

Opinnäytetyö AMK

Bioanalytikkokoulutus

PBIOS18

30.11.2021

Kiia Laatikainen, Emilia Virtanen

VERIKAASUANALYYSIEN LAATUPOIKKEAMIEN VAIKUTUKSET TULOSTEN LUOTETTAVUUTEEN

– Opetusvideo kapillaarisen verikaasunäytteen
näytteenotosta ja analysoinnista bioanalytikko-
opiskelijoille

Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Bioanalytikkokoulutus

2021 | 40 sivua

Kiia Laatikainen, Emilia Virtanen

Verikaasuanalyysien laatupoikkeamien vaikutukset tulosten luotettavuuteen

- opetusvideo kapillaarisen verikaasunäytteen näytteenotosta ja analysoinnista bioanalytikko-opiskelijoille

Verikaasuanalyyseissa tapahtuu helposti laatupoikkeamia ja suurin osa niistä syntyy näytteenotossa tai näytteiden käsittelyssä eli preanalyttisessä vaiheessa. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Turun ammattikorkeakoulu ja opinnäytetyö oli osa kansainvälistä BioTriCK-hanketta. Tässä opinnäytetyössä käsitellään verikaasuanalyysin suureita ja niiden laatupoikkeamia. Verikaasuanalyysit koostuvat verikaasujen eli happi- ja hiilidioksidiosapaineen lisäksi happo-emästaseen suureista eli pH:sta, emäsylimäärästä sekä bikarbonaatista. Näiden lisäksi verikaasuanalyysaattorilla voidaan mitata myös elektrolyyttejä, metaboliitteja sekä oksimetrisia tutkimuksia.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli ennaltaehkäistä verikaasuanalyysien laatupoikkeamien syntymistä ja samalla parantaa tulosten luotettavuutta. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opetusvideo bioanalytikko-opiskelijoille verikaasuanalyysien laatupoikkeamien vaikutuksista tulosten luotettavuuteen. Opetusvideon avulla pystytään kehittämään bioanalytikko-opiskelijoiden valmiuksia suorittaa verikaasuanalyyseja ja kykyä huolehtia asianmukaisesti niiden laadunhallinnasta. Opinnäytetyön tuotoksena syntyneen opetusvideon avulla lisätään verikaasuanalyysien tekijöiden ammattitaitoa ja näin vähentämään mahdollisten laatupoikkeamien määrää.

Asiasanat:

Verikaasu, verikaasuanalyysi, happo-emästasapaino, laatupoikkeama, kapillaarinen näytteenotto, opetusvideo

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Biomedical laboratory science

2021 | 40 pages

Kiia Laatikainen, Emilia Virtanen

Effects of quality deviations in blood gas analyses on the reliability of results

- educational video on capillary blood gas sampling and analysis for biomedical laboratory scientist students

Quality deviations in blood gas analyses easily occur and most of them arise during sampling or sample processing, i.e., the pre-analytical phase. The thesis was commissioned by Turku University of Applied Sciences and was part of the international BioTriCK project. This thesis deals with blood gas analysis parameters and their quality parameters. In addition to blood gases, i.e., oxygen and carbon dioxide partial pressure, blood gas analyses consist of the acid-base parameters pH, base excess and bicarbonate. In addition to these, the blood gas analyzer can also measure electrolytes, metabolites and oximetric parameters.

The aim of this thesis was to prevent quality deviations in blood gas analyses and at the same time to improve the reliability of the results. The purpose of this thesis was to produce an educational video for biomedical laboratory science students on the effects of quality deviations in blood gas analyses on the reliability of results. The educational video will help to develop the capacity of biomedical laboratory science students to perform blood gas analyses and to properly manage their quality management. The resulting educational video will increase the professionalism of blood gas analysts and thus reduce the number of potential quality deviations.

Keywords:

Blood gas, blood gas analysis, acid-base balance, quality deviations, capillary sampling, educational video

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 VERIKAASUANALYYSI	7
2.1 Näytteenotto verikaasuanalyysia varten	7
2.2 Verikaasut	7
2.3 Elektrolyytit	8
2.4 Metaboliitit	9
2.5 Oksimetriosatutkimukset	10
3 HAPPO-EMÄSTASAPAINO	12
3.1 Happonemästasapainon suureet	12
3.1.1 Happamuusaste pH	12
3.1.2 Emäsyylimäärä BE	13
3.1.3 Standardibikarbonaatti HCO ₃ -st	13
3.1.4 Hiilidioksidiosapaine pCO ₂	14
3.1.5 Happiosapaine pO ₂	14
3.2 Happonemästasapainon häiriöt	15
3.2.1 Respiratorinen asidoosi	16
3.2.2 Respiratorinen alkaloosi	16
3.2.3 Metabolinen asidoosi	17
3.2.4 Metabolinen alkaloosi	18
4 LAADUNVARMISTUS	19
4.1 Laatu poikkeama	19
4.1.1 Preanalyttiset virhetekijät	19
4.1.2 Analyttiset virhetekijät	21
4.1.3 Postanalyttiset virhetekijät	22
4.2 Aikaisemmat tutkimukset	23
5 OPETUSVIDEO	25
6 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS	26

7 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS	27
7.1 Opinnäytetyön toteutus	27
7.2 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat	27
7.3 Opinnäytetyön eettiset lähtökohdat	28
8 POHDINTA	30
LÄHTEET	31

LIITTEET

Liite 1. Opetusvideon käsikirjoitus

1 JOHDANTO

Verikaasuanalyysi mittaa verikaasujen eli hapen ja hiilidioksidin pitoisuutta veressä. Sen lisäksi sillä määritetään veren happo-emästasapainosta kertovia määreitä, kuten pH-arvo, bikarbonaatti sekä emäsyylimäärä. (Higgins 2013.) Verikaasuanalyysillä arvioidaan keuhkojen ja munuaisten toimintaa sekä elimistön happo-emästasapainoa. Happo-emästasapainon häiriöt voivat olla respiratorisia eli hengityseräisiä tai metabolisia eli aineenvaihduntahäiriön aiheuttamia. Häiriöt voivat aiheuttaa asidoosin eli elimistön liiallisen happamuuden tai alkaloosin eli elimistön liiallisen emäksisyyden. (Mustajoki 2021a; Mustajoki 2021b.) Verikaasunäyte voidaan ottaa kapillaari-, laskimo- tai valtimoverinäytteenä (Castro ym. 2021). Lisäksi seurataan nestetasapainon ja elektrolyyttien muutoksia, sillä niissä tapahtuvat häiriöt voivat johtaa tai liittyä happo-emästasapainon häiriöihin (Niemelä & Pulkki 2010, 113).

Verikaasuanalyysit ovat erittäin herkkiä laatupoikkeamille. Suurin osa verikaasuanalyysien laatupoikkeamista syntyy preanalyttisessä vaiheessa eli näytteenotossa tai näytteiden käsittelyssä. Preanalyttiset virhetekijät vaikuttavat mittaustulokseen ennen analysointia ja virheellinen tulos voi johtaa väriin tulkintoihin sekä potilaan väärään hoitoon. (Väisänen ym. 2006.) Verikaasuanalyysia, etenkin valtimosta otettuna, käytetään yleisesti sairaaloissa ensihoidossa sekä tehohoitoyksiköissä (Higgins 2013). Verikaasuanalyysia voidaan käyttää myös kroonisten keuhkosairauksien seurannassa (Castro ym. 2021).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa opetusvideo bioanalyttikkoopiskelijoille. Opetusvideolla havainnollistetaan oikeaoppista kapillaarinäytteenottoa verikaasuanalyysia varten sekä kuinka laatupoikkeamien syntymistä voidaan välttää. Opetusvideon avulla kehitetään bioanalyttikkoopiskelijoiden valmiuksia suorittaa verikaasuanalyysia ja kykyä huolehtia asianmukaisesti niiden laadunhallinnasta. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on ennaltaehkäistä verikaasuanalyysien laatupoikkeamien syntymistä ja näin parantaa potilasturvallisuutta sekä tulosten luotettavuutta.

2 VERIKAASUANALYYSI

2.1 Näytteenotto verikaasuanalyysia varten

Verikaasuanalyysi voidaan tehdä valtimo- (aB-), laskimo- (vB-) tai ihopistosnäytteestä (cB-) (Ylisaari ym. 2021). Ensisijainen näytemuoto on valtimoverinäyte, mutta toistuvien valtimoverinäytteiden ottaminen ei aina ole mahdollista, joten usein käytetään artealisoitua kapillaarinäytettä eli ihopistosnäytettä. Kapillaarinäytteet eivät kuitenkaan anna oikeita tuloksia, mikäli potilas on shokissa tai hänellä on muu verisuonia supistava tila, alentunut verenpaine, hän saa happihoitoa tai hän on vastasyntynyt. (Niemelä & Pulkki 2010.) Laboratorion henkilökunta ottaa ihopistos- ja laskimonäytteet, mutta valtimoverinäytteenoton suorittaa lääkäri (Ylisaari ym. 2021). Ihopistosnäytteet ovat lähempänä valtimo- kuin laskimoverta, koska kapillaarisuonien valtimopaine on laskimopainetta suurempi. Ihopistosnäytteen veressä on mukana myös kudospainetta ja solunsisäistä nestettä. (Tuokko ym. 2008, 54–55.)

Laskimonäyte verikaasuanalyysia varten otetaan aina anaerobisesti vakuumitekniikalla. Näyte otetaan elektrolyyttitasapainotettuun hepariiniruiskuun, joka on verrattavissa hepariiniputkeen. Näytteenoton jälkeen ruiskusta poistetaan ilmakuplat ja se suljetaan korkilla. Ilma poistetaan ruiskusta korkin läpi, kunnes veri tulee kosketuksiin korkin huokoisen materiaalin kanssa. Tämän jälkeen näytettä on sekoitettava huolellisesti kääntelemällä, jotta näytteeseen ei tule hyytymiä. Arterianäytteenotossa käytetään myös heparinisoitua ruiskua, mutta staasia ei käytetä ollenkaan. (Ylisaari ym. 2021.)

2.2 Verikaasut

Verikaasuja ovat happi ja hiilidioksidi, joiden osapaineista saadaan tietoa verikaasuanalyysilla. Happiosapaine kertoo hapetustilasta eli kuinka paljon happea on verenkierron ja hiilidioksidiosapaine kertoo ventilaatiotilasta eli kuinka paljon hiilidioksidia on verenkierron. (Castro ym. 2021.) Happea ja

hiilidioksidia kuljetetaan elimistössä keuhkotuuletuksen, kaasudiffuusion ja verenkierron avulla (Lei 2017).

Keuhkotuuletus vastaa kaasujen vaihdosta keuhkorakkuloiden ja hengitysilman välillä. Sisäänhengityksen aikana keuhkorakkulat siirtävät hengitysilmassa olevan hapen kaasudiffuusion avulla hiusverenkiertoon. Kaasudiffuusiosta kaasumolekyylit siirtyvät suuremmasta pitoisuudesta pienempään pitoisuuteen. Kaasudiffuusiota tapahtuu keuhkorakkuloiden lisäksi hiusverisuonten ja kudoksien sekä solujen seinämissä. Hiusverenkierrossa happi sitoutuu punasolujen hemoglobiiniin. Punasolut kuljettavat happea verenkierrossa ja siirtävät sen kaasudiffuusion avulla kudosten ja solujen käytettäväksi. Kudokset ja solut hyödyntävät hapen soluhengityksessään, jonka lopputuotteena syntyy hiilidioksidia. Hiilidioksidi kuljetetaan soluista ja kudoksista kaasudiffuusion avulla takaisin verenkiertoon. Verenkierrossa hiilidioksidi kuljetetaan bikarbonaatti-ioni muodossa takaisin keuhkorakkuloihin, josta se siirtyy keuhkotuuletuksen avulla uloshengitysilmaan. (Lei 2017.)

2.3 Elektrolyytit

Kalium (K^+) on toinen veren tärkeimmistä suoloista natriumin ohella. Kaliumia esiintyy elimistössä pääasiassa solujen sisällä. (Mustajoki 2020.) Plasman kaliumin viitearvot ovat yli 16-vuotiailla 3,3–4,9 mmol/l (Tunturi 2021a). Veren kaliumpitoisuutta mitataan erityisesti elimistön neste-, suola- ja happo-emästasapainon seurannassa. Hypokalemian eli matalan kaliumarvon syy on yleisimmin nesteenpoistolääkkeiden käyttö. Hyperkalemia eli liian korkea kaliumarvo liittyy erityisesti munuaisten vajaatoimintaan. Molemmat näistä voivat aiheuttaa rytmihäiriöitä. (Mustajoki 2020.)

Natriumia esiintyy pääasiassa solun ulkoisissa nesteissä ja natriumpitoisuus onkin tiiviisti yhteydessä elimistön veden määrään. Natriumpitoisuutta tutkitaan etenkin neste- ja suolatasapainon seurannassa ja sen sopiva pitoisuus on välttämätöntä elimistön aineenvaihdunnalle. Plasman natriumin (Na^+) viitearvot ovat aikuisilla 135–145 mmol/l. Hypernatremia eli liian korkea natriumpitoisuus

johtuu aina elimistön liiallisesta kuivumisesta ja hyponatremia eli liian alhainen natriumpitoisuus johtuu liiallisesta nesteen määrästä elimistössä. (Mustajoki 2020).

Kloridi (Cl^-) on tärkein solunulkoisen nesteen anioni ja sen tehtävänä on säädellä happoemästäsapainoa sekä nesteen määrää solujen ulko- ja sisäpuolella. Kloridia saadaan elimistöön suolojen esimerkiksi natriumkloridin (NaCl) kautta. (Merrill & Chambliss 2020.) Plasman normaali kloridipitoisuus on 100–108 mmol/l. Korkeita kloridipitoisuuksia tavataan natriumkloridin liiallisen saannin seurauksena, asidoositiloissa ja dehydraatiossa. Tiloissa, joissa kloridia menetetään ruuansulatuskanavan tai munuaisten kautta, tavataan matalia kloridipitoisuuksia. (Tykslab Ohjekirja 2020b.)

Kalsium (Ca^{2+}) on välttämätön useissa aineenvaihdunnan tapahtumissa esimerkiksi lihas- ja hermosolujen toiminnan säätelyssä. Yli 99 prosenttia elimistössä olevasta kalsiumista on luustossa. Osa kalsiumista sitoutuu plasman proteiineihin, josta kalsiumia voi siirtyä ionisoituneeksi kalsiumiksi ja päinvastoin. Plasman normaali kalsiumpitoisuus on 2,15–2,51 mmol/l, mutta veren proteiinien määrän muutokset voivat häiritä tämän määrittämistä. Enemmissä määrin on siirrytty käyttämään ionisoituneen kalsiumin mittausta, jonka viitearvot ovat 1,16–1,30 mmol/l. Hyperkalsemian eli suurentuneen kalsiumpitoisuuden yleisin syy on lisäkilpirauhashormonin liikatuotanto, joka saa kalsiumia siirtymään luusta liikaa verenkiertoon. Hypokalsemian eli pienentyneen kalsiumpitoisuuden taustalla on lisäkilpirauhashormonin puute, mutta se on harvinaisempi tila kuin hyperkalsemia. (Eskelinen 2016.)

2.4 Metaboliitit

Glukoosi on ihmisen aineenvaihdunnan energiapitoisin hiilihydraatti ja se toimii pääasiallisena solunsisäisen energian lähteenä. Glukoosia saadaan pääsääntöisesti ravinnon hiilihydraattien kautta, mutta sitä voidaan tuottaa myös maksassa ja munuaisissa glukoneogeneesissa tai hajottamalla glykogeneenia glykolyysissä. Tällä endogeenisesti tuotetulla glukoosilla pystytään ylläpitämään

glukoosin normaalia pitoisuutta veressä, kun glukoosia ei saada ravinnon kautta esimerkiksi paaston aikana. (Radiometer 2021.) Glukoosin mittaamisella voidaan todeta ja seurata diabetesta, heikentyntä paastoglukoosia sekä hypoglykemiaa aiheuttavia tiloja (mm. insulooma tai lisämunuaiskuoren toiminnanvaja) (Tykslab ohjekirja 2021). Plasman glukoosin viitearvot ovat 4.0–6.0 mmol/l (Tunturi 2021b).

Laktaatti on glukoosin metaboliitti, jota tuotetaan lihassoluissa, punasoluissa, aivoissa ja muissa kudoksissa anaerobisen energiantuotannon eli glykolyysin aikana (Radiometer 2021). Laktaattia voi kertyä elimistöön ylimäärin mm. hapen puutteessa tai mitokondriaalisissa aineenvaihduntahäiriöissä. Kliinisesti merkittävin sekä tavallisin syy on nopeasti alkanut vaikea hypoksia verenkiertoelinten tai hengityselinten toiminnan häiriytyttyä. Hetkellisesti veren laktaattipitoisuus voi nousta myös voimakkaassa lihasrasituksessa, mutta se normalisoituu yleensä muutamassa tunnissa. (Tykslab ohjekirja 2020c.)

Bilirubiinia syntyy hemoglobiinin hemiosasta, kun vanhentuneet punasolut hajoavat eli hemolysoituvat. Jotta elimistö pääsee hemistä eroon, se muutetaan bilirubiiniksi. Bilirubiini siirtyy verenkiertoon, josta maksasolut erittävät sen sappeen ja sitä kautta suoleen ja lopuksi pois elimistöstä. Bilirubiiniarvo voi nousta sapen kulun estyessä tai maksasolujen vaurioituessa esimerkiksi maksatulehduksessa. Viitearvoja matalampi bilirubiiniarvo ei kuitenkaan liity mihinkään elimistön häiriötilaan. (Tunturi 2021c.)

2.5 Oksimetriosatutkimukset

Oksimetriset tutkimukset soveltuvat kudosten hapetustilan ja happo-emästasapainon häiriöiden selvittelyyn sekä hoidon seurantaan. Verikaasuanalyseissa oksimetriset tutkimukset ovat tärkeä osa akuuttihoitoa sekä myrkytystilanteita. Oksimetrilla saadaan määritettyä näytteen spektristä hemoglobiinipitoisuus sekä oksihemoglobiinin, deoksihemoglobiinin, karboksihemoglobiinin sekä methemoglobiinin osuudet. (Huslab Ohjekirja 2021b.) Hyperlipemia voi häiritä oksimetritutkimuksia (Alastalo ym. 2018).

Hemoglobiini (tHb) on punasoluissa oleva proteiini, joka sisältää rautamolekyylejä. Hemoglobiinin tehtävä on kuljettaa happea keuhkoista kudoksiin ja hiilidioksidia kudoksista keuhkoihin. Hemoglobiinin viitearvot ovat miehillä 134–167 g/l ja naisilla 117–155 g/l, lapsille on omat viitearvot iän mukaan. (Nykopp 2015.) Veren hemoglobiinin toiminnallisia muotoja ovat oksihemoglobiini (O₂Hb) ja deoksihemoglobiini (HHb). Näiden osuuksia pystytään mittaamaan verikaasuanalyysillä. (Huslab Ohjekirja 2021b.)

Sikiökaudella pääasiallinen hemoglobiinin muoto on fetaalihemoglobiini (HbF) (Rajantie 2010). Syntyessään lapsen kokonaishemoglobiinista 80 prosenttia on fetaalihemoglobiinia, mikä häviää verenkierrosta syntymän jälkeen korvautuen aikuishemoglobiinilla, sillä fetaalihemoglobiini luovuttaa huonommin happea kudoksiin. (Sallialmi 2020.)

Veren hemoglobiinin ei-toiminnallisia muotoja ovat karboksihemoglobiini (COHb), methemoglobiini (MetHb) sekä sulfhemoglobiini. Näitä kutsutaan dyshemoglobiineiksi ja ne alentavat hapenkuljetuskykyä kudoksiin. Methemoglobiinia muodostuu eräiden kemikaalien sekä ruoka- ja lääkeaineiden vaikutuksesta, kun hemoglobiinin ferrorauta hapettuu ferrimuotoon. Methemoglobiini ei pysty sitomaan happea, joten se vaikeuttaa hemoglobiinin normaalia hapenluovutusta kudoksiin. (Huslab Ohjekirja 2021b.)

Oksimetritutkimuksilla saadaan laskennallisina parametreinä selville myös hemoglobiinin happikyllästeisyys kokonaishemoglobiinista (HbO₂ eli FHbO₂) ja toiminnallisesta hemoglobiinista (O₂Sat eli sO₂). Myös hapen tilavuusosuus (O₂-Vol%) pystytään määrittämään. (Huslab Ohjekirja 2021b.)

3 HAPPO-EMÄSTASAPAINO

Happo-emästasapainon avulla elimistö ylläpitää sen homeostaasia eli sisäistä tasapainoa (Hopkins ym. 2020). Happo-emästasapainon säätely perustuu vetyionien eli protonien pitoisuuden säätelyyn veressä. Tätä vetyionien pitoisuudesta riippuvaa happamuutta kuvataan pH-arvolla. Vetyionien pitoisuuden eli pH:n säätelyyn osallistuvat kolme toisiinsa kytköksissä olevaa järjestelmää, joita ovat kemialliset puskurijärjestelmät, hengitystoiminta sekä munuaiset. Kemialliset puskurijärjestelmät estävät pH:n muutoksen, vaikka elimistöön lisättäisiin huomattava määrä happoa tai emästä. Hengitystoiminta eli keuhkotuuletus säätelee hiilidioksidin määrää elimistössä ja munuaiset säätelevät happojen, bikarbonaatin ja kloridien erittymistä virtsaan. Elimistön happo-emästasapainossa voi puskurijärjestelmistä huolimatta kuitenkin tapahtua häiriöitä, jolloin veren pH laskee tai nousee liikaa. (Reinikainen 2020.)

3.1 Happo-emästasapainon suureet

Happoemästäsetutkimuksella tutkitaan elimistön happo-emästasapainoa. Happoemästaseen suureita ovat pH eli happamuusaste, BE eli emäsyylimäärä sekä HCO_3^- eli standardibikarbonaatti. Happo-emästasapainoon vaikuttavat myös pCO_2 eli hiilidioksidiosapaine sekä pO_2 eli happiosapaine. (Tykslab ohjekirja 2020a; Huslab ohjekirja 2021a.)

3.1.1 Happamuusaste pH

Nesteiden happamuutta säätelee vetyionien pitoisuus. Mitä enemmän vetyioneja on, sitä happamampaa on neste. Elimistö säätelee tarkasti nesteiden happamuutta, sillä aineenvaihdunnan tapahtumat toimivat tehokkaimmin tietyssä happamuudessa. Elimistön nesteiden pH-arvon vaihteluväli on kapea. (Mustajoki 2021a.) Valtimoveren normaali pH-arvo on lievästi emäksinen, 7,35–7,45 ja laskimoveren normaali pH-arvo hieman tätä matalampi, 7,32–7,42. Kapillaariveri on ominaisuuksiltaan lähempänä valtimo- kuin laskimoverta. Elimistön pH:n

säätelyllä edesautetaan solujen normaalia toimintaa eli kemiallisia reaktioita tehostavien entsyymien toimintaa. Entsyymit ovat proteiineja, jotka koostuvat aminohapoista. Aminohapot kykenevät toimimaan sekä happoina että emäksinä, riippuen ympäröivän nesteen vetyionipitoisuudesta. Toimiessaan happona, aminohappo luovuttaa vetyionin ja toimiessaan emäksenä, se vastaanottaa vetyionin. Proteiinimolekyylien varaustila riippuu siten elimistön pH-arvosta eli korkeammassa pH:ssa suurempi osa molekyylistä luovuttaa vetyionin ja molekyylistä tulee negatiivisesti varautunut. Suuret pH-arvon muutokset aiheuttavat siis proteiinimolekyylien varaustilojen muutoksia ja siten häiritsevät entsyymijärjestelmän toimintaa. (Reinikainen 2020.)

3.1.2 Emäsyylimäärä BE

BE eli emäsyylimäärä on laskennallinen suure, joka kertoo, miten paljon tarvitaan vahvaa happoa tai emästä, jotta voidaan säätää yksi litra verta, jonka hiilidioksidiosapaine on 5,3 kPa ja happiosapaine vähintään 13,3 kPa 37 °C:ssa normaaliin pH-arvoon eli 7,40 (Niemelä & Pulkki 2020, 113). Emäsyylimäärä kertoo kaikkien elimistön emäksien eli ei vain bikarbonaatin määrän. Bikarbonaatti on kuitenkin suurin osa elimistön emäspuskuria, joten emäsyylimäärä kertoo periaatteessa saman asian kuin bikarbonaatti. Emäsyylimäärän suurin etu on kuitenkin siinä, että sen viiterajat on helppo muistaa. Emäsyylimäärän viiterajat ovat -3 – +3, mutta oletettu arvo normaalitilanteessa on kuitenkin mahdollisimman lähellä nollaa. Emäsyylimäärä on siis korkea silloin kun bikarbonaattimääräkin on korkea. (Burns 2014.)

3.1.3 Standardibikarbonaatti HCO₃-st

HCO₃-st eli standardibikarbonaatti on myös laskennallinen suure, joka kertoo verinäytteen bikarbonaattimäärän huomioiden näytteen hiilidioksidiosapaineen, sillä veren bikarbonaattimäärä on riippuvainen hiilidioksidiosapaineesta. Hiilidioksidiosapaineen ollessa korkea myös bikarbonaattimäärä on korkeampi ja päinvastoin. (Burns 2014.) Standardibikarbonaatti siis kertoo veren

bikarbonaattipitoisuuden, kun verinäyte on tasapainotettu 37 °C:ssa kaasuseoksen kanssa, jonka hiilidioksidiosapaine on 5,3 kPa ja happiosapaine vähintään 13,3 kPa (Niemelä & Pulkki 2010, 113). Tämä arvo kuvastaa elimistön metabolista komponenttia ja kertoo suoraan metabolisen aineenvaihdunnan tilasta. Standardibikarbonaattiarvo voidaan laskea näytteen pH:sta ja hiilidioksidiosapaineesta Henderson-Hasselbalchin yhtälön perusteella, ja suurin osa verikaasuanalysointilaitteista tekee tämän automaattisesti. (Burns 2014, Niemelä & Pulkki 2010, 113.)

3.1.4 Hiilidioksidiosapaine pCO₂

Hiilidioksidiosapaine kertoo hiilidioksidin määrän valtimo-, laskimo- tai kapillaariveressä. Se kuvaa happo-emästasapainon respiratorista komponenttia ja sitä käytetään keuhkojen alveolaarisen ventilaation toiminnan osoittajana. Hiilidioksidiosapaineen viitearvot ovat 35–45 mmHg tai 4.7–6.0 kPa. Respiratorisen järjestelmän tasapaino riippuu ensisijaisesti hapen saannin ja hiilidioksidin poistamisen säätelystä. Normaalissa fysiologisessa tilassa hiilidioksidiosapaine säätelee keuhkojen minuuttiventilaatiota eli sitä, kuinka monta litraa ilmaa vaihdetaan keuhkoissa minuutin aikana. Hiilidioksidiosapaine osallistuu minuuttiventilaation säätelyyn elimistön pH:n kautta, sillä hiilidioksidi on osa elimistön kemiallista hiilihappo-bikarbonaattipuskuria. Hiilidioksidiosapaineen noustessa, elimistön pH lähtee laskuun. Tällöin keuhkojen minuuttiventilaatio nousee ja hiilidioksidiosapaineen laskiessa elimistön pH lähtee nousuun, jolloin keuhkojen minuuttiventilaatio laskee. (Zachary & Herbert 2020.)

3.1.5 Happiosapaine pO₂

Happiosapaine kertoo, kuinka paljon happea on liennut valtimo-, laskimo- tai kapillaariveren sekä miten hyvin happi siirtyy keuhkojen ilmatilasta vereen (Thompson ym. 2020). Sitä käytetään hengitysongelmien vaikeuden arvioinnissa

sekä määrittämään tarvitaanko esim. välitöntä ensihoitoa, kuten happilisää tai hengityskonetta (Leader 2020).

Ihmisen elimistö on aerobinen organismi, joka kuluttaa happea metabolisten vaatimusten mukaisesti eli on tärkeää, että kudosten hapen saanti vastaa niiden kulutusta. Ympäristön ilmanpaineen, happipitoisuuden sekä ilmaston (mm. lämpötila, kosteus) muutokset sekä elimistön fysiologiset, patologiset ja fysikaalis-kemialliset prosessit vaikuttavat elimistön hapen saatavuuteen. (Ortiz-Prado ym. 2019.) Elimistön happiosapaine on korkeimmillaan hengityselimissä ja valtimoveressä, jossa se on lähimpänä ympäristön happiosapainetta. Ilmakehän happiosapaine on normaalisti noin 20 kPa ja valtimoveren 13–15 kPa. Valtimoveren happiosapainetta 8 kPa (60 mmHg) pidetään kudosten hypoksian eli hapen puutteen rajana. (Käypä hoito 2014.) Elimistön solut kuluttavat happea, joten hapen osapaine laskee hiusverisuoniverkoston loppupäässä ja on laskimoveressä noin 3–4 kPa (Nikinmaa 2000). Tämän vuoksi kapillaarinäytteen happiosapaine vaihtelee, eikä sillä ole kliinistä merkitystä (Lyyra 2018).

3.2 Haptoemästasapainon häiriöt

Elimistön pH-arvon ollessa viiterajojen ulkopuolella, on kyseessä aina jokin häiriötila. Haptoemästasapainon häiriö ei ole itsessään sairaus, vaan häiriötilan aiheuttaa jokin respiratorinen eli hengityspäriäinen tai metabolinen eli aineenvaihdunnallinen sairaus. Elimistön pH:n ollessa alle 7,35, on kyseessä asidoosi, joka tarkoittaa elimistön nesteiden liiallista happamuutta. pH:n ollessa yli 7,45, on kyseessä alkaloosi, joka tarkoittaa elimistön nesteiden liiallista emäksisyyttä. Terveellä ihmisellä ravinnon emäksisyys tai happamuus ei vaikuta elimistön pH-arvoon, sillä munuaiset säätelevät elimistön happamuutta lisäämällä tai vähentämällä vetyionien erittymistä virtsaan. (Mustajoki 2021a; Mustajoki 2020b.)

3.2.1 Respiratorinen asidoosi

Respiratorisessa eli hengitysvajauksen aiheuttamassa asidoosissa elimistöön kertyy liikaa hiilidioksidia. Elimistöön kertyy liikaa hiilidioksidia keuhkojen sairauden tai hengitystoiminnan häiriön seurauksena, jolloin keuhkotuuletus heikkenee, eikä hiilidioksidi pysty poistumaan keuhkojen kautta normaalisti. Respiratorista asidoosia tavataan useimmiten vaikeassa keuhkohtaumataudissa (COPD), keuhkoveritulpassa ja sydämen vaikeassa vajaatoiminnassa. Asidoosia haitallisempaa näissä tilanteissa on usein heikentynyt hapettuminen, ja hoidossa keuhkojen toiminnan palauttaminen onkin ensisijaista, sillä se johtaa myös asidoosin paranemiseen. (Mustajoki 2021a.)

Respiratorisessa asidoosissa verikaasuanalyysin tyypillinen löydös on hiilidioksidiosapaineen suurentuminen, joka johtuu keuhkotuuletuksen heikkenemisestä. Tämä johtaa pH:n laskuun, jota elimistö pyrkii kompensoimaan munuaisten avulla lisäämällä vetyionien erittymistä virtsaan ja tehostamalla bikarbonaatti-ionien reabsorptiota. Munuaisten kautta tapahtuva kompensatio on hidasta, mutta verikaasuanalyysissä nähdään kuitenkin yleensä myös bikarbonaattipitoisuuden ja emäsylimäärän nousu. (Leppäluoto ym. 2017.)

3.2.2 Respiratorinen alkaloosi

Respiratorisessa eli hengityspeäisessä alkaloosissa on yleensä kyse liian tiheästä hengittämisestä eli hyperventilaatiosta, jolloin veren hiilidioksidipitoisuus vähenee. Hiilidioksidia muodostuu elimistössä jatkuvasti, ja se poistetaan uloshengityksessä keuhkojen kautta. Tiheässä hengityksessä hiilidioksidin ja hiilihapon pitoisuus laskee niin matalaksi, että veren pH nousee ja syntyy alkaloosi. Oireita ovat mm. heikotus, vapina, käsien ja jalkojen puutuminen sekä alkaloosin syventyessä kouristukset. Tavallisin hyperventilaation aiheuttaja on psyykinen syy eli esimerkiksi paniikkikohtaus. Tällöin hoitona toimii potilaan rauhoittaminen eli hengityksen tasoittaminen, jolloin myös alkaloosi ja pH-arvo palautuvat normaalille tasolle. (Mustajoki 2021b.)

Respiratorisessa alkaloosissa verikaasuanalyysin tyypillinen löydös on hiilidioksidiosapaineen pienentyminen. Tämä johtaa pH:n nousuun ja tilan akuutissa vaiheessa bikarbonaattipitoisuuden sekä emäsylimäärän laskuun. Elimistö pyrkii kompensoimaan respiratorista alkaloosia munuaisten kautta vähentämällä vetyionien erittymistä virtsaan ja bikarbonaatti-ionien reabsorptiota. (Niemelä & Pulkki 2010.)

3.2.3 Metabolinen asidoosi

Metabolisessa eli aineenvaihduntaan liittyvässä asidoosissa on kyse aineenvaihdunnan häiriöstä, jossa elimistöön muodostuu liikaa happoja tai vetyionit eivät erity virtsaan normaalisti. Happoja muodostuu elimistöön liikaa esimerkiksi 1 tyypin diabetekseen liittyvässä happomyrkytyksessä eli diabeettisessa ketoasidoosissa. Tällöin elimistöön muodostuu ylimäärin orgaanisia happoja, jotka laskevat elimistön pH:ta. Vetyionien erittyminen virtsaan on häiriintynyt esimerkiksi munuaisten vajaatoiminnassa. (Mustajoki 2021a.)

Elimistö voi kompensoida asidoosia säätämällä veressä olevan hiilidioksidin ja elimistöön liunneen hiilihapon määrää. Hiilidioksidia muodostuu elimistössä jatkuvasti ja sitä poistetaan uloshengityksessä keuhkojen kautta. Lisäämällä hengitystiheyttä, voidaan vähentää elimistön nesteiden happamuutta. Asidoosin oireita ovat hyperventilaatio, yleistilan heikkeneminen sekä neste- ja suolatasapainon häiriöt. Metabolista asidoosia hoidetaan hoitamalla tilan aiheuttanutta sairautta eli esimerkiksi diabeettisessa ketoasidoosissa insuliini- ja nestehoidolla. Munuaisten kroonisessa vajaatoiminnassa ei kuitenkaan pystytä hoitamaan itse sairautta, jolloin annetaan veren happamuutta vähentävää lääkettä esimerkiksi kalsiumkarbonaattia. (Mustajoki 2021a.)

Metabolisessa asidoosissa verikaasuanalyysin tyypillinen löydös on bikarbonaattipitoisuuden pienentyminen. Tämä johtaa pH:n laskuun ja pitkään jatkuneessa tilassa lisäksi hiilidioksidiosapaineen laskuun, sillä elimistö pyrkii kompensoimaan tilaa lisäämällä hengitystiheyttä. Munuaiset osallistuvat

loppukompensatioon lisäämällä vetyionien erittymistä virtsaan ja tehostamalla bikarbonaatti-ionien takaisinottoa. (Leppäluoto ym. 2017.)

3.2.4 Metabolinen alkaloosi

Metabolisessa eli aineenvaihduntaan liittyvässä alkaloosissa elimistöistä poistuu huomattavasti happamia nesteitä tai elimistöön lisätään huomattavasti emäksisiä aineita. Samoin kloridien ja kaliumin huomattava erittyminen virtsaan esimerkiksi nesteenpoistolääkityksen yhteydessä saattaa johtaa alkaloosiin. Happamia nesteitä, kuten mahahappoa, poistuu elimistöistä mm. runsaiden oksennusten yhteydessä ja jos tämä jatkuu pitkään, on seurauksena alkaloosi. Nykyään elimistöön harvemmin enää lisätään ylimäärin emäksisiä aineita, sillä aikaisemmin happovaivoihin ja närästykseseen käytetyn soodan merkitys lääkeaineena on nykyisin vähäinen, kun tarjolla on tehokkaampia lääkkeitä. Alkaloosin oireita ovat mm. oksennukset, päänsärky ja kouristukset. Lisäksi voi esiintyä suolatasapainon häiriöitä ja erityisesti veren kaliumpitoisuuden alenemista eli hypokalemiaa. Tilaa hoidetaan kaliumlisällä ja huolehtimalla nestetasapainosta. (Mustajoki 2021b.)

Metabolisessa alkaloosissa verikaasuanalyysin tyypillinen löydös on bikarbonaattipitoisuuden suureneminen. Samalla nähdään myös pH:n nousu, mutta hiilidioksidiosapaine pysyy normaalina. Elimistö pyrkii kompensoimaan tilaa respiratorisesti hidastamalla hengitystiheyttä ja renaalisesti vähentämällä vetyionien erittymistä virtsaan ja vetykarbonaatti-ionien takaisinottoa. (Leppäluoto ym. 2017.)

4 LAADUNVARMISTUS

Laadunvarmistus tarkoittaa toimenpiteitä, joiden avulla varmistetaan määritellyn, tarvittavan ja riittävän laatutason saavuttaminen. Laadunvarmistus voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen laadunvarmistukseen. Laadunvarmistuksen perustekijöitä ovat koulutettu hoitohenkilöstö, riittävä perehdytys preanalyttiseen, analyttiseen ja postanalyttiseen vaiheeseen, asianmukaiset laitteet sekä ymmärrys tutkimuksen käyttötarkoituksesta ja laadunvarmistuksen tärkeydestä. Laadunvarmistuksella pyritään ennaltaehkäisemään laatupoikkeamien syntyminen. (Burakoff & Berghäll 2019.)

4.1 Laatu poikkeama

Laatu poikkeama on ero vaatimusten ja toteuman välillä. Se voi käytännössä tarkoittaa virheellistä kontrollointia, vanhentuneita reagensseja, väärää näytemateriaalia, väärää säilytystapaa tai tuloksen väärää tulkintaa. Esimerkiksi laskimo- ja valtimoveren sekoittuminen eli väärä näytemateriaali vääristää verikaasu- ja happisaturaatioarvoja. Verikaasuanalysointilaitteiden määrittämiset ovat herkkiä monille preanalyttisille virhetekijöille, minkä takia verikaasuanalyysin toteuttaminen vaatii tekijältä riittävää tietoa ja taitoa. (Väisänen ym. 2006.)

4.1.1 Preanalyttiset virhetekijät

Verikaasuanalyysien näytteenotossa noudatetaan näytteenoton yleisiä periaatteita. Näytteenottajalla tulee olla riittävä perehdytys laadukkaiden näytteiden ottamiseen turvallisesti eli hänen täytyy olla perehtynyt näytteenottoalueiden ihon ja pintaverisuonten anatomiaan sekä veren eri komponenttien peruskoostumukseen. Näytteenottajan tulee desinfioida kädet huolellisesti ennen näytteenottoa ja sen jälkeen. Jos verikaasuanalyysi tehdään kapillaariverestä, tulee näytteenottajan käyttää kertakäyttöisiä suojakäsineitä näytteenoton ajan. (Tuokko ym. 2008, 34–37.) Näytteenottajan tulee varmistaa

ensimmäisenä, että näyte tulee otettua oikealta potilaalta eli näytetarrojen tiedot täsmäävät potilaan antamien tietojen kanssa (Väisänen ym. 2006).

Ihopistosnäytteet otetaan sormenpäästä, ensisijaisesti keskisormesta tai nimettömästä, sillä näissä sormissa jännetuppi loppuu jo sormen tyveen eli mahdollinen infektio ei pääse leviämään niin pitkälle. Näytteenottoa ei saa olla infektioitunut, kovettunut, arpeutunut, mustelmainen eikä turvonnut. Näytteenottoa on ylimmän kärkinivelen alueella jommastakummasta reunasta, missä iho alkaa kaartua. (Tuokko ym. 2008, 54–55.) Näytteenottoa ei kuitenkaan saa olla liian lähellä kynsivallia (Labquality, 2018).

Ihopistosnäytettä otettaessa pistoksen on oltava riittävän syvä, jotta se osuu alueelle, jossa pienet verisuonet sijaitsevat. Pistos ei kuitenkaan saa olla liian syvä, sillä se voi vaurioittaa kudoksia ja mahdollisesti jopa luuta. Myös kudosten määrä suurenee näytteessä, eikä liian syvällä pistoksella saavuteta parempaa tulosta. Aikuisilla pistos saa olla enintään 2,4 mm syvä, ja viiltävää lansettia käytettäessä haava ei saa olla leveydeltään yli 2,5 mm (Tuokko ym. 2008, 55–56.) Viiltävää lansettia käytettäessä viillot eivät saa mennä ristikkäin. Lansetteja käytettäessä tulee tarkistaa ennestään tuntemattoman lansetin pistosvyvyys, sillä värit voivat vaihdella eri valmistajien välillä. (Labquality 2018.)

Näytteenottoa valinnan jälkeen se olisi hyvä lämmittää, jotta veri tulisi ilman voimakasta puristamista. Ihopistosnäytteen laatu on tällöin parempi ja verikaasuanalyysinäytteisiin lämmitys on välttämätöntä. Sormenpään lämmitys voidaan tehdä juoksevan veden alla tai lämpöhaudetta käyttämällä. (Tuokko ym. 2008, 57–58.) Käytettävän lämmittimen lämpötila ei saa olla yli 42 astetta, jotta se ei aiheuta palovammaa (Labquality 2018). Näytteenottoa puhdistetaan 70-prosenttisellä etanolilla tai isopropanolilla ja annetaan sen kuivua. Jos näyte otetaan kostealta iholta, erytrosyytit hemolysoituvat ja näyte on liian laimea. (Tuokko ym. 2008, 57–58.)

Pistokohta puristetaan verekkääksi, jolloin pistos onnistuu paremmin ja sattuu vähemmän. Oikeassa näytteenottoasennossa peukalo on asetettu potilaan

keskisormen suuntaisesti ja puristetaan sormea keskisormella. Piston jälkeen ote hellitetään hetkeksi ja ensimmäinen veripisara pyyhitään pois, sillä siinä on eniten kudostenestettä. Näytteenottoa ei saa puristaa liian kauaa yhtämittaisesti eikä lypsää, sillä tämä lisää vain kudostenesteen määrää näytteessä. Näyte otetaan riittävän suuresta veripisarasta. Kapillaaria täytetään niin, että sitä pidetään hieman yläviistoon ja annetaan täytyä kapillaarivoiman avulla. Ilmakuplia tulee helposti näytteeseen tai kapillaari jää vajaaksi, jos sitä täyttää vaakatasossa tai alhaaltapäin. (Tuokko ym. 2008, 58–59.)

Näyte otetaan heparinisoituun kapillaariin anaerobisesti ja näytteenottojärjestyksen mukaan ensimmäisenä (Ylisaari ym. 2021). Kapillaarin suositellaan olevan lasinen, sillä se ei läpäise kaasuja. Näytteen ilmakontaktia tulee välttää, sillä ilman happi- ja hiilidioksidipaineiden arvot eroavat selvästi verinäytteiden arvoista. (Uotila 2003, 114.) Kapillaarin sisälle lisätään metallinen sekoituslanka ennen näytteenottoa, jolloin sekoittaminen on helpompaa. Tavoitteena on, että kapillaari täytyisi yhdellä kertaa ilman ilmakuplia. Tämän jälkeen kapillaarin päät suljetaan tulpilla ja näytettä sekoitetaan magneetin avulla tai kääntelemällä. (Ylisaari ym. 2021.) Riittämätön sekoittaminen näytteenoton jälkeen voi johtaa mikrohyytymien muodostumiseen, jotka pahimmassa tapauksessa voivat tukkia laitteen tai johtaa jonkin sensorin virhetilanteeseen (Alastalo ym. 2018).

4.1.2 Analyttiset virhetekijät

Verikaasuanalyysiin otettu näyte tulee analysoida välittömästi 10 minuutin kuluessa tai jäähdytettynä 0–4 asteiseksi viimeistään puolen tunnin sisällä. Näytteen laatu on sitä parempi, mitä lyhyempi viive on, esimerkiksi happikonsentraatio näytteessä pienenee jatkuvasti, sillä leukosyytit kuluttavat happea. (Halonen ym. 2003, 63). Jos näytettä säilytetään huoneenlämmössä yli 15 minuuttia tai kylmägeelin päällä yli 30 minuuttia, solujen metabolia jatkuu. Tällöin glukoosipitoisuus pienenee ja vastaavasti laktaattipitoisuus nousee. (Alastalo ym. 2018.) Ideaalitalanteessa verikaasuanalysointori sijaitsee potilaan lähellä, jolloin näytettä ei tarvitse jäähdyttää eikä kuljettaa (Penttilä 2003, 162).

Analyysi tehdään tarkoitukseen testatulla, hyväksytyä menetelmää sekä laitteistoa käyttäen. Näin pystytään jäljentämään ja varmistamaan tulosten oikeellisuus. (Tuokko ym. 2008, 12.) Verikaasuanalyseja suorittavan käyttäjän tulee tutustua laitteen käyttöohjeisiin huolellisesti ennen potilasnäytteiden analysointia. Laboratoriohenkilökunnan tulee tarkistaa ennen näytteiden analysointia, että verikaasuanalysointilaitteen kalibroinnit ja kontrollit on hyväksytyissä rajoissa. Laitteella ei saa analysoida potilasnäytteitä, jos kalibrointi tai kontrolli ei ole mennyt läpi, tai jos laitteessa on jokin tuntematon virrehälytys. (Alastalo ym. 2018.)

Näyte tulee sekoittaa juuri ennen analysointia näytteen tasalaatuisuuden varmistamiseksi. Huono sekoittaminen vaikuttaa etenkin hemoglobiiniarvoon antaen joko virheellisen korkean tai matalan hemoglobiiniarvon riippuen siitä, onko näytteessä liikaa vai liian vähän soluja. Jos näytteessä on hyytymiä, sitä ei saa analysoida, vaan tulee ottaa uusi näyte. Näyte tarkastetaan silmämääräisesti mahdollisten ilmakuplien varalta. (Alastalo ym. 2018.)

4.1.3 Postanalyttiset virhetekijät

Postanalyttinen vaihe käsittää kaikki ne toimenpiteet, joiden avulla analyttisessä vaiheessa saatu tutkimustulos vaikuttaa potilaan hoitopäätökseen. Analyysin jälkeen tulee arvioida analyttisen vaiheen onnistuminen sekä tulosten luotettavuus. Laboratoriossa tulee tarkastella virheraportteja sekä näytteestä johtuvia mahdollisia häiriötekijöitä, kuten hemolyyysiä tai lipeemisyttä. Hyväksytyt tutkimustulokset vastaamisen jälkeen tutkimuksen tilannut hoitoyksikkö arvioi vastauksen ja voi verrata sitä potilaan aiempiin tuloksiin. (Tuokko ym. 2008, 12–13.) Analyysin tuloksen ollessa poikkeava potilaan tilaan nähden tai epäiltäessä näytteen analysointikelpoisuutta tulee pyytää kokonaan uusi näyte, jotta voidaan varmistua tuloksen oikeellisuudesta (Väisänen ym. 2006).

Tulosten luotettavuuden arvioinnin apuna käytetään analyysille asetettuja viitearvoja. Tutkimustuloksia käytävillä ja niitä tulkitsevilla tulee olla riittävästi

tietoa siitä, millainen tulos olisi odotettavissa terveellä henkilöllä ja miten mahdolliset sairaudet ja niiden hoito vaikuttavat tutkimustuloksiin. Tämän avuksi on kehitetty viitearvot. Viitevälit perustuvat terveistä henkilöistä otettuihin väestötoksiin, joista viitearvojen ulkopuolelle jää matalimmat ja korkeimmat 2,5 prosenttia. On tärkeää ymmärtää, että terveen henkilön tulos sijoittuu 95 % varmuudella viitevälille eli viitearvojen ulkopuolinen arvo ei heti kerro sairaudesta. Todennäköisyys sairauden olemassaololle alkaa kasvaa, kun arvot ovat kauempana raja-alueesta. (Tuokko ym. 2008, 119–120.)

4.2 Aikaisemmat tutkimukset

Väisänen, Metsävainio ja Romppanen (2006) ovat kartoittaneet preanalyttisten virhetekijöiden vaikutuksia verikaasuanalysointoreilla tehtäviin analyyseihin. Artikkelissa on esitelty ilman vaikutus näytteen pO₂-pitoisuuteen. Tutkimuksessa käytettiin samasta potilaasta peräkkäin otettuja näytteitä. Näyte A oli laadukkaasti otettu ja se analysoitiin heti näytteenoton jälkeen, näytteeseen B lisättiin 100 µl ilmaa ja sitä säilytettiin 0–4 asteessa puoli tuntia ja sekoitettiin 3 minuuttia ennen analysointia. Tutkimuksessa käytettiin siis matalan ja korkean happiosapaineen näytteitä. Matalan pO₂-pitoisuuden näytteessä pO₂-pitoisuus nousi ilmakuplan vaikutuksesta, sillä ilmakuplan pO₂-pitoisuus oli suurempi kuin näytteen pO₂-pitoisuus. Korkeassa näytteessä pO₂-pitoisuus aleni ilmakuplan vaikutuksesta, sillä ilmakuplan pO₂-pitoisuus oli pienempi kuin näytteen pO₂-pitoisuus, johon oli lisätty ilmaa.

Baird (2013) on kartoittanut tutkimuksessaan, kuinka antikoagulantin valinta voi vaikuttaa mittaustuloksiin. Yleisesti verikaasuanalyysiin käytettävissä ruiskuissa ja kapillaareissa on kylmäkuivattua hepariinia, joka on esititrattu kationeilla eli tasapainotettu. Heparini voi sitoa useita kationeja, siksi antikoagulantti tasapainotetaan, jotta saadaan minimoitua veren kationien vaihtuminen hepariinin kanssa. Artikkelissaan Baird toteaa, että nestemäiset hepariiniliuokset eivät ole suositeltavia, sillä näytemäärän vähäisyys voi vääristää antikoagulantin suhteellista määrää. Liika määrä hepariinia voi aiheuttaa bikarbonaatin sekä pCO₂:n liukenemista pois. Nestemäinen heparini voi vaikuttaa myös

happiosapaineeseen nostaen sitä. Hepariinin lisäksi ei ole muita yhtä hyviä antikoagulantteja, sillä ne voivat muuttaa mittaustuloksia sitomalla kationeja.

Kongstad, Rosendal, Rasmussen & Weinreich (2019) ovat kartoittaneet arteria ja kapillaariveren yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia verikaasuanalyyseissa. Tutkimusta varten kerättiin näytteitä 62 potilaalta, joilla on keuhkohtaumatauti (COPD). Tuloksissa tuli ilmi, että hiilidioksidiosapaineen, bikarbonaatin ja pH:n arvot vastasivat eri näytemateriaaleissa toisiaan hyvin. Tämän vuoksi kapillaarinäyte voi olla hyödyllinen happoemästäsapainon akuutissa diagnostiikassa. Happiosapaineen ja happisaturaation arvot arteria ja kapillaariveressä eivät oletetusti vastanneet toisiaan.

5 OPETUSVIDEO

Opetustilanteessa opetusvideo toimii konkreettisenä ja havainnollistavana lähtökohtana. Katsoja pitää saada kiinnostumaan opetusvideosta ja oppimaan siitä. Opetusvideossa yhdistyvät visuaalinen ja auditiivinen oppimistapa. Visuaalinen ihminen oppii kuvien avulla ja auditiivinen ihminen puolestaan kuuntelemalla. Monipuolisuuden ansiosta opetusvideota voidaan pitää tehokkaana opetustapana. Opetusvideoissa kannattaakin puhua nopeasti ja innostuneesti. (Brame 2015.)

Opetusvideon tekemiseen sisältyy monia työvaiheita: käsikirjoitus, kuvaus, editointi ja julkaiseminen. Huolellisen käsikirjoituksen runkona on kohtausluettelo, jossa luetellaan mahdollisimman tarkasti videon tapahtumat. Kuvausvaiheessa tallennetaan käsikirjoitusten mukaan materiaali editointia varten ja editointivaiheessa huolitellaan materiaali julkaisukelpoiseksi. (Ailio 2015.) Opetusvideon kaikissa työvaiheissa tulee huomioida, että videon tulisi olla mahdollisimman lyhyt ja ytimekäs. Opetusvideon suositeltava pituus enimmillään on 6 minuuttia, sillä sitä pidempi video on kognitiivisesti liian kuormittava eli videon katsojan keskittyminen herpaantuu. Yli 6 minuuttia kestävä video tulisi pilkkoa kahteen osaan, jotta katsojan mielenkiinto saadaan säilytettyä loppuun asti. (Brame 2015.)

6 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on ennaltaehkäistä verikaasuanalyysien laatupoikkeamien syntymistä ja näin parantaa tulosten luotettavuutta. Oikein tehdyt verikaasuanalyysit parantavat potilasturvallisuutta, sillä niiden avulla tuloksia saadaan nopeasti ja näin myös oikeaa hoitoa saadaan annettua välittömästi. Tällä opinnäytetyöllä lisätään verikaasuanalyysien tekijöiden ammattitaitoa ja vähennetään laatupoikkeamien määrää.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tuottaa laadukas opetusvideo bioanalyttikko-opiskelijoille verikaasuanalyysien laatupoikkeamien vaikutuksista tulosten luotettavuuteen. Opetusvideossa kuvaamme verikaasuanalyysin oikeaoppisen kapillaarinäytteenoton sekä preanalyttisen vaiheen mahdolliset laatupoikkeamat.

7 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

7.1 Opinnäytetyön toteutus

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Turun ammattikorkeakoulu ja opinnäytetyö on osa Turun ammattikorkeakoulun kansainvälistä BioTriCK-hanketta. Opetusvideon kohderyhmänä on Turun ammattikorkeakoulun bioanalytikko-opiskelijat ja toimintaympäristönä on Medisiina D:n opetuslaboratoriotila sekä Uudenkaupungin sairaalan laboratorio.

Opinnäytetyön suunnitelman laatiminen aloitettiin keväällä 2021 ja opinnäytetyösopimus kirjoitettiin suunnitelman valmistuttua. Opinnäytetyön koko toteutus sijoittui vuodelle 2021, jolloin kuvattiin kyseinen opetusvideo. Päättäminen ja arviointi tehtiin työn valmistuttua eli vuoden 2021 loppuun mennessä. Raporttia kirjoitettiin koko prosessin ajan. Rahoitussuunnitelmaa ei opinnäytetyöhön tarvittu eikä opinnäytetyö aiheuttanut toimeksiantajalle kustannuksia, sillä työ tehtiin omalla ajalla Turun ammattikorkeakoulun ja Uudenkaupungin sairaalan laboratorion tiloissa. Valmis opinnäytetyö julkaistiin vuoden 2021 loppuun mennessä.

Opinnäytetyön toteutus aloitettiin syyslukukaudella 2021. Raportin kirjoittaminen aloitettiin syyskuussa. Opetusvideon käsikirjoitus kirjoitettiin ensimmäisenä ja opetusvideo kuvattiin lokakuussa käsikirjoituksen mukaan. Editointiohjelman löytäminen ei ollut niin yksinkertaista, mutta opetusvideo päädyttiin editoimaan Movavi Video Editor Plus -ohjelmalla. Opetusvideoon lisättiin suomenkieliset äänet ja englanninkielinen tekstitys. Huolellisesti tehdyn käsikirjoituksen mukaan oli helppoa toteuttaa opetusvideo.

7.2 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat

Turun ammattikorkeakoulussa opinnäytemuotoja ovat tutkimuksellinen ja toiminnallinen opinnäytetyö (Tanskanen 2020). Toiminnallinen opinnäytetyö yhdistelee teoriaa ja käytäntöä ja sen lopputuloksena syntyy konkreettinen

tuotos, esimerkiksi uusi palvelu, tuote tai toimintatapa. Toiminnallinen opinnäytetyö lähtee liikkeelle työelämän tarpeesta tai puutteesta. (Vilka & Airaksinen 2003, 5–9). Toiminnallisessa opinnäytetyössä on mukana toimeksiantaja, jonka kanssa käydään keskustelua työn suuntaamisesta koko prosessin ajan (Salonen 2013, 6). Toiminnalliseen opinnäytetyöhön kuuluu myös raportti, jossa kerrotaan mitä, miksi ja miten työ on tehty (Tanskanen 2020). Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen kehittämistehtävä, jonka konkreettisena lopputuloksena syntyy opetusvideo ja sen tarve perustuu siihen, että verikaasuanalyysien oikeaoppisesta kapillaarinäytteenotosta ja analysoinnista ei ole suomenkielisiä opetusvideoita. Tämän opinnäytetyön opetusvideon tietoperusta perustuu erilaisten hakukoneiden kautta hankittuun aiempaan tietoon verikaasuanalyyseista.

7.3 Opinnäytetyön eettiset lähtökohdat

Opinnäytetyö tulee toteuttaa hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Opinnäytetyön aiheeseen tulee perehtyä huolellisesti käyttäen luotettavia ja asianmukaisia lähteitä. Lähteisiin tulee viitata asianmukaisesti ilman plagiointia. Henkilötietojen käsittelyyn tarvitaan tietosuoja-asetuksen tai tietosuojalain mukainen käsittelyperuste. Opinnäytetyölle tulee kirjoittaa opinnäytetyösopimus ja tarvittaessa hankkia tutkimuslupa. Opinnäytetyön tulokset tai tuotos tulee julkaista julkisena asiakirja. (Arene ry 2019.)

Opinnäytetyön luotettavuuden kriteerit huomioidaan mm. aineistojen valinnassa, työn toteutuksessa ja tuloksissa eli kaikissa kehittämistyön vaiheissa. Opinnäytetyön aineistot kerätään vain luotettavien sekä asiantuntevien sivustojen ja materiaalien kautta. Aineistojen lähdemerkinnät sekä tekstiviitteet on merkitty oikein ja aineistoja on hyödynnetty asianmukaisella tavalla ilman plagiointia. Opinnäytetyön tuotoksen eli opetusvideon tuottavat bioanalyttikko-opiskelijat, jotka ovat opiskelujen aikana perehtyneet verikaasuanalyysaattorien toimintaan ja laadunhallintaan. Opinnäytetyön luotettavuutta arvioidaan mm. reflektoinnin avulla, jonka suorittavat saman koulutuksen saaneet bioanalyttikko-opiskelijat.

Tämän opinnäytetyön eri vaiheissa kunnioitetaan bioanalyytikon eettisiä ohjeita kantamalla vastuuta ammatin kehittämisestä ja valitsemalla opinnäytetyön aihe siten, että sitä on eettisesti mahdollista tutkia ja kehittää (Suomen Bioanalytikkoliitto ry 2017). Opinnäytetyön aiheesta löytyy eettisesti luotettavaa aikaisempaa menetelmäkirjallisuutta sekä tutkimustietoa. Opinnäytetyö toteutetaan opetusvideon muodossa, joten on huomioitu, että videossa esiintyvät henkilöt tietävät mihin käyttöön opetusvideo tulee ja ketkä sen tulevat näkemään. Tarkoituksena on, että opetusvideossa tulisivat esiintymään vain opinnäytetyön tekijät. Mikäli opetusvideoon tarvittaisiin ulkopuolisia henkilöitä, heidän osallistumisensa perustuisi vapaaehtoisuuteen sekä halutessaan anonymiteetin. Opetusvideossa ei käsitellä salassa pidettäviä tietoja, kuten potilas- tai henkilötietoja. Opetusvideon tekijöiden ja siinä esiintyvien henkilöiden tekijänoikeuksista huolehditaan asianmukaisesti.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön toteutus onnistui suunnitelmien mukaan. Opetusvideon haluttiin saada mahdollisimman tarkasti kuvattua loogisessa järjestyksessä tyypillisimmät virhetekijät kapillaarisessa verikaasunäytteenotossa ja analysoinnissa. Opetusvideon pituus pyrittiin pitämään mahdollisimman lyhyenä, jotta katsojan kiinnostus säilyisi koko videon ajan. Opetusvideon pituudeksi tuli kuitenkin noin kuusi minuuttia. Opetusvideo soveltui suunniteltuun tarkoitukseensa hyvin ja sille oli selkeästi tarvetta. Opetusvideo on suunnattu bioanalyttikko-opiskelijoille, joilla on pohjalla jo jonkin verran tietoutta verikaasuista sekä kapillaarinäytteen näytteenotosta.

Opinnäytetyötä tehdessä huomattiin, että tietoa verikaasuanalyseista oli melko paljon, mutta varsinaista opetusmateriaalia kapillaarisen verikaasunäytteen ottamisesta ei ollut. Potilasturvallisuus on keskeisessä roolissa laboratorioden toiminnassa, minkä takia virhetekijöille herkkien verikaasuanalyysien oikeaoppinen näytteenotto on ensisijaisen tärkeää. Opinnäytetyön raporttiin kirjoitettiin teoriaa syvällisemmin, jotta opetusvideon katsottua voi syventää tietouttaan raportin avulla. Raportista tuli erittäin kattava ja olemme tyytyväisiä lopputulokseen.

Opetusvideon kuvaaminen ja editointi onnistui hyvin, vaikka aikaisempaa kokemusta opetusvideon tekemisestä ei ollut. Opetusvideon olisi voinut kuvata pystyasennon sijaan vaakatasossa. Opetusvideota ei ehditty näyttää toisille opiskelijoille vertaisarvioinnin saamiseksi, mutta olemme lopputulokseen tyytyväisiä. Opinnäytetyötä tehdessä ymmärrys verikaasuanalyseista syveni huomattavasti, sillä aihe on erittäin laaja.

Jatkotutkimusaiheena voisi olla opetusmateriaali, jossa käsiteltäisiin myös happoemästatapainon häiriöt ja miten eri häiriöt näkyvät verikaasuanalyseissa. Opetusmateriaalissa käytäisiin läpi happoemästatapainon suureet ja mikä on niiden fysiologinen merkitys. Toinen jatkotutkimusaihe voisi olla koottu opetusmateriaali verikaasuanalysointimenetelmistä.

LÄHTEET

Ailio, J. 2015. Vähän parempi video. Opas laadukkaan videon suunnitteluun ja toteutukseen. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 102. Viitattu 11.3.2021. <https://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522165831.pdf>.

Alastalo, P.; Härkönen, H. & Mäki, A. 2018. Näytteiden analysoinnin vaiheet verikaasulaitteella. Duodecim Oppiportti. Viitattu 29.9.2021. <https://www.oppiportti.fi/op/vkl00010/do>.

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry 2019. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Viitattu 10.2.2021. <http://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf? t=1578480382>.

Baird, G. 2013. Preanalytical considerations in blood gas analysis. Biochem Med (Zagreb) Viitattu 2.3.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3900096/>.

Brame, C. 2015. Effective educational videos. Vanderbilt University. Viitattu 11.3.2021. <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/effective-educational-videos/>.

Burakoff, P. & Berghäll, H. 2019. Luotettavat POC-tulokset potilasturvallisuuden takaamiseksi – Miten vieritutkimusten tekijöiden osaamista voidaan tukea? Kliin lab 3/2019. s. 67. Viitattu 10.2.2021. <https://www.skky.fi/sites/skky.fi/files/media/3.2019%20Kliinlab%20nettiin.pdf>.

Burns, G. 2014. Arterial blood gas made easy. National Center for Biotechnology Information. Viitattu 18.9.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5873626/>.

Castro D.; Patil, M. & Keenaghan M. 2021. Arterial Blood Gas. National Center for Biotechnology Information. Viitattu 1.3.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536919/>.

Eskelinen, S. 2016. Kalsium (P-Ca, Ca-albk ja Ca-lon). Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 10.9.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03063>.

Halonen, T. Laitinen, M. & Penttilä, I. 2003. Menetelmäperiaatteet ja kliinisen kemian tutkimukset. Teoksessa Penttilä, I. 2003. Kliiniset Laboratoriotutkimukset. WSOY. Helsinki.

Higgins, C. 2013. Why measure blood gases? A three-part introduction for the novice. Part 3. Viitattu 1.3.2021. <https://acutecaretesting.org/en/articles/why-measure-blood-gases-a-threepart-introduction-for-the-novice-part-3>.

Hopkins, E., Sanvictores, T. & Sharma, S. 2020. Physiology, Acid Base Balance. National Center for Biotechnology Information. Viitattu 10.2.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507807/>.

Huslab Ohjekirja. 2021a. cB-HE-Tase. Viitattu 10.2.2021. <https://huslab.fi/ohjekirja/1542.html>.

Huslab Ohjekirja. 2021b. aB-HET-Oks. Viitattu 17.9.2021. <https://huslab.fi/ohjekirja/8169.html>.

Kongstad, H.; Rosendal, A.; Rasmussen, B. & Weinreich, U. 2019. Agreement between arterial and non-arterialised fingertip capillary blood gas and acid-base values. European Clinical Respiratory Journal. Viitattu 3.3.2021. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20018525.2019.1644892>.

Koskenkari, J. 2020. Valtimoverikaasuanalyysi ja laktaattipitoisuusmäärittäminen kriittisesti sairaan potilaan tilan alkuarvioinnissa. Duodecim oppiportti. Viitattu 1.3.2021. <https://www.oppiportti.fi/op/phh00048/do>.

Käypä hoito. 2014. Valtimoveren happiosapaineen happisaturaation korrelaatio. Käypä hoito- kuvat. Viitattu 25.10.2021. <https://www.kaypahoito.fi/imk00850>.

Labquality 2018. Vieritestisuositus. Viitattu 29.10.2021. <https://www.labquality.fi/vieritestisuositus/>.

Leader, D. 2020. What Is the Partial Pressure of Oxygen (PaO₂) Test?. Verywell Health. Viitattu 25.10.2021. <https://www.verywellhealth.com/partial-pressure-of-oxygen-pa02-914920>.

Lei Y. 2017. Lung Ventilation: Natural and Mechanical. Viitattu 3.3.2021. <https://oxfordmedicine.com/view/10.1093/med/9780198784975.001.0001/med-9780198784975-chapter-3>.

Leppäluoto, J.; Kettunen, R.; Rintamäki, H.; Vakkuri, O.; Vierimaa, M. & Lätti, S. 2017. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. 7. uudistettu painos. Sanoma Pro Oy. Helsinki.

- Lyyra, M. 2018. Verikaasuanalyysi ja happo-emästasapainon tutkiminen. Terveysportti. Viitattu 20.10.2021. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/ltk/article/ykt00405>.
- Merrill, A & Chambliss, B. 2020. Water and electrolyte balance. Science Direct. Viitattu 10.9.2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128154991000375>.
- Mustajoki, P. 2020. Veren suolapitoisuuksien muutoksia. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 10.9.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00097>.
- Mustajoki, P. 2021a. Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus). Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 1.3.2021. https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00656#s2.
- Mustajoki, P. 2021b. Alkaloosi (elimistön nesteiden liiallinen emäksisyys). Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 1.3.2021. https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00655&p_hakusana=alkaloosi.
- Niemelä, O. & Pulkki, K. 2010. Laboratoriolääketiede – kliininen kemia ja hematologia. 3. painos. Kandidaattikustannus Oy. Helsinki.
- Nikinmaa, M. 2000. Happi solujen toimintojen säätelijänä. Turun yliopiston biologian laitoksen kokous. Viitattu 25.10.2021. <file:///C:/Users/Omistaja/Downloads/58290-Artikkelin%20teksti-58984-1-10-20160530.pdf>.
- Nykopp, J. 2015. Hemoglobiiniarvo (B-Hb) kertoo hapensaannistasi. Potilaan Lääkärilehti. Viitattu 10.9.2021. <https://www.potilaanlaakarilehti.fi/uutiset/hemoglobiiniarvo-b-hb-kertoo-hapensaannistasi/>.
- Ortiz-Prado, E.; Dunn, J.; Vasconez, J.; Castillo, D. & Viscor G. 2019. Partial pressure of oxygen in the human body: a general review. National Center for Biotechnology Information. Viitattu 25.10.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6420699/>.
- Penttilä, I. 2003. Elektrolyytti- ja happo-emästasapaino sekä nesteaitiot ja niiden tutkiminen. Teoksessa Penttilä, I. 2003. Kliiniset Laboratoriotutkimukset. WSOY. Helsinki.
- Radiometer. 2021. ABL90 FLEX blood gas analyzer. Viitattu 14.9.2021. <https://www.radiometeramerica.com/en-us/products/blood-gas-testing/abl90-flex-blood-gas-analyzer>.

Rajantie, J. 2010. Mitä suomalaisen lääkärin tulee tietää talassemioista. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. Viitattu 15.10.2021. <https://www.duodecimlehti.fi/duo98807>.

Reinikainen, M. 2020. Hapto-emästasapaino. Duodecim Oppiportti. Viitattu 10.2.2021. https://www.oppiportti.fi/op/phh00012/do?p_haku=haptoem%C3%A4stase#q=haptoem%C3%A4stase.

Sallialmi, M. 2020. Nestetasapaino lapsella. Duodecim Oppiportti. Viitattu 15.10.2021. https://www.oppiportti.fi/op/ajt00408/do?p_haku=fetaalihemoglobiini#q=fetaalihemoglobiini.

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Turun ammattikorkeakoulun puheenvuoroja 72, 5–25 Viitattu 10.2.2021. <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>.

Suomen Bioanalyttikoliitto ry. 2017. Bioanalyttikon, laboratoriohoitajan eettiset ohjeet. Viitattu 11.3.2021. <https://www.bioanalyttikoliitto.fi/@Bin/659271/Eettiset+periaatteet+FI+print+2017.pdf>.

Tanskanen, I. 2020. Opinnäytetyötyypit. Turun AMK. Viitattu 1.3.2021. <https://messi.turkuamk.fi/opiskelu/9/Sivut/Hankkeistettu--ja-TKI-opinn%C3%A4ytety%C3%B6.aspx>.

Tunturi, S. 2021a. P-Kalium (P-K). Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 10.9.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03062/p-kalium-p-k>.

Tunturi, S. 2021b. fP-Lukoosi (fP-Gluk), paastosokeri ja P-Glukoosi (P-Gluk). Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 10.9.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03091/fp-glukoosi-fp-glukpaastosokeri-ja-p-glukoosi-p-gluk?q=glukoosi>.

Thompson, G.; Husney, A. & Russo, E. 2020. Arterial Blood Gases (ABG) Test. University of Michigan Health – Michigan Medicine. Viitattu 25.10.2021. <https://www.uofmhealth.org/health-library/hw2343>.

Triolab 2018a. ABL90 FLEX PLUS – verikaasuanalysointilaite. Viitattu 28.10.2021. <https://www.triolab.fi/tuotteet/abl90-flex-plus/>.

Triolab 2018b. ABL800 FLEX – verikaasuanalysointilaite. Viitattu 28.10.2021. <https://www.triolab.fi/tuotteet/abl800/>.

Tunturi, S. 2021c. P -Bilirubiini (P-Bil). Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 17.9.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03074>.

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

Tykslab Ohjekirja. 2020a. cB-HE-Tase. Viitattu 10.2.2021. <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=1542>.

Tykslab Ohjekirja. 2020b. P-Kloridi. Viitattu 10.9.2021. <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=2080>.

Tykslab Ohjekirja. 2020c. fP-Laktaatti. Viitattu 14.9.2021. <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=2184>.

Tykslab Ohjekirja. 2021. fP-Gluk. Viitattu 14.9.2021. <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=1468>.

Uotila, L. 2003. Neste-, elektrolyytti- ja happo-emästasapaino. Vilpo, J. & Niemelä, O. 2003. Laboratoriolääketiede Kliininen kemia ja hematologia. 2. uudistettu painos. Jyväskylä. Kandidaattikustannus Oy.

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

Väisänen S., Metsävainio K. & Romppanen J. 2006. Preanalyttisistä virhetekijöistä verikaasuanalysointoreilla tehtävissä analyyseissä. Finnanest 2/2006. s. 121-123. Viitattu 10.2.2021. http://www.finnanest.fi.ezproxy.turkuamk.fi/files/a_vaisanen.pdf.

Yıldızdas D., Yapıcıoğlu H., Yılmaz H L. & Sertdemir Y. 2003. Correlation of simultaneously obtained capillary, venous and arterial blood gases of patients in a paediatric intensive care unit. Viitattu 10.2.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1719810/pdf/v089p00176.pdf>.

Ylisaari, P.; Rastas, T. & Anttila, P. 2021. Näytteenotto verikaasuanalyysijä varten. Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. Viitattu 15.9.2021. https://www.epshp.fi/files/12172/3_Naytteenotto_verikaasuanalyysija_varten_3_0.pdf.

Zachary, M. & Herbert, P. 2020. Partial Pressure of Carbon Dioxide. National Center for Biotechnology Information. Viitattu 14.10.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551648/>.

OPETUSVIDEON KÄSIKIRJOITUS

Kesto	Kohtaus	Mediat ja efektit
5 s	Teksti: Kapillaarisen verikaasunäytteen näytteenotto ja analysointi	Teksti: Capillary blood gas (CBG) sampling and analysis
20 s	Otos näytteenotosta	<p>”Verikaasuanalyysit ovat herkkiä laatu poikkeamille ja suurin osa näistä laatu poikkeamista syntyykin preanalyttisessä vaiheessa eli näytteenotossa tai näytteen käsittelyssä. Laatu poikkeamat voivat muuttaa mittaustuloksia ja johtaa virheellisiin tuloksiin ja sitä kautta tulosten väriin tulkintoihin sekä potilaan väärään hoitoon.”</p> <p>Teksti: Blood gas analyses are sensitive to quality deviations and most of these deviations occur in the pre-analytical phase, i.e. during sampling or sample processing. Quality deviations can alter the measurement results and lead to faulty results and thus to misinterpretation of the results and incorrect treatment of the patient.</p>
20 s	Kuvataan näytteenottokohdan valinta, kuvaa oikeista kohdista	<p>”Verikaasunäyte otetaan sormen sivuosasta joko keskisormesta tai nimettömästä, sillä näissä sormissa jännetuppi loppuu jo sormen tyveen eli mahdollinen näytteenoton aiheuttama infektio ei pääse leviämään niin pitkälle. Näytettä ei myöskään tule ottaa tulehtuneelta, mustelmaiselta tai turvonneelta alueelta eikä tippakädestä.”</p> <p>Teksti: The blood gas sample is taken from the lateral part of the finger, either the middle finger or the ring finger, as in these fingers the tendon sheath already ends at the base of the finger, which means that any infection caused by the sample cannot spread as far. Furthermore, the sample should not be taken from an inflamed, bruised or swollen area or from a hand with an IV.</p>
10 s	Kuvataan esilämmitystä	<p>”Näytteenottokohdan hyvä perifeerinen verenkierto varmistetaan tarvittaessa esilämmityksellä, joka voidaan toteuttaa pyytämällä potilasta lämmittämään sormiaan lämpimän veden alla tai antamalla hänelle esim. lämpimällä vedellä täytetty kumihanska sormien päälle. Esilämmityksen jälkeen näyte saadaan otettua ilman voimakasta puristamista, jolloin näytteeseen ei myöskään tule ylimääräistä kudospesettä.”</p>

		<p>Teksti: If necessary, good peripheral blood circulation at the sampling point is ensured by pre-warming, which can be done by asking the patient to warm their fingers under warm water or by placing a disposable glove filled with warm water over their fingers. After pre-warming, the sample can be taken without strong squeezing, which also prevents excess tissue fluid from entering the sample.</p>
10 s	Käsien desinfiointi	<p>"Ennen näytteenottoa desinfioidaan kädet."</p> <p>Teksti: Hands are disinfected before sampling.</p>
10 s	Kumi-hanskojen pukeminen	<p>"Näytteenotossa käytetään kumihanskoja aina, kun käsitellään vapaata verta."</p> <p>Teksti: Rubber gloves are always used when sampling free-flowing blood.</p>
20 s	Kuvataan lansetteja	<p>"Näytteenotossa tulee kiinnittää huomiota myös oikean lansetin valintaan. Aikuisilla pistosvyvyys on enintään 2,4 mm ja lapsille on olemassa pistosvyvydeltään pienempiä lansetteja. Oikeanlaisen lansetin käyttö on tärkeää, sillä liian syvä pistos lisää kudoksen määrää näytteessä."</p> <p>Teksti: When sampling, attention should also be paid to the selection of the correct lancet. For adults, the maximum insertion depth is 2.4 mm, and there are smaller insertion depths for children. It is important to use the right type of lancet, too deep sting will increase the amount of tissue fluid in the sample.</p>
15 s	Kuvataan kapillaareja	<p>"Näyte otetaan heparinisoituun kapillaariin, jossa hepariini toimii antikoagulanttina ja estää veren hyytymisen. Kapillaarin sisällä on myös metallilanka, joka helpottaa näytteen sekoittamista hepariiniin. Mikäli näyte otetaan lisäaineettomaan kapillaariin, se hyytyy nopeasti."</p> <p>Teksti: The sample is taken into a heparinised capillary, where heparin acts as an anticoagulant and prevents blood clotting. The capillary also contains a metal wire inside to ease mixing the sample with the heparin. If the sample is taken into a capillary without additives, it will clot quickly.</p>
20 s	Kuvataan näytteenotto-kohdan puhdistamista	<p>"Näytteenottokohta puhdistetaan pyyhkäisemällä sormenpää puhdistusaineeseen kostutetulla lapulla. Näyte otetaan vasta kun puhdistusaine on kokonaan kuivunut, sillä puhdistusaineen jäämät aiheuttavat hemolyyysiä ja laimentavat näytettä. Myös hikinen näytteenottokohta voi johtaa näytteen laimentumiseen."</p> <p>Teksti: The sampling point is cleaned by wiping the fingertip with a swab moistened with disinfectant. The sample should only be taken when the disinfectant is completely dry, as</p>

		residues of the disinfectant will cause haemolysis and dilute the sample. A sweaty sampling point can also lead to dilution of the sample.
20 s	Kuvataan pistoa ja pisaran pyyhkimistä	<p>”Ennen pistoa sormenpää puristetaan verekkääksi ja lansetti painetaan tukevasti ihoa vasten, jotta pistos on riittävän syvä. Ensimmäinen veripisara pyyhitään pois, sillä se sisältää eniten kudostettä ja vähiten soluja sekä lisäksi sillä estetään puhdistusaineen jäämien joutuminen näytteeseen.”</p> <p>Teksti: Before the prick, the fingertip is squeezed to coagulate the blood and the lancet is pressed firmly against the skin to ensure that the prick is deep enough. The first drop of blood is wiped off, as it contains the most tissue fluid and the fewest cells, and also prevents residues of the disinfectant from entering the sample.</p>
20 s	Kuvataan oikeaoppista näytteenottoa	<p>”Näyte otetaan mahdollisimman vähäisellä puristamisella isoista veripisaroista. Näytteenottokohdan voimakas puristaminen johtaa kudosteen pääsyyn näytteeseen ja näin pienissä näytemäärissä se vaikuttaa herkästi analyysitulokseen laimentamalla näytettä. Kapillaarin tulee täytyä kokonaan, sillä ilmakuplat näytteessä johtavat virheellisiin tuloksiin mm. hiilidioksidiosapaineessa. Kapillaari täytetään niin, että sitä pidetään hieman yläviistoon ja annetaan täytyä kapillaarivoiman avulla.”</p> <p>Teksti: The sample is taken with as little squeezing as possible from large droplets of blood. Strong squeezing of the sampling point will result in tissue fluid entering the sample. In such small sample volumes it will have a sensitive effect on the analytical result by diluting the sample. The capillary must be completely filled, as air bubbles in the sample will lead to erroneous results, e.g. in the carbon dioxide pressure. The capillary is filled by holding it slightly upward and allowing it to fill by capillary force.</p>
15 s	Kuvataan hyvin täyttynyt kapillaari sekä huonosti täyttynyt, jossa on ilmakuplia	<p>”Näytteeseen tulee helposti ilmakuplia tai kapillaari jää vajaaksi, jos kapillaaria täytetään täysin vaakatasossa tai alaviistossa.”</p> <p>Teksti: The sample will easily become air bubbles or the capillary will be underfilled if the capillary is filled completely horizontally or from below.</p>
10 s	Kuvataan kapillaarin sulkeminen	<p>”Hetki näytteenoton jälkeen kapillaari suljetaan kumitulpilla.”</p> <p>Teksti: The capillary is closed with a rubber bung immediately after sampling.</p>
15 s	Kuvataan näytteen sekoittamista	<p>”Näyte sekoitetaan heti näytteenoton jälkeen huolellisesti kääntelemällä kapillaaria ylösalaisin, sillä muuten näyte ei sekoitu kunnolla antikoagulanttiin ja saattaa hyytyä.”</p>

		<p>Teksti: Immediately after sampling, mix the sample carefully by turning the capillary upside down, otherwise the sample will not mix properly with the anticoagulant and may clot.</p>
20 s	Kuvataan kapillaarin asettamista kylmähauteelle	<p>”Näyte analysoidaan mahdollisimman nopeasti näytteenoton jälkeen. Lasikapillaari säilyy kylmähauteella analyysikelpoisena 30 minuuttia, mutta mikäli näyte on otettu muovikapillaariin, se tulee analysoida 10 minuutin kuluessa, sillä muovikapillaaria ei saa laskea kylmähauteelle.”</p> <p>Teksti: The sample is analysed as soon as possible after sampling. The glass capillary remains ready for analysis in a cold pack for 30 minutes. If the sample is taken in a plastic capillary, it must be analysed within 10 minutes, as the plastic capillary must not be placed in the cold pack at all.</p>
10 s	Kuvataan hyväksytyjä kontrollituloksia tietokoneelta	<p>”Ennen analysointia tarkistetaan, että laite on käyttökunnossa eli että kalibroinnit ja kontrollit ovat hyväksytyissä rajoissa. Tarkistetaan myös reagenssien riittävyys sekä se että tarvittavat huoltotoimenpiteet on tehty eikä virheviestejä ole.”</p> <p>Teksti: Before analysis, the device is checked to ensure that it is in working order, i.e. that the calibrations and controls must be within the accepted limits. Also check that there are enough reagents and that necessary maintenance has been carried out and that there are no error messages.</p>
20 s	Kuvataan näytteen sekoittamista	<p>”Näytteen laatu arvioidaan ennen analysointia eli tarkistetaan ettei näytteessä näy esimerkiksi ilmakuplia tai hyytymiä. Näyte sekoitetaan vielä juuri ennen analysointia, että näyte on mahdollisimman tasalaatuinen. Huonosti sekoitettu näyte vaikuttaa etenkin hemoglobiinin arvoon.”</p> <p>Teksti: The quality of the sample is assessed before analysis, i.e. it is checked that there are no air bubbles or clots, for example. The sample is mixed just before analysis to ensure that the sample is as homogeneous as possible. A poorly mixed sample will affect the haemoglobin value.</p>
10 s	Kuvataan magneetin käyttöä	<p>”Kapillaarin sisällä oleva metallilanka vedetään magneetin avulla kapillaarin toiseen päähän.”</p> <p>Teksti: The metal wire inside the capillary is pulled by a magnet to the other end of the capillary.</p>
15 s	Kuvataan sulkijoiden poisto ja clot catcherin asettaminen	<p>”Kapillaarin päästä poistetaan kumitulppa ja tilalle asetetaan clot catcher. Clot catcherin avulla mahdolliset näytteen hyytymät eivät pääse tukkimaan analysaattoria. Myös toinen kumitulppa poistetaan, jotta analysaattori pystyy imaisemaan näytteen.”</p>

		<p>Teksti: A rubber bung is removed from the end of the capillary and replaced with a clot catcher. The clot catcher prevents any sample clots from clogging the analyser. The second rubber stopper is also removed to allow the analyser to aspirate the sample.</p>
10 s	Kuvataan näytteen analysointi	<p>”Analysaattorilta valitaan oikea näytemuoto eli kapillaarinen ja kapillaari asetetaan vaakatasossa analysaattorin inlettiin. Laite opastaa näytteen analysoinnissa. Näytetarran viivakoodi luetaan analysaattorille, jotta analyysin tulos siirtyy oikealle potilaalle.”</p> <p>Teksti: The correct sample format, capillary, is selected from the analyser and the capillary is placed horizontally in the analyser inlet. The analyser will guide you through the sample analysis. The barcode on the sample label is read to the analyser so that the result of the analysis is passed to the correct patient.</p>
15 s	Kuvataan analyysin tuloksia	<p>”Verikaasu-analysaattori antaa verikaasu-, oksimetria- ja elektrolyyttiarvot ja lämpötilakorjatut arvot sekä happo-emästasapainon arvot. Oikeaoppisella kapillaarinäytteenotolla pystytään parantamaan tulosten luotettavuutta ennaltaehkäisemällä laatupoikkeamien syntymistä ja näin parantamaan myös potilasturvallisuutta.”</p> <p>Teksti: The blood gas analyser gives blood gas, oximetry and electrolyte values, also temperature corrected values and acid-base balance values. Correct capillary sampling can improve the reliability of results by preventing quality deviations, thus improving patient safety.</p>