistautumisvaiheessa kerrotaan opiskelijoille tehtävänanto, jaetaan materiaalit ja järjestetään tarvittava opastus. Varsinainen harjoitus suoritetaan yksin tai ryhmässä, jossa opiskelijat joutuvat käyttämään aiemmin opittua teoretietoa ja harjoituksen myötä luomaan siitä taidon. Harjoituksessa kouluttaja toimii simulaation ohjaajana joko tarkkailijana tai hänellä voi olla aktiivinen rooli simulaatioharjoituksessa. Kouluttaja voi puuttua suoritteeseen, jos suorittamisessa esimerkiksi tapahtuu virhe tai jos jokin toiminto ei onnistu simulaatioon osallistuvilta. (Salakari 2010, 17–18.)

Valmistautuminen simulaatioon aloitetaan käymällä läpi oppimistavoitteet etukäteen suunniteltujen esivalmistautumiskysymysten avulla ja jakamalla tarvittavat esimateriaalit. Valmistautumisvaiheessa käydään läpi harjoitukseen tarvittavaa teoretietoa, harjoituksen periaatteet ja mahdolliset oheismateriaalit, kuten potilaan tiedot tai hoitotilanteen kulku. Ennen harjoittelun aloittamista suunnitellaan myös jälkipuinnin arvioinnin kohteet. Toimintaan siirrytään, kun opiskelijat ovat valmistautuneet. Kun simulaatio on suoritettu, kerätään tilannetta seuranneilta opiskelijoilta palaute ja arvoinnit sekä arvioidaan simulaation suorittajien tuntemukset. (Nurmi, Rovamo & Jokela 2013, 89–96.)

Simulaatiotilojen varaaminen ja harjoituksen suunnittelu tulee aloittaa hyvissä ajoin. Harjoitukseen osallistuvien koulutettavien määrä tulee miettiä varattujen tilojen mukaisesti. Harjoituksen aikana tiloissa ei saisi olla liikaa ihmisiä samanaikaisesti, jotta koulutettavien huomio pysyy hoidettavassa tapauksessa. Jos kouluttajia tai ohjaajia on useampia, voidaan pitää useampaa simulaatiota yhtäaikaaisesti. (Nurmi ym. 2013, 88–89.)

Simulaatio toteutetaan aina simulaatioskenaarion mukaisesti. Skenaariorakennetaan tiettyyn kaavaan, josta opiskelijat ja ohjaajat saavat tarvittavat tiedot. Rakenteeseen kuuluu yksinkertainen otsikko, joka sitoo alleen opiskeltavan aiheen. Otsikon jälkeen mainitaan opiskeltava kohdealue ja skenaarion etenemisen kuvaus. Kuvaukseen sisällytetään tarpeelliset potilastiedot, joihin luetaan kaikki vaikuttavat asiat kuten allergiat, lääkitykset ja viimeaikaiset onnettomuudet tai leikkaukset. Kuvauksen jälkeen käsitellään skenaarion tavoitteet. Tavoitteiden jälkeen skenaariossa käsitellään harjoituksessa tarvittavat tarvikkeet ja resurssit sekä simulaatioon osallistuvien määrä ja mahdolliset vuorosanojen käsikirjoitukset. Simulaatioon osallistuville annetaan ohjeistukset siitä, miten toimia tilanteen edetessä. Myös ohjaajan väliintulolle annetaan erillinen ohjeistus. Viimeiseksi kuvataan harjoituksen päättämiskriteerit ja palautteenanto-ohjeistus. (Campbell & Daley 2009b, 53–55.)

Skenaarioiden suunnittelussa tulee huomioida monia asioita, jotta oppiminen tapahtuu halutulla tavalla. Skenaarion tulee olla yksiselitteinen, mutta kuitenkin yksityiskohtainen ja kattava. Opiskelijoilla tulisi olla tilaa pohtia asioita luovasti. Liiallinen ohjeistaminen voi johtaa suoraviivaiseen suoritteeseen, josta ei jää tarpeeksi pohdittavaa eikä oppiminen tapahdu halutulla tavalla. (Nurmi ym. 2013, 89–96.) Skenaarioissa tulisi pystyä huomioimaan myös sanatonta viestintää työkavereiden ja potilaan kanssa. Tilanteessa on hyvä huomioida myös potilaan ja hoitajan välinen sanallinen kommunikointi. Harjoiteltavassa tilanteessa olisi hyvä, että opiskelija joutuisi hyödyntämään ja ilmaisemaan

teoriassa opittua, esimerkiksi potilaan tai työkavereiden kysymysten kautta. Skenaarion suunnittelussa tärkeää on myös luoda jälkipuintiin käytettävät kysymykset siten, että ne käsittelevät suunnitellun tarkasti juuri opittavaa asiaa. (Pagano & Greiner 2009, 49–50.) Tärkeintä kuitenkin on, että skenaario saa opiskelijat täysin uppoutumaan harjoiteltavaan tehtävään ja että skenaario herättää kiinnostusta oppimaan uutta ja ohjaa suunniteltuun oppimiseen (Boore & Deeny 2012, 155–156).

Harjoituksen päättymistä seuraava jälkipuinti on yksi simulaatioharjoituksen tärkeimmistä vaiheista. Jälkipuinti auttaa opiskelijaa ymmärtämään, mitä hän teki hyvin ja mikä olisi vaatinut parantamista. Ilman jälkipuintia opiskelija ei välttämättä kykene analysoimaan syy-seuraus-suhteita. Jälkipuinnin aikana opiskelija jakaa omat tunteuksensa harjoitteesta ja tekee itsearviointin tilanteesta sekä saa palautetta kouluttajalta ja opiskelutovereilta. Toisten opiskelijoiden palaute ei kuitenkaan saa olla piikittävää vaan sen tulee olla kuvailevaa ja harjoituksen tuloksia pohdiskelevaa. Esimerkiksi huomioita voidaan tehdä toiminnan suorittajan nopeudesta ja sen vaikutuksesta tulokseen, jolloin voidaan kysyä, huomasiko suorittaja itse tuloksen muutoksen. Jälkipuinnissa ei tule käsitellä epäonnistumista vaan sen tulee olla turvallinen tapa saada palautetta. (Salakari 2010, 18, 63–65.) Jälkipuinnin lopussa käsitellään osallistujien näkemykset ja tunteet tilanteesta. Tässä vaiheessa on tärkeää huomioida positiiviset asiat sekä käsitellä kaikki oletukset, havainnot, tunteet ja ajatukset. (Dieckmann, Lippert & Østergaard 2013, 197–200.)

## 6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Tässä opinnäytetyössä laadittiin simulaatioskenaario verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenotosta bioanalytiikan opiskelijoille. Vilkan ja Airaksisen (2003, 10) mukaan ammattikorkeakoulun päättötyönä tuotetun opinnäytetyön tulee olla työelämälähtöinen, käytännönläheinen, alan tietojen ja taitojen riittävää hallintaa osoittava sekä tutkimuksellisella asenteella toteutettu. Tämän opinnäytetyön työelämälähtöisyys ja käytännönläheisyys tulevat esille aihevalinnassa. Simulaatioskenaarion tuottaminen valittiin opinnäytetyön aiheeksi, sillä tuotoksesta on hyötyä simulaatio-opetuksessa mukana oleville opettajille ja opiskelijoille sekä opinnäytetyön tekijöille. Skenaarion työstäminen edistää opinnäytetyön tekijöiden ammatillista osaamista, minkä lisäksi skenaarion hyödyntäminen opetuksessa kehittää tulevien bioanalyttikko-opiskelijoiden ammattiin valmentumista. Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistyön periaatteita ja työvaiheita noudattaen. Työn päävaiheet olivat kattavan teoriapohjan kokoaminen, opinnäytetyöraportin kirjoittaminen sekä skenaarion luominen ja julkaisu.

### 6.1 Opinnäytetyö kehittämistyönä

Kehittämistyöllä pyritään etsimään ratkaisuja käytännön ongelmiin sekä tuottamaan ja toteuttamaan uusia ideoita ja käytäntöjä. Kehittämistyön taustalla on aina toimeksiantajan kehittämis- tai muutostarpeet. Tutkimuksellisuus on tärkeä osa kehittämistyötä, koska sen avulla tulokset ovat paremmin perusteltavissa. Tutkimuksellisuus ei kuitenkaan välttämättä tarkoita varsinaisen tutkimuksen suorittamista. Kehittämistyössä tutkimuksellisuus ilmenee siten, että kehittäminen etenee järjestelmällisesti, analyttisesti ja kriittisesti. Tutkimuksellisuus tarkoittaa myös sitä, että kehittämistyössä hyödynnetään jo olemassa olevia teorioita ja niistä muodostuvaa tietoperustaa. Omien ratkaisujen ja tuotetun tiedon tulee siis rakentua olemassa olevan tiedon päälle. (Ojasalo ym. 2009, 21.)

Kehittämistyötä kuvataan usein prosessina. Prosessin kautta tarkasteltuna kehittämistyö etenee järjestelmällisesti ja kehittämistyön vaiheista saadaan kokonaiskuva, joka helpottaa työskentelyä. Kehittämistyön prosessi voidaan jakaa kuuteen vaiheeseen: kehittämiskohteen tunnistaminen, kehittämiskohteeseen perehtyminen teoriassa ja käytännössä, kehittämistehtävän määrittäminen ja kehittämiskohteen rajaaminen, tietoperustan laatiminen sekä lähestymistavan ja menetelmien suunnittelu, kehittämishankkeen toteuttaminen ja julkistaminen eri muodoissa sekä kehittämisprosessin ja lopputulosten arviointi. (Ojasalo ym. 2009, 22–24.)

Tämä opinnäytetyö seurasi kehittämistyön prosessia pääpiirteittäin. Opinnäytetyön aihe saatiin Savonia-ammattikorkeakoulun aihelistalta. Seuraavassa työvaiheessa tutustuttiin Savonia-ammattikorkeakoulun simulaatiohankkeeseen hankkeen blogin kautta ja keskusteltiin bioanalytiikan koulutusohjelman simulaatiovastuupettajan kanssa. Opettajan kanssa päädyttiin yhdessä siihen, että skenaario kondennetaan bioanalyttikko-opiskelijoille ja skenaariossa keskitytään verikaasuanalyysin preanalyttiseen vaiheeseen eli kapillaarinäytteenottoon ja näytteen käsittelyyn. Opinnäytetyön aiheen tarkennuksen ja rajauksen jälkeen lähdettiin rakentamaan opinnäytetyön teoriapohjaa sekä työstämään skenaariota.

## 6.2 Opinnäytetyöraportin kirjoittaminen

Tämän opinnäytetyön raportointiosan kirjoittaminen aloitettiin keväällä 2013. Raportin kirjoittamisen ensimmäisenä vaiheena oli tiedonhaku, jonka helpottamiseksi kävimme Savonia-ammattikorkeakoulun kirjastoinformaation pitämän vapaavalintaisen verkkokurssin Tiedonhankintaa taitavasti. Kurssilla saatiin apua käyttökelpoisten hakusanojen luomiseen ja opittiin käyttämään sähköisiä tietokantoja. Opinnäytetyöraportin lähdeaineisto haettiin käyttäen Cinahl-, Medic- ja kirjastojen tietokantoja. Englanninkielisessä Cinahl-viitetietokannassa käytettiin kansainvälisiä MeSH-asiasanoja (Medical Subject Headings). Kotimaisia tietokantoja hyödynnettäessä käytettiin MeSH- ja YSA-asiasanoja (Yleinen suomalainen asiasanasto). Käytettyjä MeSH-asiasanoja olivat muun muassa blood gas, blood gas analysis, blood specimen collection, specimen handling, capillaries, patient simulation ja education. Käytettyjä YSA-asiasanoja olivat muun muassa näytteenotto, analyysilaitteet, analyysimenetelmät, simulointi, preanalytiikka ja skenaariot. Sähköisten tietokantojen lisäksi tiedonhaussa hyödynnettiin Internetin vapaasanahakua muun tiedonhaun tukena.

Vapaavalintaisen verkkokurssin tiedonhakuharjoitusten ja itsenäisen tiedonhaun yhteydessä löydettiin riittävästi materiaalia opinnäytetyöraportin työstämistä varten. Raportti kirjoitettiin käyttämällä lähdeaineistona artikkeleita, oppikirjoja sekä aiheeseen liittyviä verkkoaineistoja, kuten oppimateriaaleja ja blogeja. Käytetyt artikkelit olivat sähköisiä julkaisuja. Lähdemateriaaliksi valitut oppikirjat löytyivät Savonia-ammattikorkeakoulun kirjastosta ja Kuopion kaupunginkirjastosta. Käytössä oli sekä englanninkielisiä että suomenkielisiä materiaaleja.

Tiedonhaun ja sitä seuranneen tekstin työstämisvaiheen tehostamiseksi opinnäytetyöraportin teoriaosio jaettiin tekijöiden kesken siten, että jokaisella oli oma vastuukokonaisuus. Nämä vastuukokonaisuudet olivat verikaasuanalyysi kliinisen laboratoriotutkimusprosessin mukaisesti, happoemästäsapaino ja simulaatio-opetus. Vaikka tiedonhakuja ja teorian kokoamista suoritettiin vastuualueittain, perehtyi jokainen tekijä myös muiden vastuualueisiin ja osallistui teorian yhteiseen koostamiseen ja täydentämiseen. Tällä varmistettiin se, että tekijöille syntyi samantasoinen ymmärrys aiheesta, minkä lisäksi pystyttiin yhdessä ideoimaan ja luomaan halutunlainen skenaario.

Opinnäytetyöraportin kirjoittamisympäristönä käytettiin Google Drive -sovellusta. Google Drive on ilmainen Internet-sovellus, joka mahdollistaa erilaisten sisältöjen, kuten tekstitiedostojen ja kuvien jakamisen usean henkilön käyttöön. Jaettua sisältöä voi muokata useampi käyttäjä yhtä aikaa, minkä lisäksi käyttäjien tekemät muutokset sisällössä tallentuvat reaaliajassa. (Google Drive 2013.) Sovellus valittiin raportin kirjoittamisympäristöksi, sillä tekijöitä oli kolme ja yhtenäisen tekstin tuottaminen muilla keinoin koettiin tarpeettoman haasteelliseksi. Kaikilla tekijöillä oli myös aiempaa kokemusta sovelluksesta aiempien opintojen yhteydestä, jolloin sovelluksen käyttö kirjoitusympäristönä koettiin luontevaksi.

Opinnäytetyöraportin kirjoittamisvaiheessa ohjausta saatiin opinnäytetyön ohjaavalta opettajalta ja kahdelta Savonia-ammattikorkeakoulun äidinkielen opettajalta. Ohjaavalta opettajalta saatu ohjaus kohdistui raportin sisältöön ja rakenteeseen. Äidinkielen opettajilta saatiin ohjausta raportin raken-

teeseen ja kieleen liittyvissä asioissa ensin syyskuussa 2013 järjestetyssä ABC-pajassa ja lopulta opinnäytetyöraportin äidinkielen lopputarkastuksessa marraskuussa 2013.

### 6.3 Skenaarion tuottaminen ja julkaisu

Tämän opinnäytetyön tuotoksen eli simulaatioskenaarion tuottamisessa merkittävin työvaihe oli syvällinen perehtyminen aiheeseen. Skenaarion tuottaminen edellytti perehtymistä verikaasuanalyysiin, kapillaarinäytteenottoon ja simulaatio-opetukseen liittyvään tietoon. Huomiota kiinnitettiin myös bioanalytiikan koulutusohjelman opetussuunnitelmaan, jotta skenaario täyttäisi koulutusohjelman osaamisvaatimukset. Erityisesti simulaatio-opetukseen perehtyminen ja siitä teoriapohjan sekä skenaarion luominen vaativat runsaasti aikaa, sillä kaikki simulaatioon liittyvät asiat olivat opinnäytetyön tekijöille uutta. Ohjaavalta opettajalta saatavaa ohjausta tarvittiinkin eniten simulaatioskenaarion laatimisessa.

Verikaasuanalyysiin, kapillaarinäytteenottoon ja simulaatio-opetukseen perehtymisen ja opinnäytetyön teoriapohjan luomisen jälkeen alettiin tuottaa simulaatioskenaariota. Skenaarion luomisessa apuna olivat harjoittelujaksojen ja kesätöiden myötä saadut kokemukset kapillaarinäytteenotosta. Omakohtaisten kokemusten avulla pystyttiin pohtimaan tehokasta oppimistapaa eli miten skenaariossa voitaisiin toimia erilaisissa tilanteissa. Skenaarion ensimmäisessä versiossa painotettiin tavoitteiden, roolituksen ja potilastapauksen kuvausta. Ohjaavalta opettajalta, opponenteilta ja bioanalytiikan koulutusohjelman yliopettajalta saadun palautteen perusteella päädyttiin kiinnittämään enemmän huomiota myös opiskelijoiden esivalmistautumiseen, toimintaympäristön ja välineistön kuvaukseen, harjoitustilanteen etenemisen kuvaukseen, ohjaajan rooliin harjoituksen aikana, harjoituksen varasuunnitelmaan ja päättämiskriteereihin sekä harjoituksen jälkipuinnissa käsiteltäviin asioihin. Ohjaavalta opettajalta saatiin myös käyttöön simulaatioskenaariolle soveltuva pohja, johon lopullinen skenaario tehtiin. Valmis simulaatioskenaario verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenotosta on tämän opinnäytetyöraportin liitteenä (liite 1).

Tuotettu simulaatioskenaario on vain yksi esimerkki siitä, kuinka verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenottoa voidaan harjoitella. Muokkaamalla skenaariota esimerkiksi tavoitteiden osalta, voidaan samaa harjoitustilannetta käydä läpi painottaen eri asioita. Näin saman harjoituksen läpikäyminen eri painotuksilla antaa opiskelijoille kokonaisvaltaisen kuvan verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenotosta. (Luku 5.3.) Tuotettu skenaario on rakenteeltaan selkeä, joten sen muokkaaminen eri oppimispainotuksille on helppoa. Skenaarion käyttö- ja muokkusoikeuksista sovittiin tekijänoikeussopimuksella Savonia-ammattikorkeakoulun ja opinnäytetyön tekijöiden välillä.

Tuotettu simulaatioskenaario verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenotosta julkaistiin tämän opinnäytetyöraportin liitteenä. Tähän julkaisumuotoon päädyttiin siksi, että tuotos on mahdollista tulostaa otettavaksi mukaan simulaatioharjoitukseen. Skenaario mahtuu kahdelle sivulle, joten sen tulostaminen on vaivatonta.



## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön toteutimme opinnäytetyöprosessin mukaisesti. Työn valmistusprosessia arvioimme SWOT-analyysin avulla. SWOT-analyysi on nelikenttäinen kuvio, jonka avulla arvioidaan työn tai prosessin vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. SWOT-analyysi on hyvä toteuttaa suunnitteluvaiheessa, jolloin sen avulla voidaan ohjata työn tai prosessin toteuttamista. (Opetushallitus 2012.) Tämän opinnäytetyön toteuttamista varten teimme työn suunnitteluvaiheessa SWOT-analyysin, joka on kuvattuna alla (kuvio 1).

<p><b>Vahvuudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aiemmista opinnoista ja harjoitteluista opitut tiedot verikaasuanalyysistä</li> <li>– tiedonhakukurssi, lähdekritiikki</li> <li>– kolme ihmistä jakamassa työmäärää</li> </ul>	<p><b>Heikkoudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– simulaatio-opetuksen tuntemattomuus</li> </ul>
<p><b>Mahdollisuudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– konkreettinen tuotos, josta hyötyä tuleville opiskelijoille</li> <li>– kolme eri näkökulmaa</li> <li>– oman osaamisen hyödyntäminen</li> </ul>	<p><b>Uhat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– motivaation heikentyminen työprosessin aikana</li> <li>– aikataulutuksen muiden koulutöiden kanssa</li> <li>– tarpeellisen tiedon löytäminen oppikirjojen ulkopuolelta</li> <li>– kaikkia tyydyttävän lopputuloksen aikaansaamisen hankaluus</li> </ul>

KUVIO 1. Opinnäytetyöprosessin SWOT-analyysi

Vahvuksiimme opinnäytetyön teossa olivat aiemmista opinnoista, harjoitteluista ja kesätöistä opitut tiedot verikaasuanalyysistä. Vahvuudeksi koimme myös käymämme vapaavalintaisen tiedonhakukurssin ja kurssilta saadut opit lähdekritiikin merkityksestä ja toteuttamisesta. Lisäksi vahvuutenamme oli opinnäytetyön tekeminen kolmen hengen ryhmässä, jolloin työmäärän jakaminen tekijöiden kesken helpotti työn ideointia ja toteuttamista.

Opinnäytetyön tekemisessä heikkoudeksi koimme simulaatio-opetuksen tuntemattomuuden ja sen aiheuttamat haasteet opinnäytetyön tuotoksen luomisessa. Tätä heikkoutta korjasimme perehtymällä aiheeseen huolellisesti ja hakemalla aktiivisesti ohjausta ja palautetta simulaatio-opetukseen perehtyneeltä opinnäytetyömme ohjaajalta. Lisäksi palautetta ja tukea saatiin myös opponenteilta. Simulaatio-opetuksen vierauden lisäksi opinnäytetyöprosessin aikana heikkoudeksi paljastui tekijöiden ajallisten resurssien rajallisuus. Tätä pyrimme korjaamaan tukemalla toisiamme vastuunjaon avulla ja asettamalla väliaikatavoitteita.

Opinnäytetyön toteutuksessa mahdollisuudeksi lukeutui opinnäytetyömme tarkoitus eli simulaatioskenaarion luominen. Skenaario on konkreettinen tuotos, joka vastaa tilaajan tarpeeseen ja josta on hyötyä tuleville opiskelijoille. Mahdollisuuksiksi lukeutuivat myös ryhmässä työskentely ja tekijöiden osaamisen hyödyntäminen työn toteuttamisessa. Ideointi ja toteuttaminen ryhmässä johtivat siihen, että opinnäytetyöprosessin aikana pystyttiin hyödyntämään kaikkien näkemyksiä monipuolisesti.

Suurimmiksi uhkiksi opinnäytetyömme toteutuksessa arvioimme motivaation heikentymisen työprosessin aikana ja aikataulutuksen muiden koulutöiden kanssa. Näiden uhkien toteutumista pyrimme estämään koko prosessin ajan jakamalla työmäärän tasaisesti ja noudattamalla asettamiemme väliaikatavoitteita. Pidimme myös taukoja opinnäytetyön teossa silloin, kun ajallisia resursseja vaadittiin muiden koulutöiden edistämiseen. Tuottamamme skenaarion testausta lukuun ottamatta pystyimme varsin hyvin sijoittamaan opinnäytetyön tekemisen muiden koulutöiden lomaan. Motivaation ja ajankäytön vaikeuksien lisäksi uhkiksi arvioitiin tarpeellisen tiedon löytäminen oppikirjojen ulkopuolelta sekä kaikkia opinnäytetyön tekijöitä tyydyttävän lopputuloksen aikaansaaminen. Lähdemateriaalia löysimme kuitenkin tiedonhaun avulla monipuolisesti ja työn toteuttaminen tapahtui hyvällä yhteistyöllä, joten näiltäkin uhkilta vältyttiin varsin hyvin.

Opinnäytetyömme suunnitteluvaiheessa ajatuksenamme oli testata luomaamme simulaatioskenaariota käytännössä. Testauksen avulla olisimme saaneet palautetta skenaarion toimivuudesta sekä simulaatiossa toimijoina olevilta opiskelijoilta että simulaatiota ohjaavalta opettajalta. Omien havaintojemme ja käyttäjäpalautteen perusteella skenaariota olisi voitu tarpeen mukaan muokata vielä helpommin toteutettavaksi ja paremmin todellisuutta jäljitteleväksi. Ajallisten resurssien puutteen vuoksi testaus kuitenkin jätettiin tekemättä, jolloin skenaarion testaus käytännössä jäi opinnäytetyömme kehittämisehdotukseksi. Skenaario valmistui lopulliseen muotoonsa teoriatiedon ja opinnäytetyön tekijöiden omien näytteenottokokemusten avulla.

## 7.1 Opinnäytetyön luotettavuus

Tämän opinnäytetyön luotettavuus perustuu skenaarion tuottamisessa käytetyn lähdeaineiston luotettavuuteen. Lähdeaineiston valinnassa käytetään huolellista harkintaa eli lähdekritiikkiä. Käytännönläheisen opinnäytetyön lähdemateriaalivalinnoissa on olennaista käytettävien lähteiden laatu ja soveltuvuus tehtävään opinnäytetyöhön. (Vilka & Airaksinen 2003, 72, 76.) Tämän opinnäytetyön lähteitä valittaessa käytettiin tarkkaa harkintaa, jotta tuotoksena syntynyt skenaario olisi tuotettu luotettavan lähdeaineiston pohjalta. Opinnäytetyömme lähdemateriaalina pyrittiin käyttämään monipuolisesti sekä kirjallista että lehtiartikkeleita. Käytetyt lähteet olivat suomenkielisiä ja osa englanninkielisiä.

Lähdeaineistoon kannattaa valita mahdollisimman tuoreita lähteitä, sillä monelle alalle tyypillistä on luotettavan tutkimustiedon nopea muuttuminen (Vilka & Airaksinen 2003, 72–73). Lähdeaineistoksi soveltuvien lähteiden arvioinnissa tulee kiinnittää huomiota myös kirjoittajan tunnettavuuteen, lähteen uskottavuuteen sekä tiedon alkuperään (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 109–110). Ajan-

kohtaisinta alamme tietoa ei usein ole saatavilla suomenkielisenä, joten englanninkielisten lähteiden käyttö lisää tämän opinnäytetyön luotettavuutta. Laboratorioalan nopea uudistuminen ja tiedon nopea muuttuminen huomioitiin julkaisukielen lisäksi siten, että ennen 2000-lukua julkaistujen materiaalien käyttöä pyrittiin välttämään. Lähdeaineistona käytettyjen ennen 2000-lukua julkaistujen teosten luotettavuus perustui kirjoittajan asiantuntijuuteen laboratorioalalla.

Kelvollisimpia lähteitä ovat alkuperäiset julkaisut. Oppi- ja käsikirjojen käyttöä kannattaa välttää, sillä niissä oleva tieto on yleensä useasti tulkittua. (Vilka & Airaksinen 2003, 73.) Oppikirjojen käyttö tämän opinnäytetyön lähdemateriaalina oli mielekästä esimerkiksi kapillaarinäytteenoton ja verikaasuanalyysin teorian tiedon osalta, sillä käytännöt ja menetelmät eivät ole merkittävästi muuttuneet lähivuosina, minkä lisäksi kyseisistä aiheista oli paikoitellen niukasti tietoa saatavilla muissa julkaisumuodoissa. Oppikirjoja käytettäessä varmistettiin, että kirjoittajat ovat laboratorioalan asiantuntijoita sekä se, että kirjat eivät olleet julkaisuajankohdaltaan liian vanhoja. Oppikirjojen kohdalla perehdyttiin myös lähdeluetteloihin, jotta tiedon oikeellisuuteen voitiin luottaa. Opinnäytetyön luotettavuutta olisi voitu lisätä käyttämällä enemmän alkuperäisiä artikkelijulkaisuja.

Lähdemateriaalina käytettiin myös muutamia simulaatio-opetusta käsitteleviä opinnäytetöitä. Opinnäytetöiden käyttöä lähteinä voidaan pitää riskinä tämän opinnäytetyön luotettavuudelle, sillä ne eivät ole alkuperäisiä tiedonlähteitä. Opinnäytetöiden käyttöä lähdeaineistona voidaan kuitenkin perustella sillä, että simulaatio on varsin uusi asia ja siten siitä on vielä harmillisen vähän tietoa saatavilla. Opinnäytetöitä käytettäessä pyrittiin käyttämään luonteeltaan kirjallisuuskatsauksia olevia opinnäytteitä, sillä niissä on käytetty pohjana tutkimustietoon perustuvaa kirjallisuutta sekä artikkeleita.

## 7.2 Opinnäytetyön eettisyys

Tämän opinnäytetyön tuotoksena laadittu skenaario verikaasuanalyysin kapillaarinäytteenotosta kohdennettiin bioanalyttikko-opiskelijoille, joten opinnäytetyön eettisyyttä arvioitiin bioanalyttikon eettisten ohjeiden perusteella. Bioanalyttikon eettiset ohjeet on kirjannut Suomen Bioanalyttikkoliitto ry (2006). Eettisyyden arvioinnissa otettiin lisäksi huomioon tuottamamme skenaarion eettisyys sekä kehittämistyötä ohjaavat eettiset periaatteet (Launis & Rosenberg 2013, 165–171; Ojasalo ym. 2009, 48).

Bioanalyttikon eettiset ohjeet sisältävät sekä terveydenhuollon yhteisiä eettisiä periaatteita että kliinisen laboratoriotyön eettisiä periaatteita. Kliinisen laboratoriotyön eettiset periaatteet ohjaavat bioanalyttikkoa täyttämään velvollisuutensa potilaille, ammattikunnalle ja yhteiskunnalle. Näihin velvollisuuksiin kuuluu potilaan hyvinvoinnin edistäminen ja hänen oikeuksiensa ja itsemääräämisoikeutensa kunnioittaminen. Bioanalyttikon eettisten ohjeiden mukaan bioanalyttikon tulee myös toimia hyväksytyjen toimintatapojen mukaisesti vastaten laboratoriotutkimusten laadusta ja luotettavuudesta koko laboratoriotutkimusprosessin ajan. (Suomen Bioanalyttikkoliitto ry 2006). Opinnäytetyömme simulaatioskenaario on suunniteltu siten, että simulaatio voidaan toteuttaa edellä kuvattujen eettisten periaatteiden mukaisesti (liite 1). Simulaatiossamme bioanalyttikko-opiskelijat pääsevät

siis harjoittelemaan eettisten ohjeiden mukaista toimintaa käytännön tilannetta muistuttavassa turvallisessa harjoitteluympäristössä. Täten opiskelijoiden eettisen toiminnan hallinta kehittyy ja valmius työelämään siirtymiseen paranee.

Bioanalyttikon eettiseen toimintaan kuuluvat myös oman ammattitaidon ylläpitäminen ja kehittäminen sekä vastuun ottaminen omasta toiminnasta ja oman osaamisen rajojen tiedostaminen. Bioanalyttikon toimenkuvaan kuuluu oman asiantuntijuuden välittäminen muille ammattiryhmille laboratoriotutkimuksiin liittyvissä asioissa. Omalla toiminnallaan bioanalyttikko pyrkii ylläpitämään ammattinsa luottamusta. (Suomen Bioanalyttikkoliitto ry 2006). Tuottamamme skenaarion mukaisen simulaatioharjoituksen myötä bioanalyttikko-opiskelijat saavat lisää tietämystä verikaasuanalyysistä tutkimuksena sekä oppivat tunnistamaan omaa osaamistaan verikaasuanalyysin suorittamisessa. Tämä helpottaa oman osaamisen rajojen tunnistamista työelämässä ja oman osaamisen hyödyntämistä muiden potilaan hoitoon osallistuvien ammattihenkilöiden ohjauksessa.

Potilaille tulee taata paras mahdollinen hoito, jolloin ei ole eettisesti oikein antaa opiskelijan tehdä haastavia toimenpiteitä ensimmäistä kertaa oikealle henkilölle ellei riskien välttämiseksi ole käytetty kaikkia muita keinoja. Simulaatioharjoittelu on eettisesti parempi vaihtoehto kuin harjoittelu oikeassa työympäristössä. Terveystieteidenhuollossa pyritään aina parantamaan potilasturvallisuutta, jolloin simulaatioharjoittelun etuna on se, että harjoittelu ei kohdistu oikeaan potilaaseen. Tällöin voidaan harjoitella haastavampiakin tilanteita ilman pelkoa suuremmista kustannuksista tai vahingon aiheuttamisesta. (Launis & Rosenberg 2013, 165–171.)

Tuottamassamme simulaatioskenaariossa tarvitaan opiskelija esittämään potilasta, jolloin harjoitustilanteen epäonnistuessa mahdolliset vahingot voivat kohdistua potilasta esittävään opiskelijaan. Olemme kuitenkin huomioineet tämän seikan suunnittelemalla skenaarion siten, että sen toteuttaminen on turvallista. Harjoitukseen osallistuville opiskelijoille annetaan tarvittavat tiedot simulaation toteuttamisesta, minkä lisäksi simulaation ohjaajalla on jatkuvasti mahdollisuus puuttua tilanteeseen, jos hän huomaa epäkohtia harjoituksen toteuttamisessa. Simulaation ohjaajan tulee olla sekä harjoituksen aiheeseen että simulaatioharjoitteluun perehtynyt, jotta voidaan varmistua harjoituksen turvallisuudesta.

Kehittämistyön eettisiin periaatteisiin kuuluu, että työ tehdään rehellisesti, huolellisesti ja tarkasti (Ojasalo ym. 2009, 48). Ennen simulaatioskenaarion luomista tutustuimme simulaatio-opetuksen periaatteisiin ja loimme riittävän kattavan teoriapohjan sekä simulaatio-opetuksesta että verikaasuanalyysistä ja kapillaarinäytteenotosta. Näin pystyimme luomaan todenmukaisen skenaarion, joka palvelee sille suunniteltua käyttötarkoitusta. Skenaariota laatiessamme käytimme mallina ohjaavalta opettajalta saatua simulaatiopohjaa, mutta kaiken sisällön suunnittelimme ja tuotimme itse.

Eettisesti kestävä kehittämis toiminnan oleellinen osa on rehellisesti, asiallisesti, perustellusti ja huolellisesti tehty raportti. Huolellinen raportointi mahdollistaa sen, että kehittämistyön tulokset ovat hyödynnettävissä myöhemmin. (Heikkilä, Jokinen & Nurmela 2008, 46.) Tähän opinnäytetyöraporttiin on koottu kaikki oleelliset tiedot kehittämistyöstämme: mistä aihe on saatu, työmme tarkoitus ja

tavoitteet sekä työn toteutus. Lisäksi tähän raporttiin on koottu se teoriapohja, joka on ollut apuna skenaarion luomisessa.

### 7.3 Oman oppimisen pohdinta

Savonia-ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opetussuunnitelman (2010, 4) mukaan bioanalytiikan ammatin ydinosaamisalue on kliinisen laboratoriotutkimusprosessin hallinta ja kehittäminen. Opinnäytetyötä tehdessämme syvensimme tietojamme verikaasuanalyysin luotettavasta suorittamisesta kliinisen laboratoriotutkimusprosessin mukaisesti. Opimme uutta sekä verikaasuanalyysin preanalyytisistä vaatimuksista että analyytisessä ja postanalyytisessä vaiheessa huomioitavista tutkimuksen laatuun ja luotettavuuteen vaikuttavista seikoista. Erityisesti opit happo-emästasyntäytymisen merkityksestä elimistön toiminnalle ja verikaasuanalyysin tärkeys tämän tasapainon tutkimisessa syventyivät. Lisäksi opimme uutta ihopistos- ja kapillaarinäytteenottoon liittyvistä erityisvaatimuksista.

Opinnäytetyön tekemisen aikana opimme paljon uutta myös simulaatio-opetuksesta ja sen hyödyistä. Simulaatio-opetus oli kaikille tämän opinnäytetyön tekijöille opetusmuotona varsin vieras, jolloin aiheeseen perehtyminen vaati luotettavan tiedon löytämistä ja hyödyntämistä. Opinnäytetyöprosessin aikana syvensimme tiedonhakuaitojamme ja opimme huolellista lähdekritiikkiä käyttöä. Tiedonhaun avulla opimme simulaatio-opetuksen tärkeimmät periaatteet, joiden perusteella loimme simulaatioskenaariomme. Opimme opinnäytetyöprosessin aikana kehittämistoimintaa ohjaavia periaatteita ja niiden huomioimisen toimintamme taustalla. Kehittämistyön toteuttaminen lisäsi valmiuksiamme tehdä kehittämistöitä bioanalytiikan ammatissa toimiessamme.

Opinnäytetyöraportin kirjoittamisvaiheessa kehityimme tieteellisen tekstin tuottamisessa. Erilaisten työselosteiden kirjoittaminen oli meille tuttua aiemmilta opintojaksoilta, mutta näin laajan raportin kirjoittaminen oli meille vierasta. Raportin kirjoittamisen tukena ja pohjana meillä oli Terveystieteiden tutkimus ja kehittäminen -kurssilta saadut tiedot ja taidot. Lisäksi raportin työstäminen edisti ATK-taitojemme kehittymistä erityisesti tekstinkäsittelyohjelman käytössä. Kehittyneistä ATK-taidoista on varmasti hyötyä työelämässä, sillä laboratorioissa työskennellään yhä enemmän sähköisten välineiden ja laitteiden kanssa.

Opinnäytetyömme mahdollisuutena ja haasteena oli työn toteuttaminen kolmen hengen ryhmässä. Ryhmässä työskentely opetti uudella tasolla toisten näkemysten huomioimista ja joustamista omilla mielipiteillä. Opimme tekemään kaikkia ryhmän jäseniä tyydyttäviä ratkaisuja sekä tukemaan toisiamme haasteellisissa tilanteissa. Opinnäytetyön tekemisen yhteydessä opimme aikataulutusta ja työn suunnittelun merkityksen näin laajan työn onnistuneelle toteuttamiselle. Työelämässä tarvittavat ryhmätyötaidot ja suunnitelmallinen toiminta kehittyivät opinnäytetyön tekemisen aikana huomattavasti.

## LÄHTEET

- Arola, O. 2011. Metabolinen asidoosi. Teoksessa Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) *Nestehoito*. 1.–3. painos. Helsinki: Duodecim, 54–62.
- Campbell, S. H. & Daley, K. M. 2009a. Introduction: Simulation-focused Pedagogy for Nursing Education. Teoksessa Campbell, S. H. & Daley, K. M. (toim.) *Simulation Scenarios for Nurse Educators*. New York: Springer publishing company, 3–11.
- Campbell, S. H. & Daley, K. M. 2009b. Innovative Simulation Scenarios in Diverse Settings. Teoksessa Campbell, S. H. & Daley, K. M. (toim.) *Simulation Scenarios for Nursing Educators*. New York: Springer publishing company, 53–55.
- Dieckmann, P., Lippert, A. & Østergaard, D. 2013. Jälkipuinti. Teoksessa Ranta, I. (toim.) *Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa*. Helsinki: Fioca Oy, 197–200.
- Google Drive 2013. Google Drive tiedot [verkkosivu]. Google [viitattu 4.10.2013]. Saatavissa: <http://www.google.com/intl/fi/drive/about.html>
- Guder, W. G., Narayanan, S., Wisser, H. & Zawta B. 2003. *Samples: From the Patient to the Laboratory - The impact of preanalytical variables on the quality of laboratory results*. 3. painos. Weinheim: Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA.
- Heikkilä, A., Jokinen, P. & Nurmela, T. 2008. *Tutkiva kehittäminen. Avaimia tutkimus- ja kehittämishankkeisiin terveysalalla*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit oy.
- Heikkilä, P. & Rönkkö, M. 2006. *Opetusmenetelmät opetuksen monipuolistajana. Simulaatio* [verkkójulkaisu]. Oulun Ammatillinen opettajakorkeakoulu [viitattu 18.2.2013]. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/amok/oppimat/LO/Opetusmenetelmat06a/index.html>
- Higgins, C. 2007. The use of heparin in preparing samples for blood-gas analysis. *Medical Laboratory Observer* [verkkójulkaisu] 39 (10), 16–20 [viitattu 28.8.2013]. Saatavissa: [http://www.mlo-online.com/articles/200710/1007cover\\_story.pdf](http://www.mlo-online.com/articles/200710/1007cover_story.pdf)
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. *Tutki ja kirjoita*. 13., osin uudistettu painos. Helsinki: Tammi.
- Inkinen, O. 2011. Metabolinen alkaloosi. Teoksessa Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) *Nestehoito*. 1.–3. painos. Helsinki: Duodecim, 63–66.
- Jonassen, D. H. & Land, S. M. 2000. Preface. Teoksessa Jonassen, D. H. & Land, S. M. (toim.) *Theoretical Foundations of Learning Environments*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, sivut iii-ix.

- Kairisto, V. 2003. Laboratoriotuloksen tulkinta. Teoksessa Vilpo, J. & Niemelä, O. (toim.) *Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 25–40.
- Laitinen, M. 2004. pH- ja verikaasuanalyysit. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) *Kliiniset laboratoriotutkimukset*. Helsinki: WSOY, 63–66.
- Launis, V. & Rosenberg, P. 2013. Simulaatio-opetus ja etiikka. Teoksessa Ranta, I. (toim.) *Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa*. Helsinki: Fioca Oy, 165–174.
- Laurea 2009. *Potilassimulaattori simulaatio-oppimisympäristössä. Mitä simulaatio on?* [verkkosivu]. Laurea-ammattikorkeakoulu [viitattu 4.9.2013]. Saatavissa: <http://ppp.laurea.fi/Sivut/simppatila.htm>
- Makkonen, S. & Tuokko, S. 1997. *Näytteenotto*. 4. uudistettu painos. Helsinki: Opetushallitus.
- Matikainen, A.-M., Miettinen, M. & Wasström, K. 2010. *Näytteenottajan käsikirja*. Helsinki: Edita.
- Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S.-E. 2004. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. 15. uudistettu painos. Helsinki: WSOY.
- Nurmi, E., Rovamo, L. & Jokela, J. 2013. Simulaatiotilanteiden suunnittelu. Teoksessa Ranta, I. (toim.) *Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa*. Helsinki: Fioca Oy, 88–100.
- Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2009. *Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan*. Helsinki: WSOYpro OY.
- Opetushallitus 2012. *SWOT-analyysi* [verkkosivu]. Opetushallitus [viitattu 21.10.2013]. Saatavissa: [http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/laadunhallinnan\\_tuki/wbl-toi/menetelmia\\_ja\\_tyovalineita/-swot-analyysi](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_tyovalineita/-swot-analyysi)
- Pagano, M. P. & Greiner, P. A. 2009. Enhancing Communication Skills Through Simulations. Teoksessa Campbell, S. H. & Daley, K. M. (toim.) *Simulation Scenarios for Nursing Educators*. New York: Springer publishing company, 43–51.
- Penttilä, I. 2004a. Elektrolyytti- ja happo-emästasyyppi sekä nesteaitiot ja niiden tutkiminen. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) *Kliiniset laboratoriotutkimukset*. Helsinki: WSOY, 152–171.
- Penttilä, I. 2004b. Viitearvot ja niiden määrittäminen. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) *Kliiniset laboratoriotutkimukset*. Helsinki: WSOY, 18–20.

Penttilä, I. & Törrönen, R. 1996. Elimistön neste-, elektrolyytti- ja happo-emästasapaino. Teoksessa Törrönen, R., Hänninen, O., Länsimies, E. & Penttilä, I. (toim.) *Elimistön toiminnan tutkiminen*. 1.–3. painos. Porvoo: WSOY, 301–313.

Piirilä, P. 2011a. Respiratorinen asidoosi. Teoksessa Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruukonen, E. & Silfvast, T. (toim.) *Nestehoito*. 1.–3. painos. Helsinki: Duodecim, 67–73.

Piirilä, P. 2011b. Respiratorinen alkaloosi. Teoksessa Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruukonen, E. & Silfvast, T. (toim.) *Nestehoito*. 1.–3. painos. Helsinki: Duodecim, 74–76.

Pohja-Nylander, P. 2010. *Näytteenotto verikaasuanalyysejä varten* [verkkajulkaisu]. Hyväksytty 3.3.2010. HUSLAB. Työohje [viitattu 1.11.2013]. Saatavissa: [http://huslab.fi/preanalytiikan\\_kasikirja/verinaytteenotto/naytteenotto\\_verikaasuanalyysija\\_varten.pdf](http://huslab.fi/preanalytiikan_kasikirja/verinaytteenotto/naytteenotto_verikaasuanalyysija_varten.pdf)

Puhakka, P. & Tarkka, J. 2010. *Simulaatiokoulutus tajuttomasta potilaasta* [verkkajulkaisu]. Rovaniemen ammattikorkeakoulu. Hoitotyön koulutusohjelma. Opinnäytetyö [viitattu 19.2.2013]. Saatavissa: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/21389/Puhakka\\_Pauli\\_Tarkka\\_Joni.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/21389/Puhakka_Pauli_Tarkka_Joni.pdf?sequence=1)

Rall, M. 2013. Simulaatio – mitä, miksi, milloin ja miten. Teoksessa Ranta, I. (toim.) *Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa*. Helsinki: Fioca Oy, 9–20.

Reinikainen, M. 2011. Happo-emästasapaino. Teoksessa Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruukonen, E. & Silfvast, T. (toim.) *Nestehoito*. 1.–3. painos. Helsinki: Duodecim, 32–40.

Salakari, H. 2007. *Taitojen opetus*. Ylinen: Eduskills Consulting.

Salakari, H. 2009. *Toiminta ja oppiminen - koulutuksen kehittämisen tulevaisuuden suuntaviivoja ja menetelmiä*. Ylinen: Eduskills Consulting.

Salakari, H. 2010. *Simulaattorikouluttajan käsikirja*. Ylinen: Eduskills Consulting.

Salorinne, Y. 2003. Kaasujenvaihdunnan tutkiminen levossa. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V. & Vanninen, E. (toim.) *Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede*. Helsinki: Duodecim, 203–226.

Savonia-ammattikorkeakoulu 2010. *Bioanalytiikka (AMK). Opetussuunnitelma syksy 2010*. Savonia-ammattikorkeakoulu. Terveysala Kuopio.

*SIMULA-projekti* 2011 [blogi]. Savonia-ammattikorkeakoulun simulaatiokeskuksen kehittämishanke [viitattu 5.9.2013]. Saatavissa: <http://simula2011.wordpress.com/>



Strasinger, S. K. & Di Lorenzo, M. A. 1996. *Phlebotomy workbook for the multiskilled healthcare professional*. Philadelphia: F.A. Davis Company.

Suomen Bioanalytikkoliitto ry 2006. *Bioanalyttikon, laboratoriohoitajan eettiset ohjeet* [verkkójulkaisu]. Suomen bioanalytikkoliitto ry [viitattu 7.10.2013]. Saatavissa: <http://www.bioanalytikkoliitto.fi/@Bin/220004/Eettiset+ohjeet+-suomi+2011+%281%29.pdf>

Tampereen yliopisto 2011. *Simulaatio-oppiminen* [verkkosivu]. Tampereen yliopisto. Lääketieteellinen yksikkö [viitattu 18.2.2013]. Saatavissa: <http://www.uta.fi/med/opiskelu/kaytannot/simulaatio-oppiminen.html>

Tuhkanen, O. 2010. *Kirjallisuuskatsaus: Simulaatio oppimisessa ja opetuksessa* [verkkójulkaisu]. Metropolia-ammattikorkeakoulu. Ensihoidon koulutusohjelma. Opinnäytetyö [viitattu 19.2.2013]. Saatavissa: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14590/ont\\_pdf.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14590/ont_pdf.pdf?sequence=1)

Tuokko, S., Rautajoki, A. & Lehto, L. 2008. *Kliiniset laboratorionäytteet - opas näytteiden ottoa varten*. 1.–2. painos. Helsinki: Tammi.

Uotila, L. 2010. Neste-, elektrolyytti- ja happo-emästatapaino. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) *Laboratoriolääketiede - kliininen kemia ja hematologia*. 3. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 93–120.

Vaasan keskussairaala 2013. *aB-Happoemästase (+ happiosapaine)* [verkkójulkaisu]. Päivitetty 15.5.2013. Vaasan keskussairaala. Laboratorio-ohjekirja [viitattu 8.9.2013]. Saatavissa: <http://www.vshp.fi/medserv/klkemi/fi/ohjekirja/1541.htm>

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

Väisänen, S., Metsävainio, K., & Romppanen, J. 2006a. Preanalyttisistä virhetekijöistä verikaasu-analysointoreilla tehtävissä analyyseissä. *Finnanest* [verkkójulkaisu] 39 (2), 121–123 [viitattu 28.8.2013]. Saatavissa: [http://www.finnanest.fi/files/a\\_vaisanen.pdf](http://www.finnanest.fi/files/a_vaisanen.pdf)

Väisänen, S., Valtonen, P. & Romppanen, J. 2006b. Muovisen kapillaarin soveltuvuus näytteenotto-astiaksi verikaasu-analysointorille. *Kliinlab* [verkkójulkaisu] 3, 41–44 [viitattu 29.8.2013]. Saatavissa: [http://www.skky.fi/uploads/klab\\_063.pdf](http://www.skky.fi/uploads/klab_063.pdf)

## LIITE 1

## SIMULAATIOSKENAARIO

<p>Simulaatioharjoituksen aihe Kapillaarinäytteenotto verikaasuanalyysejä varten</p>
<p>Etukäteen opiskelijoille esitettävät kysymykset simulaatioharjoitukseen valmistautumiseen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitä verikaasuanalyyseillä tutkitaan?</li> <li>- Mitä välineitä tarvitaan ihopistosnäytteenottoon sormenpästä?</li> <li>- Miten pistopaikka valitaan?</li> <li>- Mitä esivalmisteluja ihopistosnäytteenotto edellyttää?</li> <li>- Miten kapillaarinäytteen laatua arvioidaan?</li> <li>- Miten kapillaarinäyte tulee käsitellä ja säilyttää näytteenoton jälkeen?</li> <li>- Miten työ- ja potilasturvallisuus huomioidaan näytteenoton aikana?</li> </ul>
<p>Tavoitteet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Opiskelija osaa ottaa kapillaarinäytteen sormenpästä</li> <li>2. Opiskelija osaa arvioida otetun näytteen laadun</li> <li>3. Opiskelija osaa ohjata potilasta näytteenottotilanteessa</li> </ol>
<p>Roolijako ja tehtäväksianto:</p> <p>Ohjaajien roolitus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarvittaessa kokoneempana näytteenottajana toimiminen (esittää kysymyksiä, jotka ohjaavat toimijoita oikeaan suuntaan)</li> <li>- Harjoituksen jälkipuinnin ohjaaminen</li> <li>- Palautteen anto</li> </ul> <p>Simulaatiossa toimivien roolit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaksi opiskelijaa suorittajina, toinen näytteenottaja ja toinen potilas</li> <li>- Tarkkailijoiden roolit: <ul style="list-style-type: none"> <li>- osa seuraa kapillaarinäytteenoton teknistä suorittamista</li> <li>- osa seuraa näytteenottajan ja potilaan vuorovaikutusta</li> </ul> </li> </ul>
<p>Potilaan nimi: Herra Hakkarainen</p> <p>Taustatiedot: Herra Hakkarainen on tullut edellisenä iltana päivystykseen tyttärensä saattelemana. Tyttären mukaan mies on käyttäytynyt sekavasti, ei ole suostunut syömään ja yleiskunto on ollut heikko. Miehellä on myös diabetes. Päivystyksessä otettujen laboratoriotutkimusten perusteella miehellä on todettu diabeteksestä johtuva ketoasidoosi ja mies on otettu osastolle. Yön jälkeen lääkäri haluaa uuden verikaasuanalyysejä, jotta nähdään, onko potilaan tila kohentunut. Potilaasta pyydetään kapillaarinäyte sormenpästä, cB-VeKaas. Näytteenottotilanteessa mies on hieman sekava, mutta silti yhteistyökykyinen.</p>
<p>Lähtötilanne ja siihen liittyvät ongelmat:</p> <p>Potilas nukkuu näytteenottajan saapuessa aamulla hakemaan näytettä. Näytteenottaja herättää potilaan, tarkistaa tämän henkilöllisyyden ja kertoo, mitä aikoo tehdä. Potilas on tokkurainen sekä terveydentilansa että näytteenoton ajankohdan vuoksi.</p>
<p>Toimintaympäristön lavastaminen ja varattava välineistö:</p> <p>Potilassänky, lansetteja, puhtaita ihonpuhdistuslappuja, ihonpuhdistusaine, hepariini- ja kapillaareja, muovitulppia kapillaarien sulkemiseen, metallipaloja ja magneetti näytteiden sekoittamiseen, suojahanskoja, laastareita, sormenpään lämmittämiseen tarvittavat välineet, kylmähaude näytteen jäähdyttämistä varten, näytteenottokärry tai -kori</p>
<p>Ohjeistus simulaatiossa toimiville:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Olet potilas. Tehtävänäsi on olla tokkurainen näytteenottajan tullessa ottamaan aamukierrolla kapillaarinäytettä. Olet yhteistyökykyinen näytteenottotilanteessa.</li> <li>2. Olet näytteenottaja aamukierrolla. Potilaasta on pyydetty kapillaarinäyte verikaasuanalyysejä varten (cB-VeKaas). Tehtävänäsi on suorittaa oikeaoppinen näytteenotto ja näytteen käsittely.</li> </ol>

<p>Arviointikohteet tarkkailijoille:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Potilaan ja näyttöönottajan välinen vuorovaikutus</li> <li>- Näytteenoton tekninen suorittaminen</li> <li>- Näytteenottajan toiminnan mukautuminen näyttöönottotilanteen sujuvuuteen</li> </ul>
<p>Simulaatioharjoituksen eteneminen:</p> <p>Näytteenottaja asettaa potilaan hyvään asentoon, valitsee näyttöönottokohdan ja aloittaa näyttöönottokohdan lämmityksen.</p> <p>Näytteenottaja valitsee sopivat näyttöönottovälineet ja asettaa kaiken valmiiksi.</p> <p>Näytteenottaja pukee suojahanskat, ottaa hyvän näyttöönottoasennon ja suorittaa ihonpuhdistuksen. Ennen pistämistä potilas ohjataan olemaan paikallaan näyttöönoton ajan. Näytteenottaja varoittaa pistämisestä, ja pistää. Näytteenottoväline hävitetään asianmukaisesti.</p> <p>Ensimmäinen pisara pyyhitään pois. Kapillaaria aletaan täyttää oikeassa kulmassa. Näyte tulee kerätä lypsämättä, eikä putkeen saa tulla ilmakuplia. Mikäli näyttöönotto takkuu, tulee arvioida uusintapistön ja korjaavien toimien tarve.</p> <p>Onnistuneen näyttöönoton jälkeen kapillaari suljetaan ja sekoitetaan välittömästi. Näytteestä tarkistetaan, että se ei sisällä ilmakuplia eikä hyytymiä (laadun tarkistus), minkä jälkeen näyte identifioidaan ja laitetaan kylmähauteelle.</p>
<p>Varasuunnitelma:</p> <p>Mikäli näyttää siltä, että näyttöönottajalla on vaikeuksia näytteen saamisessa (esim. toinen epäonnistunut pistokerta tai näyttöönottajan huomattava, toimintaa häiritsevä jännitys), opettaja tulee paikalle kokeneemman näyttöönottajan roolissa ja kysymyksillään ohjaa opiskelijan toimintaa oikeaan suuntaan.</p> <p>Simulaatioharjoitusta ei haluta keskeyttää, vaan tarvittaessa ohjataan oikeaan toimintaan.</p>
<p>Harjoituksen päättämiskriteerit:</p> <p>Näytteenottaja on mielestään onnistunut saamaan laadukkaan kapillaarinäytteen potilaasta. Näytteenoton ja näytteen käsittelyn jälkeen näyttöönottaja poistuu potilashuoneesta, jolloin ohjaaja ilmoittaa harjoituksen päättyneeksi.</p>

### Palauttekeskustelun vaiheet

<p>Kuvailevan vaiheen kysymykset (esim.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Miltä harjoitustilanne tuntui?</li> <li>- Missä koit onnistuneesi?</li> </ul>	<p>Avainsanat palautetta varten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tämänhetkiset tuntemukset</li> </ul>
<p>Analyysivaiheen kysymykset (esim.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onnistuiko toiminta tavoitteiden mukaisesti?</li> <li>- Oliko työskentely järjestelmällistä, toimittainko asianmukaisesti?</li> <li>- Millaista oli kommunikaatio potilaan kanssa?</li> <li>- Jäikö jotain huomioimatta? Oliko sillä vaikutusta tilanteen etenemiseen?</li> <li>- Mitkä asiat edistivät toiminnan onnistumista?</li> <li>- Mitä olisi voinut tehdä toisin? miksi?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potilaan ohjaaminen ja vuorovaikutus potilaan kanssa</li> <li>- Näytteenoton vaiheet</li> <li>- Näytteen laadun arviointi</li> </ul>
<p>Soveltavan vaiheen kysymykset (esim.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Miten harjoitusta voi hyödyntää tuleviin opintoihin ja työelämään?</li> </ul>	