

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Ensihoidon koulutusohjelma

Niko Aholainen

Sirkku Lähteenmäki

ENSIHOITAJIEN KÄYTTÖKOKEMUKSIA VERIKAASUANALYSAATTORIN  
KÄYTÖSTÄ ENSIHOITOTILANTEISSA JA SILLÄ ANALYSOITUJEN  
NÄYTTEIDEN VERTAILUKELPOISUUDESTA ENSIHOIDON JA SAIRAALAN  
VÄLILLÄ PÄIJÄT-HÄMEEN ALUEELLA

Opinnäytetyö 2014

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Sosiaali- ja terveysala, ensihoidon koulutusohjelma

AHOLAINEN, NIKO

LÄHTEENMÄKI, SIRKKU

Ensihoitajien käyttökokemuksia verikaasuanalysointin käytöstä ensihoidotilanteissa ja sillä analysoitujen näytteiden vertailukelpoisuudesta ensihoidon ja sairaalan välillä Päijät-Hämeen alueella

Opinnäytetyö

111 sivua + 22 liitesivua

Työn ohjaaja

TtM Juhani Seppälä

Toimeksiantaja

Päijät-Hämeen ensihoidokeskuksen ensihoidon ylilääkäri  
Timo Jama

Joulukuu 2014

Avainsanat

ensihoido, happo- emästasapaino, verikaasuanalyysi, verikaasuanalysointori, arteria- astrup, vieritestaus, vieritesti,

Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymän ensihoidokeskuksen vaativan hoitotason ensihoidotilanteissa otettiin käyttöön keuhkokuumeeseen EPOC-verikaasuanalysointori, jolla saadaan potilaalta verikaasujen ohessa määritettyä emäsyliäämä, stardardibikarbonaatti, glukoosi, natrium, kalium, kalsium sekä hematokriitti, hemoglobiini ja laktaatti. Näyte voidaan ottaa joko valtimo-, laskimo- tai kapillaaripuolelta. Ensihoitokeskus koulutti vaativan tason ensihoidotilanteissa otettua verikaasuanalyysinäytettä sairaalassa otettuun kontrollinäytteeseen.

Opinnäytetyössä käytettiin kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusmenetelmää. Käyttökokemuksia kerättiin kyselylomakkeen kautta. Kyselylomake on yleisin määrällisessä tutkimusmenetelmässä käytetty aineiston keräämisen tapa. Verikaasuanalyysitulosten vertailussa käytettiin otantatutkimusta. Otantatutkimusta käytetään, kun perusjoukko on suuri tai sen tutkiminen olisi kallista ja aikaa vievää. Tulokset on esitetty frekvenssein, prosenttein ja diagrammeina.

Verikaasuanalyysinäytteiden otannat sijoituivat ajanjaksoille 1.9 - 30.11.2013 ja 1.6 - 30.9.2014. Otanta koostui 50 ensihoidon potilaasta, joista 34:ltä (68 %) oli otettu kontrollinäyte sairaalassa. Näistä potilaista 23:lla tulokset olivat parantuneet sairaalan kontrollinäytteessä.

EPOC-verikaasuanalysointin ominaisuuksiin ensihoidotilanteissa oltiin suurimmaksi osaksi jokseenkin tyytyväisiä. Eniten kritiikkiä sai kuitenkin testikortin käytettävyyys.

Verikaasuanalyysivertailussa EPOC-verikaasuanalysointia käytettiin eniten hengitysvaikeuspotilaiden kohdalla. Tutkimustuloksen mukaan myös yli puolet (67,6 %) verikaasuanalyysituloksista olivat parantuneet sairaalassa otettujen kontrollinäytteiden mukaan.

Kaikista ensihoidossa otetuista verikaasuanalyysinäytteistä yli puolessa tapauksessa myös sairaalassa päädyttiin ottamaan verikaasuanalyysinäyte.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Emergency Care

AHOLAINEN, NIKO

LÄHTEENMÄKI, SIRKKU

Paramedics' Experiences of the Use of the Blood Gas Analyzer in Emergency Care Situations and the Comparability of the Samples Taken by Blood Gas Analyzer between Emergency Care and Hospital in Päijät-Häme

Bachelor's Thesis

111 pages + 22 pages of appendices

Supervisor

Juhani Seppälä, Senior Lecturer

Commissioned by

Timo Jama, Senior Physician in Charge of Emergency Care Center in Päijät-Häme

December 2014

Keywords

emergency care, acid-base balance, blood gas analysis, blood gas analyzer, point-of-care testing

EPOC- blood gas analyzer was introduced in the Emergency Care Center of the Social and Health Care Federation Municipalities of Päijät-Häme demanding care unit in the spring of 2013. It offers the results of alkali excess, standard bicarbonate, glucose, natrium, kalium, calsium and hematocritis, hemoglobin and lactase. The sample can be taken either in the artery, the vein or the capillary. The Emergency Care Center trained the demanding level paramedics to take the blood samples and to interpret the results. The aim of this study was to examine the paramedics' experiences of the use of the blood gas analyzer in emergency care situations and to compare the blood gas analysis sample taken in emergency care situations to the control sample taken in the hospital.

In the thesis, a quantitative research method was used. User experiences were collected by a questionnaire which is the most common data collection method of a quantitative research. In comparing the results the sample method was used. A sample survey is used when the population of the study is large or the examination of this population would be both costly and time consuming. The results are presented as frequencies, percentages and diagrams.

The blood gas samples were taken within 1 September – 30 November, 2013 and 1 June- 30 September, 2014. The sample population consisted of 50 patients, 34 of whom control samples were taken in hospitals (68 %). The blood sample results of those 23 were improved in the control samples taken by the hospitals.

The properties of the EPOC blood gas analyzer in emergency situations were met with fair satisfaction. The functionality of the test strip received most of the criticism. In the blood gas analysis comparison the EPOC blood gas analyzer was used in most situations where the patient was suffer-

ing from a difficult breathing. According to the results, more than half of the blood gas results had improved compared to control samples taken in the hospitals. Of all the blood gas analysis samples taken by the paramedics, the hospitals renewed blood gas analysis samples in half of the cases.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO JA TAUSTA	8
2	ENSIHOITOPALVELUT	10
2.1	Ensihoitoa koskeva lainsäädäntö ja asetukset	12
2.2	Ensihoidon laatu ja potilasturvallisuus	13
2.3	Ensihoidon asiantuntijuus	18
2.4	Palvelutasopäätös Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin alueella	18
2.5	Ensihoitajien hoitovelvoitetasot Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin alueella	22
3	HAPPO-EMÄSTASAPAINO	25
3.1	Happo-emästasapainon säätely	26
3.2	Respiratorinen alkaloosi ja asidoosi ja niiden yleisimmät aiheuttajat	27
3.3	Metabolinen alkaloosi ja asidoosi ja niiden yleisimmät aiheuttajat	29
3.4	Laktaattiasidoosi	30
3.5	Ketoasidoosi	31
4	INDIKAATIOT EPOC-VERIKAASUANALYSAATTORIN KÄYTTÖÖN ENSIHOIDOSSA	32
4.1	Tajuttomuus ja sen patofysiologia	32
4.2	Tajuttomuuden diagnostiikka	36
4.3	Hengitysvajauksen patofysiologia ja diagnostiikka	38
4.4	Hengitysvajauksen hoito	49
4.5	Sepsis ja Septinen sokki	51
4.6	Intoksikaatio	54
4.7	Intoksikaation hoitolinjat	55
4.8	Eri lääkeaineiden ja huumeaineiden aiheuttamat myrkytykset	59
5	VERIKAASUANALYYSI	64
5.1	Arteria-astrupin viitearvot ja niiden tulkinta	65
5.2	Valtimoverinäytteen ottaminen	67

6	VIERITESTAUS	70
6.1	Vieritestausta ohjaavat säädökset ja ohjeistukset	70
6.2	Vieritestauksen hyödyt ja haitat	72
6.3	Vieritestauksen laadunvarmistus	74
7	TUTKIMUKSEN VIERITESTILAITE	75
7.1	EPOC- verianalyysijärjestelmä	75
7.2	EPOC- järjestelmän toiminnan kuvaus	77
7.3	EPOC-järjestelmän testiparametrit	78
8	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	80
8.1	Tutkimusongelmat	80
8.2	Aineiston kerääminen	81
8.3	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen prosessin aikataulu	82
8.4	Sisällönanalyysi	83
9	TUTKIMUSTULOKSET ENSIHOITAJIEN KÄYTTÖKOKEMUKSISTA EPOC- VERIKAASUANALYSAATTORIN KÄYTÖSTÄ ENSIHOITOTILANTEISSA	86
9.1	Tutkimuksen taustatiedot	86
9.2	Käyttökokemukset näytteenotosta	86
9.3	Ensihoitajien tyytyväisyys EPOC- verikaasuanalyssaattorin käytöstä ensihoitotilanteissa	87
9.4	Ensihoitajien mielipide EPOC- laitteen toimivuudesta ja kehittämisestä	88
9.5	Verikaasuanalyysi arvojen tulkinnan haastavuus ensihoidossa	89
9.6	Ensihoitajien saama palaute verikaasuanalyssaattorin käytöstä sairaalan ulkopuolella	90
9.7	EPOC- verikaasuanalyssaattorin käyttöä ensihoidon tulevaisuudessa ja sen kehityskohteita	91
10	TUTKIMUSTULOKSET VERIKAASUANALYYSIEN VERTAILUISTA	92
10.1	Tutkimuksen tausta	92
10.2	Tutkimustulokset	93
11	TUTKIMUSTULOSTEN YHTEENVETO	94
12	POHDINTA	96

12.1 Tutkimuksen eettisyys	99
12.2 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti	100
12.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset	102
LÄHTEET	104
LIITTEET	116
Liite 1. Saatekirje	
Liite 2. Kyselykaavake	
Liite 3. Tutkimustaulukko	
Liite 4. Tutkimuslupahakemus	
Liite 5. PHSOTEY toimintaohje. Verikaasuanalyysin otto ensihoidossa	
Liite 6. Päijät-Hämeen ensihoitopalvelun hoitotasot	
Liite 7. PHSOTEY toimintaohje. Toimintaohje hätäkeskuslaitokselle	

## 1 JOHDANTO JA TAUSTA

Ensihoitopalveluun kuuluu äkillisesti sairastuneen tai loukkaantuneen potilaan kiireellinen hoito terveydenhuollon hoitolaitoksen ulkopuolella ja tarvittaessa potilaan kuljettaminen lääketieteellisesti arvioiden potilaan hoidon kannalta tarkoituksenmukaisempaan hoitoyksikköön (Silfvast, Castren, Kurola, Lund & Martikainen 2013, 328).

Ensihoito ja siihen liittyvä sairaanhoito ovat osa terveydenhuoltoa. Ensihoitopalvelun suunnittelu, käytännön ohjaus sekä valvonta perustuvat lääketieteelliseen asiantuntemukseen. Hyvät hoitotulokset hätätilapotilaiden kanssa perustuvat vahvaan hoitoketjuun, harjoiteltuun yhteistoimintaan ja ammatilliseen osaamiseen. Sosiaali- ja terveysministeriö vastaa ensihoitoa koskevan lainsäädännön valmistelusta sekä ohjaa ja valvoo toimintaa yleisellä tasolla. Toiminnan vaikuttavuutta on tutkittu varsin puutteellisesti, vaikka lääketieteen kehitys ja tekniikan edistyksellisyys ovat menneet eteenpäin ja mahdollistaneet tehostetun hoidon sairaalan ulkopuolisessa ympäristössä. (Määttä 2013, 14–15.)

Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymän ensihoitokeskuksen vaativan hoitotason ensihoitoyksiköissä otettiin käyttöön keväällä 2013 käyttöön EPOC- verikaasuanalysointilaite, jolla saadaan verikaasujen ohessa määritettyä emäsylijäämä (BE), stardardibikarbonaatti ( $\text{HCO}_3$ ), glukoosi (gluk), natrium (Na), kalium (K), kalsium (Ca) sekä hematokriitti (HKR), hemoglobiini (Hb) ja laktaatti (Lac). (Jama 2013).

EPOC- verikaasuanalysointilaite kuuluu vieritestaukseen, joka on laboratoriotutkimus. Vieritesti voidaan tehdä hoitoyksikössä, joka sijaitsee varsinaisen laboratorion ulkopuolella. Potilas voi myös itse suorittaa vieritestausta laboratorion ulkopuolella. (Labquality 2010.)

Ensihoitokeskus toimipaikka koulutti ensihoitoyksiköiden vaativan hoitotason ensihoitajat sekä ensihoidon kenttäjohtajat näyttöön ja verikaasuanalysointilaitosten tulkintaan.

Opinnäytetyö tehtiin Päijät-Hämeen keskussairaalan ensihoitokeskukselle ensihoidon ylilääkärin Timo Jaman toimeksiannosta. Tarkoituksena oli selvittää ensihoitajien

käyttökokemukset EPOC- verikaasuanalyysiaattorin käytöstä ensihoitotilanteissa ja verrata kentällä otettua verikaasuanalyysitulosta sairaalassa otettuun kontrollitulokseen ja näin selvittää, olivatko tulokset muuttuneet millään tavalla ensihoidon jäljiltä. Ensihoidon hoitotoimenpiteisiin tutkijat eivät tässä tutkimuksessa ota kantaa.

Saatekirje (liite 1) käyttökokemuksista lähetettiin sähköpostilla tutkijoiden työelämän ohjaaja Esa Sahlmanille ja hän lähetti sen edelleen kaikille toimipaikkakoulutuksen saaneille ensihoidon henkilöille. Saatekirje sisälsi linkin Webropol- sovelluksen verkkokyselyyn, johon vastauksensa antoi 30 ensihoitajaa. Kysely lähti 39:lle ensihoidon henkilölle.

Toisen tutkimuksen kohteena oli vertailla kentällä otettua verikaasuanalyysiä sairaalassa otettuun kontrollinäytteeseen. Otannat sijoituivat ajanjaksoille 1.9. - 30.11.2013 ja 1.6. - 30.9.2014 (N=50). Nämä otannat valittiin sattumanvaraisesti yhteispäätöksellä tutkijoiden ja työn tilaajan kanssa. Tarkastelimme myös potilaiden kelan SV 210-sairaankuljetuskertomuksia selvittääksemme tilastollisesti potilaskohtaisen työdiagnoosin ja valitun hoitolinjan.

Työelämäohjaajaksi valikoitui siis PHSOTEY:n kenttäjohtajana toimiva Esa Sahlman. Hän auttoi tutkijoita täsmentämään tutkimuskysymyksiä ja hän laittoi alulle potilastietojen systemaattisen keräyksen EPOC- verikaasuanalyysiaattorin näytteiden sekä Kelan SV 210-sairaankuljetuskertomusten osalta. Tämän lisäksi hän toimi asiantuntijana yhteyshenkilönä tutkijoiden ja muiden yhteistyökumppaneiden välillä. Lääketieteellisestä asiantuntijuudesta tutkimuksessa vastasi ensihoidon ylilääkäri Timo Jama. Tutkijat ovat itse työskennelleet ensihoidossa useamman vuoden ajan aikaisemman tutkintonsa toimesta ja kokivat mielekkääksi lähteä tarkastelemaan verikaasuanalyysiaattorin käyttökokemuksia ja sen tarpeellisuutta.

Verikaasuanalyysiaattoreita vieritestauksen välineenä ei ole aikaisemmin tutkittu ensihoidon kenttäolosuhteissa, joten tieteellinen tutkimusnäyttö on tullut sairaaloiden sisällä tehdyistä verikaasuanalyysi tutkimuksista eri potilasryhmien ja osastojen kannalta.

## 2 ENSIHOITOPALVELUT

Terveydenhuoltolain mukaisesti vastuu ensihoitopalveluiden järjestämisestä siirtyi sairaanhoitopiirien vastuulle 1.1.2013. Ensihoitopalvelu on suunniteltava ja toteutettava yhteistyössä päivystävien terveydenhuollon toimipisteiden kanssa niin, että ne yhdessä muodostavat alueellisesti toimivan kokonaisuuden. (Seppälä 2013a, 328.) Laki mahdollistaa, että sairaanhoitopiirit voivat järjestää ensihoitopalvelunsa alueellaan eri tavoin. Ne voivat hoitaa toiminnan itse, yhteistyössä pelastustoimen tai toisen sairaanhoitopiirin kanssa tai ostaa palvelut muilta palvelun tuottajilta. Pelastuslain (29.4.2011/379, 27§) mukaisesti alueen pelastustoimen tulee vastata pelastustoimen asianmukaisesta järjestämisestä sekä samassa laissa sille säädetyistä tehtävistä. Kohdassa 27 mainitaan erikseen pelastustoimen mahdollisuudesta suorittaa ensihoidolle kuuluvia tehtäviä, mikäli niiden järjestämisen yhteistyöstä on alueellisesti kuntayhtymän kanssa erikseen sovittu. Sosiaali- ja terveysministeriö (STM) vastaa ensihoitoa koskevan lainsäädännön valmistelusta ja ohjaa sekä valvoo toimintaa yleisellä tasolla (Määttä 2013, 16).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta saatettiin voimaan 1.5.2011. Asetusta voidaan soveltaa terveydenhuoltolaissa mainittuun ensihoitopalveluun erityisvastuualueen (ERVA) ensihoitokeskukseen. Asetusta voidaan soveltaa myös hoitolaitosten välisiin potilassiirtoihin, mikäli se on tarkoituksen mukaista. Potilassiirrot ovat aina lähettävän hoitolaitoksen ja lähettävän lääkärin vastuulla. Ensihoito on säädetty terveydenhuoltolain pykälissä 39 - 41 sekä 46. Ne ovat 39. § Ensihoitopalvelun järjestäminen, 40. § Ensihoitopalvelun sisältö, 41. § Asetuksenantovaltuus ja 46. § Ensihoitokeskus. Laki pätee soveltuvilta osin ensihoitopalveluun. Terveydenhuoltolain 39. § mukaan sairaanhoitopiiri tekee ensihoidon palvelutasopäätöksen. Siinä tulee määritellä ensihoitopalvelun sisältö niin, että palvelu on toteutettu tehokkaasti, se on tarkoituksenmukaista sekä se on mitoitettu oikein. Sosiaali- ja terveysministeriö on julkaissut sairaanhoitopiireille tarkoitettut ohjeet palvelutasopäätöksen laatimisesta ja tämän perustana ovat ensihoitopalvelun saatavuus ja laadukkuus. (Määttä 2013, 16.)

Äkillisesti sairastuneille ja loukkaantuneille apua hälytetään koko maassa hätänumerosta 112. Sama hätänumero palvelee pelastus-, terveys-, ja sosiaalitoimea sekä poliisia. Hätäkeskuslaitos on sisäasiainministeriön alaisuudessa toimiva laitos.

Hätäkeskuslain nojalla ainoastaan hätäkeskus voi ottaa vastaan hätäpuheluita ja suorittaa niiden käsittelyn ja riskien arvioinnin. Hoitolaitosten sisäiset potilassiirtopyynnöt tulee ohjata nykyisellään niille ensisijaisesti tarkoitettuun alueelliseen tilannekeskukseen tai ajotoimistoon. Hätäkeskusten tehtävänä on arvioida tehtävän kiireellisyys ja käytössä olevat resurssit. Kunnat, sairaanhoitopiirit ja palveluiden tuottajat tekevät yhteistyötä hätäkeskusten kanssa. Hälytyspäivystäjä noudattaa STM:n ohjetta hätäpuhelukäsittelystä ja riskienarvioinnista, joka on yhteneväinen koko maassa. Hätäkeskuspäivystäjä ei ole terveydenhuollon ammattihenkilöitä, vaan hätäkeskuslaitoksen virkamiehiä ja heidän toimintaansa arvioidaan rikoslainpohjalta. Terveystoimen tehtäviä käsitellessään he noudattavat toimialan vastuuviranomaisen ohjeistusta. Hälytysohjeet ja vasteet ovat aluekohtaisten erojen ja voimavarojen vuoksi erilaisia ja tällöin aluekohtaisiin eroihin täytyy olla ensihoidon vastuulääkärin ohjeistus. (Määttä 2013, 18–23.)

Maassamme toimii myös useita yksityisiä sairaankuljetusyhtiöitä. Yksityinen sairaankuljetustoiminta on luvanvaraista. Aluehallintoviranomainen (AVI) myöntää alueelliset ja Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto (VALVIRA) valtakunnalliset toimiluvat. Toimiluvan haltijan tulee tehdä sopimus sairaanhoitopiirin kanssa ensihoitopalveluiden tuotannosta. (Seppälä 2013, 331.) Sairaankuljetusluvista säädetään yksityisestä terveydenhuollosta annetussa laissa (152/1990).

Lääkärihelikopteritoiminta on osa terveydenhuoltolain määrittelemää ensihoidon kokonaisuutta. Se koostuu ensihoidosta ja siihen liittyvistä tukipalveluista (lentotoiminta, tukikohdat, maayksikkö). Vuonna 2012 tukipalvelutoiminta siirtyi kokonaan yliopistollisten sairaanhoitopiirien yhteenliittymän FinnHems Oy:n vastuulle sekä valtion rahoittamaksi toiminnaksi. Ensihoidon henkilöstöstä, välineistöstä ja lääkevalikoimasta sekä niiden kustannuksista vastaavat yliopistolliset sairaanhoitopiirit. (Määttä 2013, 20.)

Ensihoitopalvelu on terveydenhuollon päivystystoimintaa sairaalan ulkopuolella kuten esimerkiksi kodeissa, työpaikoilla ja julkisilla paikoilla. Tehtäväkirjo on laaja. Se pitää sisällään yleistilan laskut, rintatuntemukset, sydänpysähdykset, kaatumiset, väkivallan teot, alkoholipäihtymykset, myrkytykset, sosiaaliset hätätilanteet, mielenterveydelliset ongelmat, tapaturmat ja henkeä uhkaavat tilanteet sekä suuronnettomuudet. Vuosien aikana ensihoitotehtävien määrä on lisääntynyt sekä

niiden luonne on muuttunut. Syitä on useita: väestö on ikääntynyt ja pitkäaikaissairaudet ovat lisääntyneet. Alkoholien sekä muiden päihteiden käyttö on yleistynyt, ja sosiaaliset ongelmat ovat lisääntyneet. Terveystieteiden palveluita on keskistetty ja supistettu sekä avohuoltoa on lisätty. Myös hoitoaikojen lyhentäminen ja erikoisosaamisen sirpaloituminen ovat omalta osaltaan lisänneet ensihoidon tehtävämääriä ja luonnetta. Kansalaiset ovat valveutuneita ja tietoisuus ensihoidon palveluista sekä omista oikeuksista on vaikuttanut ensihoitopalveluiden kysyntään. (Määttä 2013, 14.)

## 2.1 Ensihoitoa koskeva lainsäädäntö ja asetukset

Ensihoito on terveydenhuollon toimintaa ja siitä on säädetty terveydenhuoltolaissa, asetuksessa ensihoitopalvelusta ja ohjeessa, joka ohjaa palvelutasopäätöksen laatimista. Muut terveydenhuollon lait, asetukset, viranomaisohjeet, periaatteet, arvot, oikeudet ja velvollisuudet pätevät ensihoitopalveluun sekä siinä työskenteleviin henkilöihin. Perustuslaki velvoittaa noudattamaan yhdenvertaisuusperiaatetta julkisten terveystieteiden järjestämisessä. Muut lait, mitkä ohjaavat ensihoitotyötä ovat Laki potilaan asemasta ja oikeuksista (785/1992) eli potilaslaki. Se vaikuttaa merkittävästi ensihoitopotilaiden asemaan vaikuttamalla potilaan oikeuteen hyvään terveyden- ja sairaanhoitoon, kohteluun sekä potilaan oikeuteen hoitoon pääsyyn. Potilaalla on oikeus saada tietoa omasta sairaudestaan. Laissa on määritelty potilaan itsemääräämisoikeus ja alaikäisen potilaan asema. Mikäli potilas on sairautensa vuoksi estynyt ilmaisemaan hoitotahtoaan, on hänelle annettava henkeä uhkaavan vaaran välttämiseksi tarvittava hoito. Potilaan ilmoittamaa hoitotahtoa on kunnioitettava. Potilaslainsäädännössä on tarkat määräykset potilasasiakirjojen laatimisesta, säilyttämisestä ja hävittämisestä. Potilasasiakirjat ovat pääosin salassa pidettäviä. Potilaan tietoja voidaan luovuttaa vain ja ainoastaan potilaan luvalla poissulkien Poliisilaki 35.1 §. (Määttä 2013, 16–20.) Terveystieteiden ammattihenkilön salassapitovelvollisuus liittyy terveydenhuollon luottamusperiaatteisiin ja salassapitovelvollisuus säilyy työsuhteen tai tehtävän päättymisen jälkeenkin (Seppälä 2013b, 338).

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä (559/1994) velvoittaa ammattihenkilöstön huomioimaan potilaslain määräykset potilaan oikeuksista. Tämä koskee myös muita kuin terveydenhuollon ammattihenkilöitä, jotka virkatehtävissään käsittelevät potilastietoja esimerkiksi pelastajat. Ensihoitopalvelu voi tarvita poliisin virka-apua,

jos potilas joka olisi hoidon tarpeessa (vakava myrkytys, suisidaalinen käyttäytyminen, mielenterveydellinen sairaus) kieltäytyy kuljetuksesta hoidon tarpeen arviointiin. Tällöin mielenterveyslain (1116/1990) § 30–31 määrittelevät poliisin toimintavelvollisuuden ja virka-avun. Sairausvakuutuslain mukaisesti Kansaneläkelaitos (KELA) korvaa potilaalle kuljetuksesta aiheutuvia kustannuksia. (Määttä 2013, 16–20.)

Potilas on oikeutettu korvaukseen terveydenhuollossa sattuneesta vahingosta (585/1994), joka on aiheutunut tutkimuksesta, hoitotoimenpiteistä tai sellaisen laiminlyömisestä edellyttäen, että terveydenhuollon ammattihenkilö olisi tutkinut, hoitanut, käsitellyt toisin ja näin välttänyt vahingon tai tapaturman hoitotoimenpiteen tai kuljetuksen aikana. Potilasvakuutus ei korvaa seuraamuksia, jotka ovat osa hoitotoimenpiteiden ja tutkimusten riskejä tai asianmukainen hoito ei ole tuottanut toivottua lopputulosta. (Seppälä 2013c, 336.)

## 2.2 Ensihoidon laatu ja potilasturvallisuus

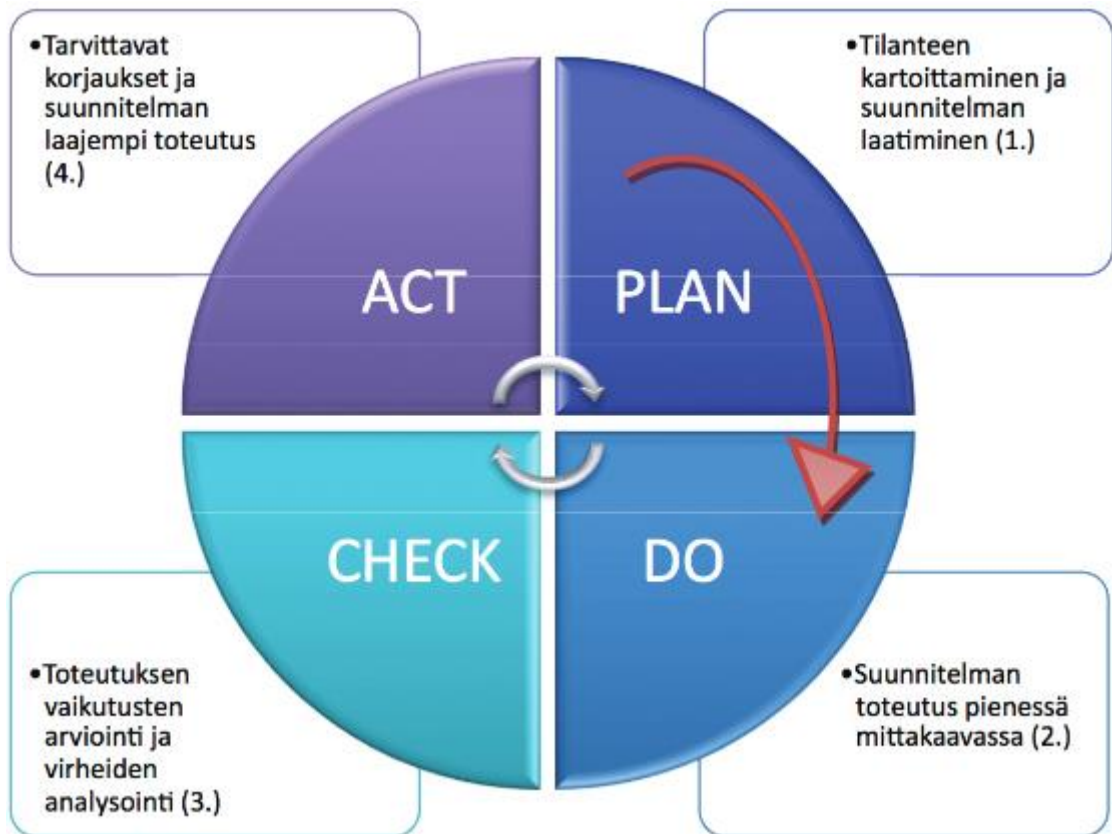
Yleisesti laadulla tarkoitetaan palvelun tai tuotteen kykyä huolehtia asiakkaan tarpeista ja niiden täyttämistä. Laadulla tarkoitetaan tuotteen eli hyödykkeen virheettömyyttä ja sen ominaisuuksista muodostuvaa kokonaisuutta, johon perustuu odotusten täyttäminen. Laatu on myös toiminnan jatkuvaa kehittymistä ja sen parantamista tavoitteiden saavuttamiseksi. Laatu voidaan määritellä useilla eri tavoilla, mutta tärkeintä kuitenkin on, että organisaatio itse hahmottaa miten laatua hallitaan, ja mitä se on sen omassa toiminnassa. (Suomen kuntaliitto 2011, 8; STM 2014, 11; Kuisma & Hakala 2013, 66–67.)

Laatua voidaan määritellä neljästä eri näkökulmasta: Tuotantokeskeisyydellä, suunnittelukeskeisyydellä, asiakaskeskeisyydellä ja systeemikeskeisyydellä. Tuotantokeskeisyys tarkoittaa pyrkimystä tasalaatuisen ja virheettömään tuotantoon. Laatua hallitaan prosessinhallinnan pohjalta. Suunnittelukeskeisyys tarkoittaa toiminnan suunnittelua ja siinä tähdätään määrittelemään tarkasti tuotteen ominaisuudet ja vaatimukset. Laatua hallitaan hyödykkeen ominaisuuksien erinomaisuuden tai sopivuuden avulla. Asiakaskeskeisyydellä tarkoitetaan hyödykkeen soveltuvuutta asiakkaan tarpeisiin ja kuinka hyvin asiakas saadaan tyytyväiseksi. Systeemikeskeisyys tarkoittaa pyrkimystä käsittämään toiminta osana kokonaisuutta esim. kulttuuri- ja ympäristötekijöiden välisiä vaikutuksia. Laadun

tarkastelu tapahtuu sen sopivuudesta ja osallisuudesta toimintaympäristöönsä. (Kuisma & Hakala 2013, 67–69.)

Ensihoidosta ei ole aiempia laatusuosituksia, mihin nykyinen laadun suunnittelu voisi perustua (STM 2014, 26). Ensihoidon laadunhallinta on vasta kehittymässä, ja siihen aiemmin perehtymättömien voi olla vaikea erottaa painoarvoja eri asioissa. Ilman potilaan mielipidettä hyvää hoitoa ei voida määrittää. Asiakasta on oman hoitonsa laadun asiantuntija. Nykykäsityksen mukaan laatu on osa koko ensihoitoorganisaation toimintaa, ei vain tuotannon ja johtamisen väline. Ensihoidossa laatua voidaan kutsua asiantuntijapalveluksi, jossa asiakkaan tarpeisiin vastataan huomioiden sidosryhmät. Tämän määritelmän mukaan ensihoidon laatuun kuuluvat sidosryhmä- ja asiakaslähtöinen palveluntuotanto, vaikuttava hoito sekä tarkoituksen mukaisuus. Laadunhallinta mahdollistaa asiakaslähtöisempiä palveluita, vähentää kustannuksia, parantaa hoidon tuloksia (esim. sydäninfarktipotilaat) ja lisää työntekijöiden työturvallisuutta sekä työtyytyväisyyttä. Ensihoidossa laadunhallinnan keskeisimmät tekijät ovat yhteiset toimintaperiaatteet, palvelulinjojen hallinta, asiakassuuntautuneisuus, laadun arviointi ja laadunhallinnan yhdistäminen päivittäiseen toimintaan. Asiakassuuntautuneisuudessa huomioidaan potilas palaute, potilastyytyväisyys ja potilaan tarpeiden tunnistaminen. (Kuisma & Hakala 2013, 67–70.) Ensihoidossa laatua voidaan tarkastella myös rakenne-prosessin ja lopputulosajattelun kautta. Tähän kuuluvat rakennemittarit, prosessimittarit ja lopputulosmittarit. Rakennemittareita on vaikea liittää kytkeä potilaan asiakkaan hoitoon, koska ne antavat laadun epäsuoraa mittausta. Prosessimittareiden kautta pystytään arvioimaan laatua suoraan ja ne ovat muutenkin herkempiä kuin rakenne- tai lopputulosmittarit. Lopputulosmittarit arvioivat potilaan kliinisten hoitotoimenpiteiden vaikutusta hänen terveydentilassaan. (STM 2014, 10.)

Ensihoidossa tulee kiinnittää erityisesti huomiota potilasturvallisuuden ja laadun varmistamiseen. Suositus tähtää antamaan työkaluja potilasturvallisuus- ja laatu työhön. Työ ei ole vaikeaa, vaikka se vaatii selkeää pitkäjänteisyyttä. Suositus korostaa työn systemaattisuutta PDCA- ympyrän (kuvio 1) mukaisesti. (STM 2014, 8.) Tämä laatu ympyrä käydään läpi myös vieritestaus- kappaleessa.



Kuva 1. Demingin laatusykli (STM 2014, 8)

PDCA- ympyrän tarkoitus on pyrkiä toiminnan jatkuvaan parantamiseen ja kehitykseen. P tarkoittaa suunnittelua toiminnassa, D kuvaa suunnitelman toteutumista, C tarkoittaa toteutuksen arviointia ja A tarkoittaa toiminnan korjausta ja laajempaa käyttöönottamista. (STM 2014, 8–9.)

Laadunhallinnassa toiminnan suunnitteluvaiheessa arvioidaan nykytilanne, asetetaan tavoitteet ja halukkuus laadun kehitykseen. Toiminnan toteuttamisvaiheessa toiminta toteutetaan konkreettisesti. Toiminnan korjaus- ja tarkistusvaiheessa arvioidaan saavutettiin haluttu muutos ja apuna käytetään monenlaisia mittareita. Korjausvaiheessa tulokset korjataan esimerkiksi mittareiden tulosten avulla ja uusi toimintamalli otetaan käyttöön. (STM 2014, 8–9.)

Suosituksen sisällön muuttuminen käytännön toiminnaksi edellyttää aktiivista toiminnan ohjausta ja johtamista, koska laatu ei synny itseksensä. Työyhteisöiden positiiviset ja avoimet ilmapiirit laatu- ja potilasturvallisuustyöhön ovat edellytykset onnistumiseen. (STM 2014, 8–9.)

Potilasturvallisuus tarkoittaa terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen mukaan sitä, että potilaalle annetaan hänen tarvitsemansa oikea hoito, josta aiheutuu hänelle mahdollisimman vähän haittaa. Keskeinen lainsäädäntö perustuu terveydenhuoltolakiin 8 §:ään, jossa käsitellään terveydenhuollon toiminnan laatua ja potilasturvallisuutta. Terveydenhuollon toimintayksiköiden on laadittava suunnitelma laadunhallinnasta sekä potilasturvallisuuden täytäntöönpanosta. Tästä on ohjeistettu STM:n asetuksessa laadunhallinnasta ja potilasturvallisuuden täytäntöönpanosta. (Kuisma 2013, 63–64.)

Johdon velvollisuus on vahvistaa, että henkilökunnan määrä organisaatiossa on riittävä ja henkilöstön osaaminen on riittävä työn toteuttamiseen. Sairaanhoidopiirin ja palveluntuottajan ensihoidon johto ottaa kokonaisvastuun potilasturvallisuudesta ja edellytyksistä siihen. (Kuisma 2013, 63–64.)

Ensihoidon potilaan näkökulmasta potilasturvallisuus on sitä, että hän saa oikean tarvitsemansa hoidon, joka aiheuttaa hänelle mahdollisimman vähän haittaa. Tämä kattaa turvallisen hoidon, turvallisen lääkityksen, laiteturvallisuuden ja komplikaatioiden eston hoidon aikana. Potilasturvallisuuden vaarantumisesta ja läheltä piti- tilanteesta tulee raportoida organisaation sisällä systemaattisesti ennalta sovitulla tavalla. Ensihoidossa epäilystä potilasvahingosta, tulisi potilasta neuvoa tekemään potilasvahinkoilmoitus. Tässä potilas saa apua sairaanhoidopiirin potilasasiamieheltä. (Kuisma 2013, 63–64.)

Yhteiskunta vaatii laadukasta ja turvallista hoitoa. Tämä on tuonut terveydenhuoltoon tietoa muilta turvallisuuskriittisiltä aloilta (ilmailu), kuinka turvallisuutta voitaisiin kehittää ja ylläpitää. Tavoitteena oli löytää keinoja ja prosesseja joilla turvallinen lopputulos saavutettaisiin. Näitä ovat ei-tekniset taidot, resurssien hallinta (CRM) ja yhteistyömenetelmät yhdessä terveydenhuollon kliinisten taitojen kanssa. CRM-opetuskokonaisuus pitää useimmiten sisällään: tiimin rakentamisen, kuuntelun ja kommunikoinnin, riskin tunnistamisen, johtamisen ja johdetuksi tulemisen, kunnioittavan hierarkian haastamisen, päätöksenteon yhdessä tiimin kanssa ja tilanteen jälkeen opittavat asiat. Tämä on tapa työskennellä, jossa mahdollistetaan tiimin kaikkien resurssien käyttöön ottaminen, että turvallisuus olisi työskennellessä aina yhtä hyvää. Tavoitteena on minimoida virheet ja maksimoida tehokkuus. Tiimillä

tässä yhteydessä tarkoitetaan ryhmää henkilöitä, joilla on samanlainen tavoite päämäärän saavuttamiseksi. (Nyström 2013, 101–104.)

Terveydenhuollossa on kaksi erilaista tapaa käyttää CRM:ää. Toisessa on viisitoista ydinkohtaa sisältävä lista, jota seuraamalla päästään parhaaseen mahdolliseen tavoitteeseen CRM:ssä. Toisessa tavassa samaan tavoitteeseen yritetään päästä ei-tekniisten taitojen kautta. (Nyström 2013, 101–104.)

**CRM:n 15 ydinkohtaa:**

1. Tunne ympäristösi
2. Ennakoi ja suunnittele
3. Kutsu ajoissa apua
4. Harjoita johtamista ja johdettavana olemista
5. Jaa työkuormaa
6. Mobilisoi kaikki resurssit
7. Kommunikoi tehokkaasti
8. Käytä kaikki saatavilla oleva informaatio
9. Haasta mielikuvasi
10. Tee kaksoistarkastuksia
11. Käytä kognitiivisia apuvälineitä
12. Arvioi uudestaan ja useasti asioita
13. Työskentele tiimin jäsenenä
14. Jaa huomiosi viisaasti
15. Priorisoi dynaamisesti

Kuva 2. CRM:n 15 ydinkohtaa

Ei-tekniiset taidot on jaettu neljään luokkaan ja viiteentoista osatekijään (kuva 2). Ne ovat taitoja, jotka eivät liity hoitotyön kliinisiin taitoihin. Näitä ovat tehtävän johtaminen, tiimityön tekeminen, tilannetietoisuuden ylläpitäminen ja päätöksenteko. (Nyström 2013, 101–104.)

Yhteistyötä tehdään ensihoidossa työparin, lääkärin, toisen yksikön henkilöstön, pelastus-, poliisiviranomaisen ja sosiaalitoimen kanssa. Ajatuksenluvun ollessa mahdotonta, on asioista puhuttava ääneen. CRM mahdollistaa kaikkien ammattiryhmien ammattitaidon esilletulon. Jokaisella hoitoon osallistuvalla on

velvollisuus luoda tiimissä turvallisuutta ja oikeus tulla kuulluksi, kuten jokaisella potilaalla on oikeus saada turvallista hoitoa. (Nyström 2013, 101–104.)

### 2.3 Ensihoidon asiantuntijuus

Asiantuntijalle on ominaista huippuosaaminen ja käytännön lisäksi myös teoreettista osaamista. Sana asiantuntija liitetään arviointiin, osaamiseen tai ennakkointiin. Asiantuntija yleensä tietää jostakin asiasta muita enemmän ja hänellä on asiaan kuuluva tutkinto ja koulutus. Asiantuntijuus vaatii myös jatkuvaa kehitystä ja oppimista, ja se ei ole pysyvää. Asiantuntija tunnistaa oman osaamisensa ja omaa usein myös pitkän työkokemuksen. Asiantuntijuutta kuvataan kognitiivisesta, tiedonluomis- ja osallistumisnäkökulmasta. Asiantuntija tietää, mitä tavoitella ja millä tavoin sen saavuttaa. Hoitoprosessissa asiantuntijalla korostuu kyky dialogiin potilaan, hoitotiimin ja omaisten kanssa sekä hyvät vuorovaikutustaidot. Näyttöön perustuvassa toiminnassa lähtökohtana on asiakas tieteelliseen tietoon perustuva asiakaslähtöinen toiminta. (Rekola 2013, 764–766.)

Ensihoidon asiantuntijalta vaaditaan oman osaamisen kehittämistä ja taitoa ennakoida tulevaa, koska ensihoidossa tieto muuttuu jatkuvasti. Ensihoidon asiantuntija pystyy yhdistämään teorian ja käytännön toiminnan osaamisen eri toimintaympäristöissä. Ensihoitajalla on valmiuksia toimia yhdessä muiden asiantuntijoiden ja asiakkaiden kanssa. Hän arvio kriittisesti omaa toimintaansa ja osaamistaan suhteessa teoreettiseen tietoon sekä tuottaa uutta tietoa. (Rekola 2013, 764–766.)

Osaaminen jaetaan neljään eri kompetenssiin: perustason osaaminen, soveltamisen taso, kehittämisen taso ja tieteellisen kehittämisen taso. Koulutuksen aikana ensihoitajan pitäisi hallita perustason ja soveltamisen tason osaaminen. Kehittämisen taso vaatii itsensä kehittämistä, työkokemusta ja lisäkoulutusta. Tieteellisen kehittämisen taso saavutetaan yliopiston jatkokoulutuksella. (Rekola 2013, 764–766.)

### 2.4 Palvelutasopäätös Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin alueella

Ensihoitopalvelu katsotaan osaksi terveydenhuoltoa, jonka vastuulla on huolehtia sairaalan ulkopuolisten potilaiden kiireellisestä hoidon tarpeen arvioinnista, hoidosta ja kuljetuksesta. Tarkoituksena on turvata potilaalle äkillisen sairastumisen kohdattuaan nopea ja tehokas hoito niin, että hän säilyttää elämänlaatunsa ennallaan ja

hän voi palata takaisin sairastumista edeltäneeseen elämäntilanteeseen. (Ensihoidon palvelutaso, ohje ensihoitopalvelun palvelutasopäätöksen laatimiseksi sairaanhoitopiireille 2011, 12–13; Määttä 2013, 18.)

Sairaanhoitopiiri voi järjestää ensihoitopalvelun omana toimintanaan, yhteistoiminnassa toisen sairaanhoitopiirin kanssa, yhteistoiminnassa alueen pelastustoimen kanssa tai tekemällä sopimuksen palvelujen tuottamisesta yksityisen tai muun palveluntuottajan kanssa. Sairaanhoitopiirin tulee tehdä ensihoidon palvelutasopäätös. Päätöksessä määritellään ensihoitopalvelun saatavuus ja sisältö ensihoitopalvelun alueella, millainen on johtamisjärjestelmä, millaiset ovat henkilöstön koulutus- ja pätevyysvaatimukset ja mitkä ovat potilaan tavoittamisaikojen tavoitteet. Lisäksi palvelutasopäätöksen on perustuttava alueen riskianalyysiin, erilaisiin sairastumis- ja onnettomuusuhkiin sekä muihin ensihoidon tarpeeseen vaikuttaviin paikallisiin tekijöihin. Riskianalyysin täytyy ottaa huomioon alueella vakinaisesti asuva väestö ja sen ikärakenne, vapaa-ajan asutus ja matkailu, liikenteelliset vaikutukset ja alueen erityiset onnettomuusriskit ja niistä mahdollisesti aiheutuvat henkilövahingot. Eri viranomaisten näkökulmat ja riskianalyysit on otettava riskianalyysissä huomioon. (Terveystieteiden tutkimuslaki 1326/2010 39. §; Ensihoidon palvelutaso, ohje ensihoitopalvelun palvelutasopäätöksen laatimiseksi sairaanhoitopiireille 2011, 20, 9; Määttä 2013, 18.)

Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymään kuuluvat Heinolan, Lahden ja Orimattilan kaupungin lisäksi Asikkalan, Hartolan, Hollolan, Hämeenkosken, Iitin, Kärkölan, Myrskylän, Nastolan, Pukkilan, Sysmän ja Padasjoen kunnat. Alueella on arvioitu olevan 213 262 asukasta (31.12.2011). Päijät-Hämeen terveydenhuollon päivystystoiminta on keskitetty 5/2012 alkaen Päijät-Hämeen keskussairaalan yhteydessä toimivaan yhteispäivystykseen Akuutti 24:n. Yhteispäivystys pitää sisällään yhteispäivystyksen poliklinikan lisäksi päivystysosaston sekä tarkkailuosaston. Päijät-Hämeen keskussairaala sijaitsee Lahdessa ja lähimmät yliopistosairaalat ovat Tampereella ja Helsingissä. (PHSOTEY:N ensihoidon palvelutasopäätös 2012.) Kuvassa 3 näkyy vielä edellä mainitut kaupungit ja kunnat.



Kuva 3. Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymän jäsenkunnat/kaupungit.

Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin alueella ensihoito ryhdyttiin järjestämään yhteistoimintana Päijät-Hämeen pelastuslaitoksen ja Sysmä-Hartolan sairaankuljetuksen kanssa vuoden 2013 alusta lähtien. Ensihoidon ylilääkärinä toimii anesthesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri Timo Jama, jonka toimesta alueella aloitettiin epävirallisena palvelutasopäätöksen ulkopuolisena ensihoidon toiminnan tasona vaativan hoitotason ensihoito. Jaman mukaan nykyisellään hoitotason ensihoitovelvoittein toimivalla ensihoitojärjestelmällä, ei kyetä takaamaan riittävän hyvin tiettyjen potilasryhmien ennustetta parantavaa, kuolleisuutta vähentävää ja henkeä pelastavaa hoitoa. Nämä potilasryhmät hyötyvät hänen mukaansa hoidoista joihin vain lääkäriyksiköillä ovat hyvät valmiudet. Näitä valmiuksia ovat esimerkiksi anestesiointubaatio, valtimoverinäytteen otto sekä näytteen analysointi, kirurgiset hätätoimenpiteet sekä intoksikaatio- ja kouristelupotilaiden tehokkaammat lääkehoidot. (Ensihoidon palvelutasopäätös 2012.)

Lisäksi laajan toiminta-alueensa vuoksi lääkäriyksikön saaminen Päijät-Hämeen alueen tehtäville tueksi on epävarmaa. Näiden kriittisimpien hoitovelvoitteiden sisällyttäminen ensihoitajien käyttöön ei ole mutkatonta, sillä ne nostavat esiin lisäkoulutustarpeen ja riittävän toimenpideharjoitteiden määrän, joita ei voida mitenkään tarjota kaikille ensihoitajille. Tämän vuoksi luonnollisena ratkaisuna on

kouluttaa pienempi kokeneimmista ensihoitajista koostuva ryhmä, jolle voidaan taata riittävä koulutus ja ammattitaito tarvittavien hoitojen potilasturvalliseen toteuttamiseen. Tätä erikoisryhmää PHSOTEY:n alueella edustaa vaativan hoitotason ryhmä, joka koostuu 39 ensihoitajasta. (Ensihoidon palvelutasopäätös 2012.)

Uudessa ensihoitojärjestelmässä vaativan hoitotason ensihoitajat kuuluvat yhdessä kenttäjohtajien kanssa PHSOTEY ensihoitokeskuksen palvelukseen. Alueella operoi 24/7 kolme H + H miehitettyä vaativan hoitotason yksikköä. (Ensihoidon palvelutasopäätös 2012.)

Alueellisiin vaativan hoitotason yksiköihin keskitettiin ensihoidon erityisen kalliit lääkkeet ja -hoidot. Tämä tuottaa taloudellisia säästöjä ensihoitopalvelun kustannusrakenteessa. Ensihoitokeskus teki Päijät-Hämeen pelastuslaitoksen kanssa laajapohjaisen yhteistoimintasopimuksen kattaen H + P miehistöt (pois lukien Asikkala, Hartola, Padasjoki ja Sysmä), kaiken tarvittavan ajoneuvokaluston huoltoineen sekä pääosan asemapaikoista. Hartola-Sysmä sairaankuljetus Oy:n kanssa ensihoitokeskuksella on toistaiseksi voimassa oleva sopimus toiminnasta. Vuoden 2013 ja 2014 ajan poikkeuksellisesti Hartolan ja Sysmän alueella ensihoito järjestetään varallaololla nykyisen palveluntuottajan toimesta. Perusteluna kaksiportaiselle toiminnan muutokselle ovat voimassa oleva sopimus sekä nykytilanteessa kohtuullinen tavoittamisprosenttiosuus riskialueilla 2 ja 3. (Ensihoidon palvelutasopäätös 2012.)

Osana ensihoitopalvelua järjestetään myös kiireettömien ambulanssia vaativien potilaskuljetusten järjestäminen ensihoitokeskuksen omana toimintana. Aikaisemmin toimintaa organisoivat hätäkeskus, joka lopetti kiireettömien kuljetustehtävien välittämisen vuoden 2012 lopussa. Tämän vuoksi ensihoitokeskukseen on perustettu oma kuljetustoimisto. Erikseen sovitulla kriteereillä kiireettömät potilaskuljetukset jaotellaan tuotettavaksi ambulanssilla, invataksilla ja taksilla. Päivystysaikana toiminta järjestetään ensihoidon kenttäjohtajien kautta. Ensihoitojärjestelmä tueksi löytyvät lääkärihelikopterit FH 30 Tampereella, FH 10 Vantaalla ja FH 60 Kuopiossa. Helikopterit ovat saatavilla tehtäville hyvin vaihtelevasti riippuen oman toiminta-alueensa ensihoidollisista tehtävistä ja vallitsevasta lentosäästä. (Ensihoidon palvelutasopäätös 2012.)

## 2.5 Ensihoitajien hoitovelvoitetasot Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin alueella

**Ensihoitaja (AMK)** nimitystä käytetään sosiaali- ja terveystieteiden ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneista henkilöistä, jotka ovat suorittaneet ammattikorkeakoulussa 4-vuotisen laajuudeltaan 240 opintopistettä kestävänsä ensihoidon koulutusohjelman. Ensihoitajatutkinto (AMK) on mahdollista suorittaa tällä hetkellä kahdeksassa ammattikorkeakoulussa Suomessa; Helsingissä (Metropolia, Arcada), Lappeenrannassa, Kotkassa, Tampereella, Turussa, Kuopiossa ja Oulussa. Toistaiseksi Sosiaali- ja terveystieteiden lupa- ja valvontavirasto (VALVIRA) ei ole hyväksynyt ensihoitaja nimikettä rekisteröidyksi terveydenhuollon ammattihenkilöksi, vaan ensihoidon opiskelijat suorittavat omien ammattiopintojensa ohella sairaanhoitajan pätevyyden. Heidät laillistetaan terveydenhuollon ammattirekisteriin sairaanhoitajina. Toisen asteen tutkinnoissa on mahdollista erikoistua ensihoidon, tutkintonimike ei tällöin kuitenkaan ole ensihoitaja vaan lähihoitaja. Sairaanhoitajan tutkintoon ei juuri kuulu ensihoidollisia opintoja. Muutamia ammattikorkeakouluja ovat ryhtyneet tarjoamaan sairaanhoitajille ensihoidon erikoistumisopintoja (30 op) ensihoitopalveluasetuksen pätevyysvaatimuksen mukaisesti. (Määttä 2013, 16.)

Ensihoitajan (AMK) tutkinto oli suunniteltu alun alkaen sairaalan ulkopuoliseen ensihoidon eli käytännössä ambulanssin tarpeisiin. Tutkinto perustettiin, koska mm. lääkehoito kehittyi vauhdilla 1990-luvulla ja tällöin tuli tarve ammattikorkeakoulutasoisesta henkilöstöstä, joka vastaisi ensihoidon tarpeita. STM:n opas Turvallinen lääkehoito (Oppaita 2005/32) määrittelee suonenensisäisesti annettavan lääkehoidon vaativaksi hoidoksi, jonka suorittajalta edellytetään laillistetun terveydenhuollon ammattihenkilön tutkintoa. Tämän perusteella voidaan katsoa, että peruskoulutuksen lisäksi ero perus- ja hoitotason välillä on siinä, että perustason ensihoitaja annostelee lääkkeitä luonnollista tietä (enteraalinen) myöten. (Silfvast 2014, 1131.) Ensihoitaja on kiireellisen hoidon ja ensihoidon asiantuntija terveydenhuollossa. Ensihoitaja voi työskennellä ensihoitoketjun kaikissa vaiheissa sekä sairaalan sisä- tai ulkopuolella. Koulutuksessa käydään läpi sairaanhoitajan opintojen lisäksi ensihoidon erikoistilanteita. Näihin kuuluu mm. lääkinnällinen johtaminen liikenneonnettomuudessa, hälytysajo, viranomaisradioverkon (VIRVE:n) toiminta, yhteistyö hätäkeskuksen, poliisin ja pelastuslaitoksen kanssa sekä sairaalan ulkopuolisten synnytysten hoitaminen.

Ensihoitajan työ edellyttää merkittävää lääketieteellistä osaamista ja teoreettisen tiedon sekä käytännön taitojen soveltamista käytännön työssä. Myös hyvät vuorovaikutustaidot korostuvat. Ensihoitajalta edellytetään riittäviä fyysisiä valmiuksia, koska työ paikoittain fyysisesti hyvinkin raskasta. Työn luonteen vuoksi kykyä tehdä päätöksiä ja stressinsietokykyä tarvitaan, koska ensihoito pitää sisällään vaihtelevia ja odottamattomia tilanteita, joihin varautuminen ei aina ole mahdollista. (Määttä 2013, 15–16.)

Sosiaali- ja terveysministeriön laatimassa asetuksessa ensihoitopalvelusta on tarkasti määritetty, millainen kalusto ja henkilöstö ensihoitopalvelulla tulee olla käytössä. Yhdessä kalusto ja henkilöstö muodostavat ensihoitopalvelun yksikön. Järjestelmä on viisi portainen ja rakentuu henkilöstön hoitovelvoitetason pohjalta. Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin alueella nämä tasot ovat: ensivaste, perustaso, hoitotaso, vaativa hoitotaso ja ensihoitolääkäritaso. Kentällä toteutettava ensihoito ja potilaan kuljetus voidaan jakaa perus- ja hoitotasoon. (Ensihoidon palvelutasopäätös. 2012.)

**Perustason ensihoidon yksikössä** toisen ensihoitajan tulee olla laissa määritelty terveydenhuollon ammattihenkilö ja toinen yksikön henkilöistä voi olla terveydenhuollon ammattihenkilö, pelastaja tai muu vastaavan aiemman tutkinnon omaava henkilö. (Ensihoidon palvelutasopäätös. 2012.)

**Hoitotason yksikössä** toisen on oltava ensihoitaja AMK tai laillistettu sairaanhoitaja, joka on suorittanut 30 opintopisteen laajuisen ensihoidon lisäkoulutuksen. Toisen ensihoitajan täytyy olla terveydenhuollon ammattihenkilö, pelastaja tai muun vastaavan tutkinnon omaava. (Sosiaali- ja terveysministeriö asetus ensihoitopalvelusta, 340/2011, 8. §.) 11. § siirtymäsäännösten mukaisesti Ensihoitoasetuksen 8. §:n 2 momentissa tarkoitettujen henkilöstön koulutusvaatimuksiin voidaan soveltaa asetuksen voimaan tullessa voimassa olleita säännöksiä vuoden 2013 loppuun. Sen estämättä, mitä 8. §:n 2 momentin 3 kohdassa ja 10. §:n 2 momentissa säädetään henkilöt, jotka tämän asetuksen voimaan tullessa ovat terveydenhuollon ammattihenkilöitä ja joilla on riittävänsihoidon osaaminen ja tehtävän edellyttämä kokemus ja jotka toimivat hoitotason ensihoidon tai kenttäjohtajan tehtävissä, voivat edelleen toimia mainituissa tehtävissä. (Ensihoidon palvelutasopäätös 2012.)

**Vaativaa hoitotasoa** ei ole laissa erikseen määritelty. Vaativan hoitotason yksikön perustaminen oli nähty tarpeelliseksi Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin alueella, koska

yksittäiselle ensihoitajalle ei kerry riittävästi kokemusta hätätilapotilaiden hoidosta, eikä ensihoidon vaativimmista toimenpiteistä ja hoidoista vuositasolla. Päijät-Hämeessä ei ole ympärivuorokautista ensihoitolääkärinä saatavilla ensihoidon kenttätarpeisiin. Yhtenä huolenaiheena oli myös lääkärihelikoptereiden toimintasäteen riittämättömyys operatiivisiin tilanteisiin Päijät-Hämeen alueen laajan toiminta-alueen vuoksi. Tästä tarpeesta lähdettiin kehittämään uutta porrasta ensihoitopalveluun: vaativa hoitotaso H + H, joka vastaisi alueellisiin puutteisiin. Keskittämällä vaativimmat toimenpiteet ja harvinaisemmat hoidot harvemmalle ensihoitajalle voitaisiin parantaa hoidon laatua. Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin alueella vaativan hoitotason hoitosuoritteita tehtäessä, täytyy molempien henkilökunnan edustajien täyttää yksikön edellyttämät kriteerit ammattipätevyyden (ensihoitaja AMK / sairaanhoitaja + 30 op) ja riittävän työkokemuksen suhteen, sekä osallistua ensihoidon ylilääkäri Timo Jaman järjestämään vaativan hoitotason koulutuksen ja velvoitteisiin tarvittavan vaativan hoitotason osaamisen arviointiin. (Jama 2013.)

Vaativan hoitotason yksiköistä EPH01 L4 on miehitetty ympäri vuorokauden vaativan hoitotason luvilla toimivalla kenttäjohtajalla ja kuljettajana yksikössä toimii perus-/hoitotason luvilla toimiva ensihoitaja. Lahdessa asemapaikkaa pitävä EPH 121 on miehitetty kahdella vaativan hoitotason velvoitteilla toimivalla ensihoitajalla tai sairaanhoitajalla + 30 op ensihoidon erikoistumisopinnot. Muut vaativan hoitotason yksiköt sijaitsevat (Eteläinen alue) Orimattilassa EPH 321 ja (Pohjoinen alue) Heinolassa EPH 221, joissa molemmissa on edellä mainittu miehitys. Vaativan hoitotason yksikön velvoitteissa verrattuna hoitotason velvoitteisiin korostuvat paremmat valmiudet hengityksen ja verenkierron tukihoidoille, anestesiaosaaminen sekä tilannejohtaminen (L5) monipotilas- ja moniviranomaistilanteissa. Vaativan hoitotason yksiköissä ovat käytössä respiraattorit (Oxylog 3000+) /NIV, joilla voidaan toteuttaa noninvasiivista ja invasiivista respiraattorihoitoa. Toimenpiteistä vaativan ensihoidon velvoitteista korostuvat synkronoidun kardioversion suorittaminen anestesiassa ja tajuttoman potilaan intubaation suorittaminen kenttäanestesiassa. Lisäksi vaativan hoitotason ensihoitajilla on käytössään EPOC-verikaasuanalysointilaitteisto, joka mahdollistaa potilaan hoidossa arteria- tai laskimonäytteen analysoinnin ensihoitotilanteissa. Vaativan hoitotason ensihoitajat ovat saaneet koulutuksen arterianäytteen (a.radialis) ottoon sekä näytteen analysoimiseen. Lääkehoidoissa korostuvat laajemmat pysyväisiin ohjeistuksiin perustuvat käyttöoikeudet hoitotason lääkkeisiin ja monipuolisemmat lääkevalikoimat

ajatellen kouristelevien ja intoksikaatio potilaiden hoitoja. Lääkevalikoima on myös laajempi riittävän anestesian toteutukseen. (Jama 2013.)

Käytännössä vaativan hoitotason toiminta pohjautuu ensihoitolääkärin konsultaatioon ja hoitojen tasolla yritetään korvata puuttuvaa lääkäriyksikköä. Vaativan hoitotason henkilöstö on käynyt läpi eri moduuleista (hengitysvajaus, verenkiertovajaus, johtaminen ja suuronnettomuudet) koostuvan koulutusjakson, joissa heidät on perehdytetty erikoistoimenpiteiden, lääkkeiden ja laitteiden käyttöön. Hoitovelvoitteiden säilymisen vaatimuksena on jatkuva ylläpitokoulutus ja hyväksytyt testaukset. (Jama 2013.)

Ensihoitajien hoitovelvoitetasojen erot lääkkeiden ja toimenpiteiden suhteen löytyvät täydellisesti kuvattuna erillisiltä lomakkeilta. (Jama 2013.)

### 3 HAPPO-EMÄSTASAPAINO

Tässä luvussa esitellään yleisesti, mikä happo-emästasapaino on ja mitkä elimistön tekijät säätelevät sitä sekä sen häiriöitä elimistössä.

Elimistön fysiologiset tapahtumat ovat riippuvaisia happo-emästasapainosta. Kehon nesteiden happo-emästasapaino täytyy olla normaaliarvoissa, jotta solujen aineenvaihdunta toimisi normaalisti. Käytännössä vetyionien ( $H^+$ ) pitoisuus elimistössä muodostaa happo-emästasapainon. (Larmila 2010a, 52.) Elimistön erilaiset säätelymekanismit ylläpitävät vetyionien määrää. Vetyionit ovat rasvojen, hiilihydraattien ja valkuaisaineiden palamistuotteita. Vetyionien liian suuri pitoisuus voi vaurioittaa elimistölle tärkeiden entsyymien toimintaa. (Iivanainen & Syväoja 2008, 120.) Elimistön entsyymit vaativat tietyn optimaalisen vetyionipitoisuuden toimiakseen parhaimmalla tavalla. Elimistön nesteiden vetyioniväkevyys eli pH-arvo riippuu hapon edustaman hiilidioksidin ( $CO_2$ ) ja emäksen edustaman bikarbonaatin ( $HCO_3$ ) välisestä suhteesta. (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 1999, 382–383.)

Valtimoveren pH-arvo 7,4, mutta liikkuu normaalisti 7,35 - 7,45:n välillä (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 1999, 382–383). Tilanne kuvaa alkaloosia, jos pH-arvo yli 7,4 ja asidoosia, jos pH-arvo alle sen. Laskimoissa normaali pH-arvo on 7,35, koska siellä on enemmän hiilidioksidia kuin valtimoissa. (Nurminen 2008, 7.)

$$pH = 6,1 + \log_{10} \left( \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0,23 \times \text{PCO}_2} \right) \quad (1)$$

Henderson-Hasselbalchin yhtälöllä on ilmoitettu elimistön happo-emästasapaino (Aittomäki & Valta 2014, 157)

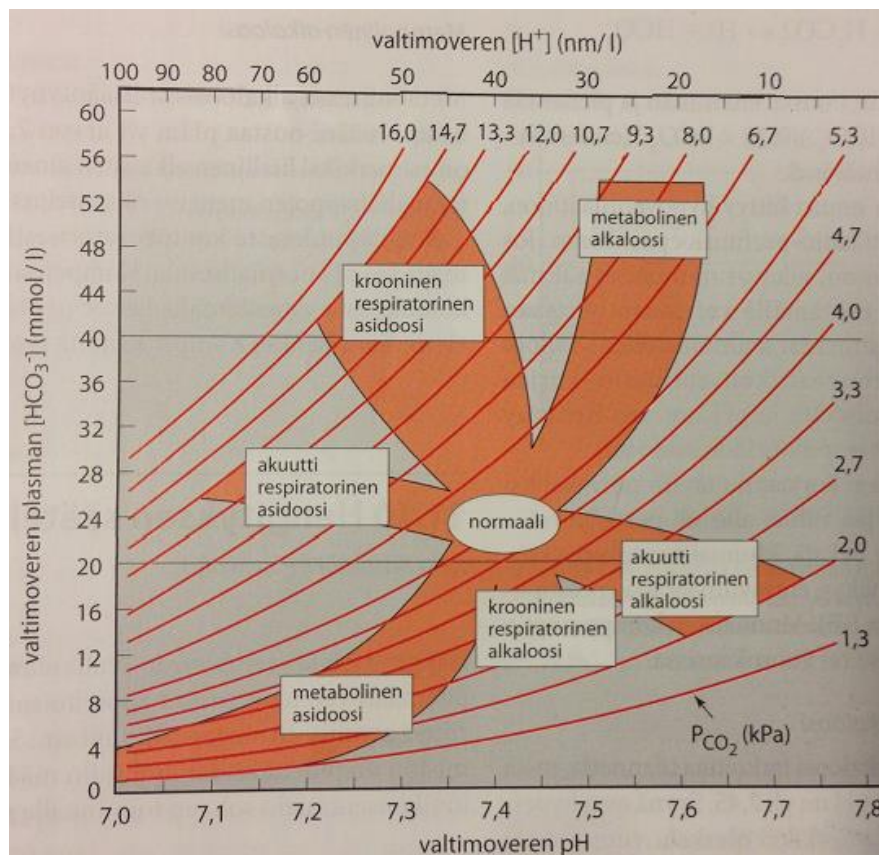
### 3.1 Happo-emästasapainon säätely

Elimistö pitää happo-emästasapainoa vakaana vetyionien laimentamisella, keuhko- ja munuaiskompensaatiolla sekä puskurisysteemillä (Iivanainen & Syväoja 2008, 121). Puskurijärjestelmään kuuluvat hemoglobiinin lisäksi myös muut proteiinit, hiilihappo-bikarbonaatti ja fosfaatti (Nienstedt ym 1999, 384). Nämä happo-emäspuskurit vastustavat pH:n muutoksia (Mustonen & Pasternack 2014, 202). Puskuroinnin avulla happo luovuttaa vetyioneja ja emäs sitoo ylimääräisiä itseensä (Nienstedt ym 1999, 383). Tämä säätelee elimistössä nesteiden vetyioniväkevyyttä (Nurminen 2008, 10). Hemoglobiini sitoo osan vetyioneista ja näin eivät pääse vaikuttamaan elimistön pH-arvoon (Nienstedt ym 1999, 383–384). Solun ulkoisen nesteen tärkein puskuri on hiilihappo-bikarbonaatti (Nurminen 2008, 10). Hiilihapon vaikutuksesta pH laskee, koska se on happo, joka vapauttaa vetyioneja. Bikarbonaatin vaikutuksesta pH nousee, koska emäksenä se sitoo vetyioneja. (Sand, Sjaastad, Haug & Bjälje 2014, 483.)

Respiratorista säätelyä ohjaa pääasiallisesti hengityskeskus. Sen reagointi metaboliseen asidoosiin on minuutteja. (Larmila 2010a, 53.) Hiilihappo syntyy, kun hiilidioksidi reagoi elimistön veden kanssa ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ ) (Nurminen 2008, 10). Keuhkokompensaatio poistaa vetyionin ja bikarbonaatti-ionin muodostaman hiilihappo-bikarbonaattipuskurin kautta syntyvän hiilidioksidin elimistöstä keuhkotuuletuksella (Iivanainen & Syväoja 2008, 121). Jos keuhkot eivät pysty tasaamaan happo-emästasapainoa, niin yrittävät munuaiset tasata sen (Larmila 2010a, 53). Kuitenkin munuaiskompensaation vaste näkyy vasta minimissään 12 tunnin aikana (Iivanainen & Syväoja 2008, 121). Hiilidioksidiosapaine määräytyy ventilaatiolla ja bikarbonaatti taas munuaisten toiminnalla. Bikarbonaatti ja hiilidioksidiosapaine voivat laskea tai nousta, ja se voi aiheuttaa happo-emästasapainohäiriön neljällä eri tavalla. (Aittomäki & Valta 2014, 157.)

Munuaiset säätelevät happo-emästasapainoa joko erittämällä tai imemällä happoja ja emäksiä. Veren muuttuessa happamaksi munuaiset säilyttävät bikarbonaattia ja erittävät vetyioneja. Vastaavasti jos veri muuttuu emäksiseksi, niin munuaiset erittävät bikarbonaattia ja säilyttävät vetyioneja. (Fournier 2009.)

Kuvassa 4 nähdään elimistön normaali tilanne sekä eri happo-emästasapainohäiriötilat. Kuvassa alhaalla näkyvät valtimoveren pH-arvot. Vasemmalla bikarbonaattimäärät. Ylhäällä näkyvät vetyionipitoisuuden arvot, ja oikealla hiilidioksidi-arvot.



Kuva 4. Davenport-nomogrammi (Aittomäki & Valta 2014, 157)

### 3.2 Respiratorinen alkaloosi ja asidoosi ja niiden yleisimmät aiheuttajat

**Respiratorisessa alkaloosissa** veren hiilidioksidipaine ( $PCO_2$ ) laskee voimakkaasti ja pH nousee yli 7.45. Mekanismina voi olla hyperventilaatio eli liikahengitys (Rosenberg ym 2014, 158). Elimistön nesteet muuttuvat emäksisiksi (Nienstedt 1999, 384). Munuaiset kompensoivat tätä erittämällä bikarbonaattia virtsaan (Aittomäki & valta 2014, 158). Alkaloosi elimistössä saa aikaan neurologisia

oireita lievemmillään ja pahimmillaan kouristeluja (Larmila 2010a, 53). Muita respiratorisen alkaloosin aiheuttajia voivat olla mm. kipu ja korkealla oleminen esim. vuoristossa. Kallonsisäisen paineen nousu voi toimia alkaloosin aiheuttajana. (Iivanainen & Syväoja 2008, 123–124.)

Hyperventilaation yleisin syy on paniikkihäiriö. Hyperventilaation kautta verisuonet supistuvat, hiilidioksidipitoisuus laskee ja näin muodostuu respiratorinen alkaloosi. Oireina voi olla mm. huulien ympärillä ja raajoissa puutumista tai pistelyä. Hapetusaste on normaali. Hoitona nykyohjeistuksen mukaisesti käytetään rauhoittelua. (Holmström & Alaspää 2013, 327.)

Hiilidioksidipaineen ( $PCO_2$ ) noustessa ja pH-arvon laskiessa alle 7,35 elimistöön kehittyy **respiratorinen asidoosi**. Elimistön reaktion kautta myös bikarbonaatti nousee ( $CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_2 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$ ). Tässä tilanteessa keuhkotuuletus vähentyy eli syntyy hypoventilaatio. Häiriön jatkuessa munuaiset kompensoivat tilannetta ja erittävät vetyioneja (fosfaattia ja ammoniakkia) virtsaan säästäten näin bikarbonaattia. Tästä huolimatta elimistöön jää kuitenkin pieni asidoosi-tila, mikä näkyy pH-arvossa (hieman alle 7.40). Tämä kompensointi on kuitenkin hidas ja saattaa näkyä vasta vuorokauden kuluttua. (Aittomäki & Valta 2014, 157–158.) Syinä äkilliseen respiratoriseen asidoosiin voi olla edellä mainittu hypoventilaatio ja äkillinen sairaus keskushermostossa sekä hengityskeskuksen ongelmat. Lisäksi muita syitä voivat olla hengitystieahtaumat ja hengitystä lamaavat lääkkeet, esimerkiksi opioidit. Oireina ilmenee hypoventilaatiota, tajunnantason laskua ja elektrolyyttihäiriön kautta sydämen rytmihäiriöitä. Hoitona on ventilaation korjaus normaalille tasolle ja hapetus. Elektrolyyttihäiriö tulee myös korjata. (Larmila 2010c, 54.)

Kroonisen eli pitkäaikaisen asidoosin voi aiheuttaa vaikkapa COPD eli keuhkohtaumatauti tai astma. Elimistö kuitenkin kompensoi pH-arvon oikealle tasolle. Mikäli tilanteeseen ei liity hapetus tai  $CO_2$  ongelmaa, niin tilanteessa voidaan tyytyä ilman toimenpiteitä. (Iivanainen & Syväoja 2008, 122.)

Keuhkohtaumatautiin (COPD) kuuluu krooninen keuhkoputken tulehdus ja keuhkolaajentuma eli emfyseema. Tupakointi on sen suurin aiheuttaja. Pikku hiljaa keuhkorakkuloita tuhoutuu ja limakalvot paksuuntuvat tulehduksen kera. Pahenemisvaiheessa kehittyy hapen puute ja hiilidioksidiretentio eli hiilidioksidin

(CO<sub>2</sub>) kertyminen elimistöön. Tällöin valtimoveren happipitoisuus pitää hengitystä yllä. Tällaisessa tilanteessa rajallinen happihoito on asiaan kuuluvaa. Tärkeitä kliinisiä merkkejä huomattavasta hiilidioksidiretentiosta ovat tajunnan tasonlasku ja väsymys. (Holmström & Alaspää 2013 2013, 323–324.)

### 3.3 Metabolinen alkaloosi ja asidoosi ja niiden yleisimmät aiheuttajat

Standardibikarbonaatin (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) määrän noustessa ja sitä kautta pH-arvon ylittäessä yli 7,45 elimistöön kehittyy **metabolinen alkaloosi** (Aittomäki & Valta 2014, 158). Tässä tilanteessa nousee myös emäsylijäämä (BE). Tavallisin syy metaboliseen alkaloosiin on diureettihoidon aggressiivinen suorittaminen. (Larmila 2010d, 57–58.) Lisäksi mahahapon oksentelu saattaa olla tällaisen tilan taustalla. Keuhkokompensaation kautta tuuletusta vähentämällä pH voi normalisoitua, mutta tämä ei aina kuitenkaan ole riittävää tai kehity laisinkaan. (Aittomäki & Valta 2014, 158.)

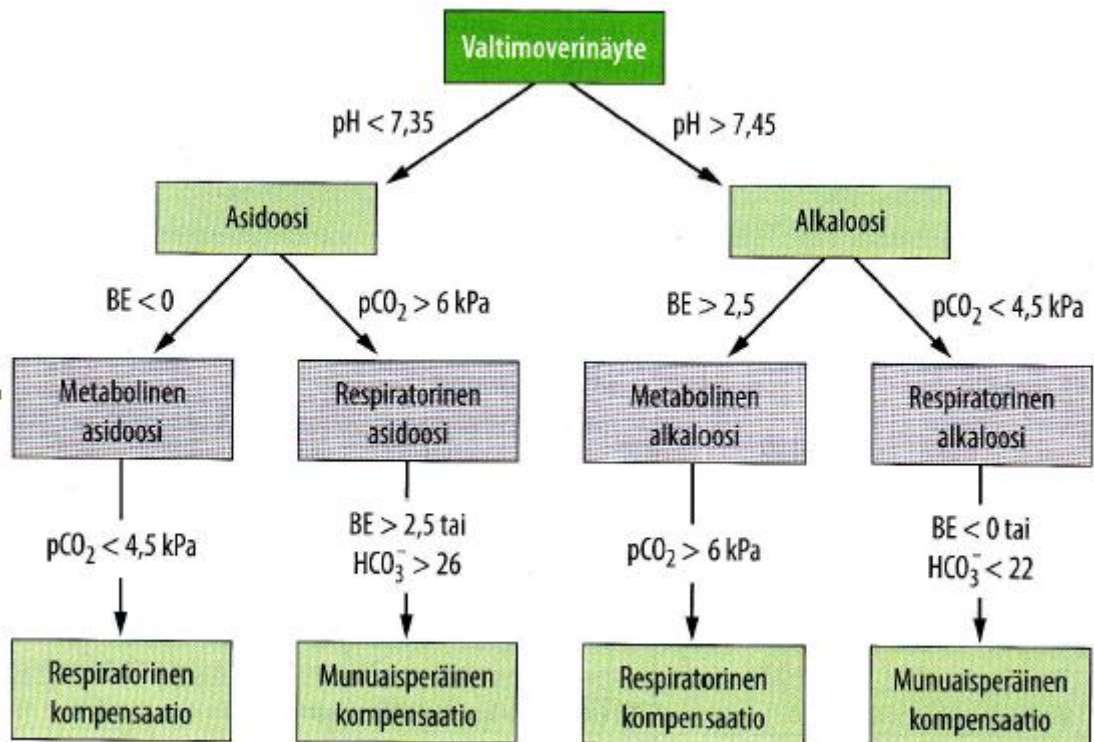
Metabolisen alkaloosin oireina voivat olla päänsärky, pahoinvointi tai jopa kouristelu. Hitaan hengityksen kautta voi syntyä hypoksia eli hapen puute. Metabolisen alkaloosin hoidossa korjataan yksikertaisesti perussyy, nesteiden menetys ja siihen liittyvä elektrolyyttihäiriö (Na, K, Cl). pH-arvoksi hyväksytään korkeimmillaan 7,55. Ääritilanteissa hoitoon kuuluu dialyysihoito tai hemofiltratio. (Larmila 2010d, 58.)

**Metabolisessa asidoosissa** pH-arvo on alle 7,35 ja bikarbonaatin määrä elimistössä on laskenut. Tämä johtuu haihtumattomista hapoista, jotka eivät poistu keuhkojen kautta ja joita kertyy elimistöön esimerkiksi ketoasidoosissa. Keuhkokompensaation kautta käynnistyy hyperventilaatio, jolloin hiilidioksidipaine alenee. (Aittomäki & Valta 2014, 158.) Tämä happo-emästasapainohäiriö on tavallisin kaikista neljästä häiriötilasta (Larmila 2010b, 55). Jos elimistö onnistuu kompensoitiossa ja saa nostettua pH-arvon yli 7,35:n, puhutaan kompensoituneesta metabolisesta asidoosista (Aittomäki & Valta 2014, 158).

Elimistössä metabolisen asidoosin voi aiheuttaa massiivinen lihasharjoitus, koska siinä maitohapon muodostus lihaksissa kasvaa. Paha metabolinen asidoosi kehittyy munuaisten kyvyttömyydestä poistaa happoja elimistöstä, esimerkiksi munuaissairauksissa. (Nienstedt ym 1999, 385.) Maksan vajaatoiminta sekä jotkut myrkytykset, esimerkiksi salisylaattimyrkytys voi myös olla syynä metaboliseen

asidoosiin. Oireita ovat tajunnan häiriöt, hyperventilaatio ja jos elimistössä vallitsee hyperkalemia voi odotettavissa olla rytmihäiriöitä. (Larmila 2010b, 56.)

Kuvassa 5 nähdään kompensoituneen happo-emästasapainohäiriön tulkinta valtimoverikaasunäytteestä. Kyseessä voi olla sekamuotoinen happo-emästasapainohäiriö, jos on kompensoatio looginen. Mitä vaikeammaksi asidoosi tai alkaloosi on mennyt, sitä enemmän häiriöitä syntyy kompensoatioiden kautta. (Holmström 2013, 188.)



Kuva 5. Kompensoituneen happo-emästasapainohäiriön tulkinta valtimoverikaasunäytteestä (Holmström 2013, 188)

### 3.4 Laktaattiasidoosi

Muita syitä metaboliseen asidoosiin voi olla laktaattiasidoosi, mikä johtuu kun kudokset eivät saa tarpeeksi happea. Laktaatin eli maitohapon liiallinen muodostuminen elimistössä tai sen metabolian huonontuminen voivat myös aiheuttaa

asidoositilan. Metabolia tapahtuu suurimmaksi osaksi maksassa, mutta myös munuaiset osallistuvat siihen. (Arola 2006, 60–61.) Glykolyysin sivutuotteena laktaatti on lopputuote anaerobisessa aineenvaihdunnassa. Laktaatin viitearvo on 0,63–2,44 mmol/l. (Larmila 2010e, 50.) Laktaatti toimii myös elimistön solujen välisenä viestittäjänä (Arola 2006, 60–61).

Suurentunut laktaatin määrä voi johtua hypoksemiasta, verenkiertosokista tai anemiasta. Maksan tehtävä on poistaa laktaattia verestä, joten suuri laktaattimäärä veressä voi johtua myös maksaviasta. (Holmström 2013, 184.)

### 3.5 Ketoasidoosi

Ketoasidoosissa eli happomyrkytyksessä elimistössä vallitsee happamuustila ketoaineiden kertymisen takia (Holmia, Murtonen, Myllymäki & Valtonen 2004, 560). Ketoaineet eli asetoniatteet muodostuvat maksassa rasvahappojen palamistuotteena ja syynä voi olla hiilihydraattineenvaihduntahäiriö (Nienstedt ym 199, 385). Rasvat eivät pala täydellisesti, joten tällöin ketoainemäärä nousee elimistössä (Holmia ym 2004, 560). Veren ketoaineiden mittaamisella jo 1,5 mmol/l nousu antaa suuntaa ketoaineiden kertymiselle ja yli 3,0 mmol/l jo selkeään ketoasidoosiin. Tyypin 1 diabeteksessa on täydellinen insuliinin puute (Holmström 2013, 485), ja syynä voi olla insuliinihoidon laiminlyönti. Tässä tilanteessa happomyrkytys voi johtaa kuolemaan 1–2 vuorokauden sisällä. (Holmia ym 2004, 560.) Taustalla voi myös olla infektio, akuutti haimasairaus, haimaleikkaus tai tuoreen tyypin 1 diabeteksen löytyminen (Holmström 2013, 485).

Ketoasidoosi voi kehittyä tiettyjen sairaus- ja tulehdustilojen kohdalla nopeimmillaan 6–24 tunnissa, mutta normaalisti se kehittyy päivien kuluessa (Holmia ym 2004, 560). Tilanteeseen liittyy myös elektrolyyttihäiriöitä (Holmström 2013, 485). Sokeria erittyy virtsaan korkean hyperglykemian (veren korkean verensokeritason) takia (Holmia 2004, 560). Elimistö kompensoi ketoasidoositilaa hengitystaajuutta nostamalla ja hengityksessä on asetonin haju. Takykardia eli nopealyöntisyys on myös oireena. Uloshengityksen hiilidioksidipaine on alhainen, mikä antaa taas tietoa syvästä asidoosi tilasta. Jos tilannetta ei hoideta, niin tuloksena voi olla mm. tajunnan häiriö, verenkiertosokki tai jopa äkkikuolema. (Holmia ym 2004, 560).

Ketoasidoosissa ensihoitoon kuuluu insuliinin anto ja riittävä nesteytys. Nesteenä käytetään isotonista keittosuola- tai Ringerinliuosta. Suonensisäisesti annetaan yksi litra ensimmäisen puolen tunnin aikana. Lyhytvaikutteinen insuliini annetaan lihaksensisäisesti (i.m) tai suonensisäisesti (i.v) boluksena ja sitten infuusiona. Verensokeria mitataan säännöllisesti. Bikarbonaattia voidaan antaa tarvittaessa suonensisäisesti, kun kyseessä syvä asidoosi. Valtimoverikaasunäyte otetaan mahdollisimman nopeasti ja sitä seurataan loppuun asti. (Holmström 2013 485–486.) Ekg-monitorointi kuuluu myös asiaan rytmihäiriöiden varalta (Holmia ym 2004, 560).

#### 4 INDIKAATIOT EPOC-VERIKAASUANALYSAATTORIN KÄYTTÖÖN ENSIHOIDOSSA

Vaativan hoitotason ensihoitajat on ohjeistettu PHSOTEY:n ensihoidon ylilääkäri Timo Jaman toimesta käyttämään EPOC- verikaasuanalysaattoria seuraavissa tilanteissa: tajuttomuus, tajunnanlasku, hengitysvajaus, epäily sepsiksestä, intoksikaatio ja hengityskonehoito. Toimintaohje perustuu ensihoitajien työdiagnoosin edellä mainituissa tilanteissa tai ensihoidon lääkärin niin ohjeistaessa (Jama 2013).

##### 4.1 Tajuttomuus ja sen patofysiologia

Normaalin tajunnantason edellytyksenä on aivorungon valvekeskuksen (Reticular Activating System) ja aivokuoren normaali toiminta. Valvekeskus vastaa vireystasosta ja aivokuori kognitiivisista toiminnoista. Toimintahäiriöt näillä alueilla aikaan saavat tajunnanhäiriöitä. Aivorungon alueella pienikin vaurio esimerkiksi iskemia tai verenvuoto voi aiheuttaa tajuttomuuden. Aivokuorentasolla tajuttomuuden aiheuttaa laaja-alainen toimintahäiriö, joka voi johtua metabolisista syistä kuten myrkytyksestä, alhaisesta verenpaineesta, hapenpuutteesta tai kallon sisäisen paineen noususta. (Nurmi & Alaspää 2013, 373–374.)

Taustasyyt tajuttomuudelle voidaan jaotella paikallisiin (fokaalisiin), yleisiin (nonfokaalisiin) sekä systeemisiin ja kallonsisäisiin taustasyihin. Taulukossa 1 on esitelty keskeisimmät syyt tajuttomuudelle. (Nurmi & Alahuhta 2013, 373–374.)

Aivoperäiset syyt	Systeemiset syyt
-------------------	------------------

Taulukko 1. Tajuttomuuden keskeisimmät taustasyyt

<b>Fokaaliset syyt</b>	<b>Nonfokaaliset syyt</b>		
Vamma, Aivoruhje	Vamma, Kallonsisäinen paine (ICP)	Tiamiinin puute (B1-vitamiinin puutos)	Hapenpuute (anoksia)
Subduraali- Epiduraalivuoto	Meningiitti (aivokalvontulehdus)	Maksan vajaatoiminta	Hypotermia (alilämpöisyys)
Aivoverenvuoto (ICH)	Enkefaliitti (aivotulehdus)	Munuaisten vajaatoiminta	Hypertermia (ylilämpöisyys)
Spontaani ICH (ilman vammaa)	Lukinkalvonalainen verenvuoto (SAV)	Addisonin tauti	Intoksikaatio (lääkkeit, etanoli, korvikealkoholit, häkä, syanidi)
Aivo- tai aivorungoninfarkti	Hypertensiivinen enkefalopatia	Ketoasidoosi (happomyrkytys)	Huumausaineet
Aivokasvain	Yleistynyt epileptinen kohtaus (status epilepticus)	Hypoglykemia	Lääkehaitat: Maligni neuroleptisyndrooma
	Postikaalitila	Hiilidioksidiretentio	Serotoniinisyndrooma
	Kohonnut kallonsisäinen paine (esim.Likvorikierron häiriö)	Riittämätön verenkierto, Sokki	Psykkiset syyt (psykoosi, simulaatio)
		Elektrolyyttihäiriöt	

Haastattelulla pyritään muodostamaan käsitys siitä kuinka nopeasti tajuttomuus alkoi ja mitkä oireet sitä edelsivät. Mikäli tapahtuma on nähty, tulee tajuttomuuden aikainen tai juuri edeltävä toiminta selvittää (fyysinen ponnistelu, ulostaminen) myös mahdollinen kouristaminen on syytä ottaa huomioon. Tärkeää on myös selvittää aikaisempi sairaushistoria, kotilääkitys, mahdollinen päihdekäyttö sekä päähän kohdistuneet vammat viimeisen kahden kuukauden ajalta. (Nurmi & Alahuhta 2013, 373–374.)

Tajuton ihminen menettää autonomiansa, eikä hän pysty auttamaan itseään tajuttomuuden aikana. Tällöin hän on muiden avusta riippuvainen ja olosuhteiden sekä sattuman armoilla. Ennusteeseen tajuttoman kohdalla vaikuttavat kohtalotekijät ja tajuttomuuden taustalla olevat syyt (etiologia). Tajuttomuuden taustalla voi olla useita samanaikaisesti vaikuttavia syitä (päihtymystila + pään trauma, epileptinen kohtaus + jälkiuni + hypotermia). Tajuttomuudesta voi seurata aivosolujen primaarista vaurioitumista ja myöhemmin ilmenevää sekundaarista vaurioitumista. Jälkimmäistä voidaan estää tai vaurion astetta voidaan merkittävästi pienentää jo ensihoitotilanteessa. (Lehtonen 2014, 1169–1171.)

**Edm. kohtalotekijöitä** ovat:

- **paikka ja aika** (*silminnäkiäjät, mitä henkilö teki tajuttomuuden alkaessa*)
- **ympäristö** (*kylmyys tai kuumuus*)
- **hengitystien auki pysyminen** (*pään asento*)
- **aspiraatio** (*henkilö oksentanut, onko vatsan sisältöä joutunut hengitysteihin*)
- **aivojen hengitys- ja verenkiertokeskuksen tila** (*onko stimulaatio riittävää, rytmihäiriöt, poikkeavuus verenkierron säätelyssä*)
- **perussairaudet** (*tajuttomuudesta johtuvan stressin sieto elimistössä, jos henkilöllä on suorituskykyä rajoittava sydän- tai hengityselinsairaus*) (Lehtonen 2014, 1169–1171.)

Tajuttomalla kielen kanta painuu kohti takanielua, joka aikaan saa kuorsaavan hengityksen. Yskänrefleksi vaimentuu, jolloin nieluun kertyy limaa ja sylkeä. Hengitysteiden ahtautuminen voi johtaa hypoventilaatioon ja hypoksiaan. Lisäksi riski aspiraatioon kasvaa nielun refleksitoiminnan puuttuessa. Pitkään kestänyt tajuttomuus aiheuttaa ihmiselle nestehukan ja ydinlämmön laskun. Inkontinenssia alkaa ilmetä virtsarakon täyttymisen seurauksena ja samoin peräsuolen sulkijalihasten veltostumisen myötä ulosteet karkaavat tajuttoman alle. Tajuton on altis painehaavaumille, koska on kyvytön vaihtamaan asentoaan. Vuorokausia kestänyt tajuttomuus johtaa elintoimintojen hiipumiseen ja lopulta sammuttaa ne kokonaan johtaen kuolemaan. (Lehtonen 2014, 1169–1171.)

#### 4.2 Tajuttomuuden diagnostiikka

Tajuttomuuden astetta määritetään eri astein ja sen arvioimiseen käytetään erilaisia mittareita esimerkiksi Glasgow'n kooma-asteikkoa (GCS=Glasgow'n coma scale). Sen osa-alueet tulevat silmien avaamisesta, puhevasteesta ja liikevasteesta. Nämä pisteytetään universaalisti sovitulla kaavalla. Lapsille on olemassa oma GCS-pisteytystaulukkonsa. (Ala-kokko & Ruokonen 2014, 78–79.)

Tajuttomuuden aste määritetään henkilön puheeseen tai kipuärsytyksen reagoinnin perusteella. Tajuttomaan ei saada kontaktia, hän ei noudata kehotuksia eikä reagoi käsittelyyn mielekkäästi. Tajunnan syvyyttä arvioidaan GCS-asteikolla (taulukko 2), jossa maksimipistemäärä on 15. Alle yhdeksän pistemäärällä henkilön katsotaan olevan tajuton ja tällöin hengitystien varmistamista ilmatievälineistöllä voidaan pitää perusteltuna. Tajunnantasoa seurataan määrittämällä GCS:n mukaisesti tajunnan taso esimerkiksi tunnin välein ja kirjataan saatu pistemäärä ylös. Tärkeää on seurannan aikana tapahtuva muutos henkilön tajunnan tilassa. (Ala-kokko & Ruokonen 2014, 78–79.)

Taulukko 2. GCS- asteikko

Glasgow'n kooma- asteikko		
Kriteeri		Pisteet
Silmien avaus	Spontaanisti	4
	Vasteena puhutteluun	3
	Vasteena kipuun	2
	Ei avaa	1
Paras puhevaste	Orientoitunut	5
	Sekava	4
	Yksittäisiä sanoja	3
	Äänähtelyä	2
	Ei vastetta	1
Paras liikevaste	Noudattaa kehotuksia	6
	Paikallistaa kivun	5
	Väistää kipua	4
	Fleksio – koukistaa kivulle	3
	Ekstensio – ojentaa kivulle	2
	Ei vastetta	1
Yhteensä 3- 15 pistettä		

Muissa tutkimuksissa kiinnitetään huomiota niskajäykkyyteen, motorisiin puolieroihin ja mahdollisiin katsedeviaatioihin. Statusta tehdessä on syytä paljastaa henkilö ja etsiä tältä mahdollisia ihomuutoksia (petekiat), jotka voivat paljastaa meningokokkisepsiksen. Mikäli henkilöllä on antiagulanttihoito tai muu tiedossa oleva vuotoherkkyys, epäillään aivoverenvuotoa, kunnes toisin on osoitettu. Aivorungon toimintaa arvioidaan hengitystaajuuden ja hengitysmallin avulla. Lisäksi toimintaa arvioidaan mustuais- ja sarveiskalvoheijastuksen avulla ja selvittämällä onko henkilöllä nystagmista. (Ala-kokko & Ruokonen 2014, 79.)

#### 4.3 Hengitysvajauksen patofysiologia ja diagnostiikka

Hengitysvajaus tarkoittaa kaasujenvaihtohäiriöitä: Hypoksemiaa (valtimoveren hapenpuutetta) tai Hyperkapniaa (hiilidioksidiylimäärää) sekä näiden yhdistelmää. Hengityselimistön tehtävänä on siirtää happea (O<sub>2</sub>) sisäänhengitysilmaasta verenkiertoon ja poistaa hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>) elimistöstä uloshengitysilman mukana. Hengitysvajaus ei ole erillinen tauti vaan monista eri syistä johtuva häiriötila. (Reinikainen 2014, 100.)

Hengitys on tehokkain tapa säädellä elimistön happo-emästasapainoa. Hengityksen säätely tapahtuu aivorungossa ja ydinjatkoksessa sijaitsevassa hengityskeskuksessa. Säätelyä varten on erilaisia reseptoreita esimerkiksi kaulavaltimoiden haarautumakohdissa ja aortan kaarella. Nämä reseptorit aistivat valtimoveren happamoitumisen. Ydinjatkoksessa on myös hiilidioksidia ja happo-emästasapainoa aistivia reseptoreita. (Holmström & Alaspää 2013, 301.)

Hengityselimistöön kuuluvat hengitystiet, keuhkot ja hengityselinlihakset. Ylähengitysteihin kuuluvat nenä- suuontelo, nielu ja kurkunpää. Alahengitysteihin kuuluvat henkitorvi ja keuhkoputket. Keuhkokudos koostuu valtimoista, laskimoista, imuteistä ja keuhkorakkuloista (alveolit). Sisäänhengityksen aikana käytössä ovat pallea ja uloimmat kylkivälilihakset. Uloshengityksessä ovat käytössä sisemmät kylkivälilihakset ja vatsalihakset. Apuhengityselinlihakset kutsutaan päännökökkäjälihasta, kylkiluunkannattajalihaksia ja pientä rintalihasta. (Iivanainen & Syväoja 2012, 214.)

Happea tarvitaan ravintoaineiden polttamiseen. Riittävä hapensaanti on solujen kannalta välttämätön edellytys, jotta energian saanti turvattu. Merkittäväksi

**Hypoksemia** katsotaan silloin kun valtimoveren happiosapaine (PaO<sub>2</sub>) on <8 kPa tai hemoglobiinin happikyllästeisyys (SaO<sub>2</sub>) on <90 %. *Hypoksemian* syyt voidaan jaotella kolmeen ryhmään:

- *matala alveolikaasun happiosapaine (PAO<sub>2</sub>)*
- *diffuusiohäiriö*
- *lisääntynyt laskimosekoittuma*

Useamman syyn yhtäaikainen esiintyminen on hengitysvajauksessa tavallista (Reinikainen 2014, 100–103).

Happea siirtyy alveoleista keuhkokapillaarien vereen. Tämä siirtyminen perustuu diffuusioon isommasta osapaineesta pienemmän suuntaan. Alveolikaasussa happea on vähemmän verrattuna sisäänhengityskaasuun, koska happea siirtyy samanaikaisesti keuhkokapillaarivereen ja hiilidioksidi siirtyy alveolikaasuun. Alveolikaasun hypoksian syitä on kolme: *matala FIO<sub>2</sub>* (hapen osuus sisäänhengityskaasussa) *hypoksisen kaasuseoksen hengittäminen*, *korkea ilmanala* (alhainen kokonaisilmanpaine) ja *voimakas hyperkapnia*. (Reinikainen 2014, 100 – 101.) Voimakkaasti koholla oleva alveolikaasun hiilidioksidiosapaine PACO<sub>2</sub> voi aiheuttaa alveolikaasun hypoksian josta seuraa hypoksemia terveessäkin keuhkokudoksessa. (Reinikainen 2014, 100–101.)

*Diffuusiohäiriö* tarkoittaa hapen heikentynyttä siirtymistä alveoleista kapillaarivereen. Tämä on tyypillistä monissa keuhkokudoksen sairaustiloissa esimerkiksi keuhkoemfyseemassa ja keuhkofibroosissa. Verenmäärä keuhkoverenkierrossa vaikuttaa diffuusioon kuten myös aika, jonka punasolu viipyy keuhkokapillareissa. Jos hypoksemian syynä on diffuusiohäiriö, on tilanne yleensä korjattavissa lisähapen annolla, joka nostaa alveolikaasun happiosapainetta (PAO<sub>2</sub>). (Reinikainen 2014, 100–101.)

*Lisääntynyt laskimosekoittuma* on akuutin henkeä uhkaavan happeutumishäiriön yleisin syy. Lisääntyneessä laskimosekoittumassa kaikki niukkahappinen laskimoveri ei kohtaa tuulettuvaa keuhkokudosta, vaan laskimoverta kulkeutuu sydämen vasemmalle puolelle ja sekoittuu keuhkoissa happeutuneeseen vereen. Tällöin aiheutuu valtimoveren happisisällön lasku. Tämä voi aiheutua kahdesta eri

mekanismista; suntista eli oikovirtauksesta ja ventilaatio-perfuusio epäsuhdasta. (Reinikainen 2014, 102–103.)

Oikovirtaus tarkoittaa laskimoveren kulkeutumista keuhkojen ohitse sydämen vasemmalle puolelle. Oikovirtaus voi johtua sydän viasta (anatominen oikovirtaustie) ja jos painetaso sydämen oikealla puolella ylittää vasemman puolen painetason. (Reinikainen 2014, 102–103.) Ventilaatio-perfuusio epäsuhta ilmenee, mikäli jokin keuhkojen alue tuulettuu (ventiloituu) epätäydellisesti, mutta on verenkierröllisesti (perfuusio) normaali tai runsas. Tästä seuraa ventilaatio-perfuusion epäsuhta ja näin laskimosekoittuman lisääntyminen. Taulukossa 3 on kuvattu syitä, jotka voivat estää keuhkokudoksen hyvän tuulettumisen ja aiheuttaa laskimosekoittuman lisääntymistä ja näin happeutumishäiriön. (Reinikainen 2014, 102–103.)

Taulukko 3. Syitä happeutumishäiriöille

Atelektaasi = keuhkoputken ahtautumisesta tai tukkeutumisesta johtuva keuhkon tai sen osan ilmattomuus  (vierasesineen tai liman aiheuttama tukos ilmasteissä, pinnallinen hengitys)
Aspiraatio
Keuhkoinfektio (pneumonia)
Sydänperäinen keuhkopöhö  (sepelvaltimotauti, kardiomyopatia, läppävika, rytmihäiriöt)
Keuhkokontuusio
Akuutti keuhkovaurio
Paine pleuraontelossa (ilmarinta tai neste pleuraontelossa)
Koholla oleva vatsaontelon paine estää pallean liikettä ja voi aiheuttaa atelektaaseja

Keuhkoverenkierron paineolosuhteiden muutos voi lisätä perfuusiota huonosti ventiloituneille alueille (keuhkoembolia)

Happeutumisen parantamiseksi on kaksi mahdollisuutta. Laskimosekoittuman pienentäminen tai koko elimistön hapentarjonnan ja hapenkulutuksen tasapainon nostaminen SvO<sub>2</sub>. Tätä voidaan nostaa parantamalla hapenkuljetuskapasitettia (anemisoitumisen korjaaminen punasolusiiroin ja sydämen minuuttitilavuuden parantaminen) tai vaihtoehtoisesti vähentämällä hapenkulutusta. (Reinikainen 2014, 103.)

**Hyperkapnia** tarkoittaa hiilidioksidi ylimäärää, joka johtaa vetyionipitoisuuden nousuun elimistön nesteissä ja aiheuttaa siten asidoosia. Hiilidioksidin tuotanto riippuu aineenvaihdunnan vilkkaudesta ja poisto taas alveoliventilaation määrästä. Valtimoveren hiilidioksidiosapaine PaCO<sub>2:n</sub> > 6 kPa ja valtimoveren pH < 7,35 tarkoittavat respiratorista asidoosia. Normaalisti ventilaatio lisääntyy CO<sub>2</sub>-tuotannon kasvaessa, jolloin hyperkapniaa ei pääse syntymään. Pelkän CO<sub>2</sub>-tuotannon tai ventilaation muuttuminen saa aikaan PaCO<sub>2</sub> muuttumisen. Hyperkapnian syyt voidaan jakaa kolmeen ryhmään; Hypoventilaatio, lisääntynyt kuolleen tilan osuus ja lisääntynyt CO<sub>2</sub>-tuotanto. Nämä voivat esiintyä samanaikaisesti. (Reinikainen 2014, 104–106.)

Hypoventilaatio tarkoittaa riittämätöntä keuhkotuuletusta ja se voi johtua hengityskeskusten toiminnan häiriöstä, hengitystieobstruktiosta, hengityslihasten tai hermotuksen häiriöstä tai mekaanisesta ventilaatiota estävästä syystä. Hypoventilaation mekanismit ja aiheuttajat on esitelty taulukossa 4. (Reinikainen 2014, 104–106.)

Kuolleella tilalla eli hukkatilalla tarkoitetaan aluetta, joka perfusoidu tuulettumisesta huolimatta. Tällä alueella ei tapahdu kaasujen vaihtoa. Tämä voi johtua keuhkokudoksen sairaustiloista esim. keuhkoemfyseema. Kuolleen tilan kasvaessa hengityksen kertatilavuudesta pienempi osa osallistuu kaasujenvaihtoon. (Reinikainen 2014, 104–106.)

Fyysisen rasituksen aikana CO<sub>2</sub> tuotanto lisääntyy usein tulehduksellisten tilojen yhteydessä, kun aineenvaihdunta kiihtyy. Keuhkosairas tai muutoin huonokuntoinen ihminen ei välttämättä ole kykeneväinen lisäämään keuhkotuuletustaan riittävästi, jolloin seurauksena on hyperkapnia. (Reinikainen 2014, 104–106.)

Taulukko 4. Hypoventilaation mekanismit ja aiheuttajat

<b>Mekanismi</b>	<b>Aiheuttajat</b>
<b>Heikentynyt hengityskeskusten vaste CO<sub>2</sub>:lle</b>	Aivovamma, -iskemia, kallovamma, aivoverenkiertohäiriö
	Muu tajunnan tasoa laskeva sairaus
	Intoksikaatio tai sedaatio
	COPD (keuhkohtaumatauti), keuhkofibroosi
<b>Liikeradan sairaus tai vamma</b>	Polyneuriitti
	Polio
	Liikeratakovettumatauti (ALS)
	Kaulaydinvamma
<b>Hermo-lihasliitoksen toiminnan häiriö</b>	Myastenia gravis
	Anestesiassa käytettävät relaksantit
	Myrkytykset  (parasymptomimeetit, organofosfaatit, tietyt sienet)

<b>Lihasten heikkous</b>	Myopatiat
	Katabolia yleisesti, hypofosfatemia
<b>Ilmatieobstruktio</b>	Obstruktiiviset sairaudet (astma, COPD,) akuutti bronkusobstruktio
	Ilmatien infektio tai ilmatien tukkiva vamma
	Vierasesine
	Tuumori
<b>Mekaaninen syy</b>  <b>rintaontelossa tai vatsassa</b>	Keuhkojen elastisuuden pienentyminen  (keuhkofibroosi)
	Pleuran fibroosi
	Kyfoskolioosi
	Rintakehän trauma
	Ilma- tai veririnta
	Koholla oleva vatsaontelon paine (IAP)
<b>Muut syyt</b>	Vaikea obesiteetti

**Verenkierto- hengityselimistöllä** on yhteinen tehtävä elimistössä: hapentarpeen tyydyttäminen soluilla. Jommankumman järjestelmän pettäessä seurauksena on vakava häiriötila. Toisaalta hengitysvajaus voi olla kehittyneen verenkiertovajauksen perussyys tai toisinpäin. Vaikea verenkierronvajaus johtaa kudoshypoksiaan. Anabolisen aineenvaihdunnan lisääntyttä kehittyy metabolinen asidoosi. Elimistö pyrkii torjumaan tätä asidoosia hyperventiloimalla. Hengitystyön lisääntyminen kertoo

usein taustalla olevasta verenkierronvajauksesta. Vajaatoiminta sydämen vasemmassa kammiossa tai sydämen läppävika voi aiheuttaa keuhkoödeeman eli keuhkopöhön. (Reinikainen 2014, 107.)

Hengitysvajaus aktivoi usein sympaattisen hermoston. Tämä näkyy hengitysvaikeuden ja tiheentyneen hengityksen eli takypnean lisäksi usein takykardiana, hypertensiona ja hikoiluna. Lisääntynyt sympatikotonia on epäsuotuisaa, koska se kasvattaa hapenkulutusta. Sydänsairaalle hypoksemia ja sympatikotonia voivat aiheuttaa sydänlihasiskemiaa. (Reinikainen 2014, 107.)

Hypoksemia ja hyperkapnia lisäävät sydämen oikean puolen työtä kasvattamalla keuhkoverenkierron vastusta. Kroonisena hypoksemia kehittää pysyvän pulmonaarihypertension. Ajan kuluessa kehittyy keuhko-sydänsairaus, cor pulmonale, kun sydäme oikea puoli kasvaa työskennellessään suurentunutta vastusta vastaan. Tällöin kasvaa alttius oikeanpuoliselle vajaatoiminnalle. Krooninen hypoksemia/hyperkapnia pahenevat yleensä kroonisten keuhkosairauksien yhteydessä, jolloin voi seurata akuutti sydämen oikean puolen vajaatoiminta. (Reinikainen 2014, 107.)

Hengenahdistuksen taustasyyt voidaan jaotella keuhkoperäisiin, sydänperäisiin, psyykkisiin ja muihin syihin (taulukko 5) (Holmström & Alaspää 2013, 301). Erilaisista syistä johtuva verenkierron vajuus sekä useat systeemisairaudet voivat aiheuttaa hengitysvajauksen, vaikka henkilöllä ei olisi taustalla keuhkosairautta. Yksittäiset tekijät eivät ainoana tekijänä aiheuta hengitysvajauksia, vaan usein se koostuu monesta osatekijästä niiden yhteisvaikutuksesta. (Loisa 2014, 109.)

Taulukko 5. Syitä Hengitysvajaukseen

Syyt	Piirteet	
<b>Keuhkoperäiset</b>  Syyt	Keuhkokuume	Yleisin keuhkoperäinen aiheuttaja
	Aspiraatiokeuhkokuume	Keuhkoputkien mekaaninen tukos
	COPD-pahenemisvaihe	Vajaatoiminnan pahentuminen, akuutti keuhkoinfektio, keuhkoembolisaatio

		laukaisevina tekijöinä.
	Vaikeutunut astma	Vinkuva uloshengitys, vaikeassa astmakohtauksessa hengitysäänet hiljentyneet tai kuulumattomissa
	Atelektaasi keuhkoissa	Keuhkokuvassa tiivis varjostuma
	Interstitiellit keuhkokuumeet	Aiheuttavat keuhkofibroosia, muistuttavat keuhkokuumetta
	Toksiset lääkeainereaktiot	mm. Amiodaroni, metotreksaatti, nitrofurantoiini
	Rintakehän vamma	Rintakehän seinämän liikkumattomuus aiheuttaa hengitysvajauksen
		Keuhkokontuusio
		Ilmarinta, jänniteilmarinta, veririnta tai pallearuptuura  keuhkon kasaan painuminen
<b>Ilmatietukos</b>	Vierasesine, infektiio, trauma, tuumori	Keuhkokuvassa keuhkon tai sen osan atelektaasi, hengityö koholla
<b>Verenkiertoperäiset syyt</b>	Sydämen viat ja sairaudet	Akuutti AMI
		Papillaarilihaksen repeämä
		Kroonisen CHF pahentuminen (vaajatoiminnan)
		Merkittävät läppäviat

	Keuhkoembolia	Oireisto epäspesifistinen, kliininen kuva vaihtelee (oireeton-vaikea happeutumishäiriö/verenkiertovajaus
<b>Systeemisairauksista johtuvat syyt</b>	Vaikea sepsis ja septinen sokki	Kliinisesti tärkein hengitysvajauksen aiheuttaja
		Hypermetabolia  Lisääntynyt hapenkulutus ja hiilidioksidin tuotanto  Riittämätön sydämen minuuttitulavuus  laktaattiasidoosi johtuen kudoshypoksemiasta
	Vaikea pankreatiitti  (haimatulehdus)	kts. sepsis  kohonnut vatsaontelontilavuus IAP
	Aivoperäinen keuhkopöhö	Muistuttaa sydämen vajaatoiminnassa syntyvää pöhöä, poissulkien sydämen minuuttitulavuus ja keuhkoverenkierron paineolosuhteet viiterajoissa
	Vaskuliitit ja autoimmuunisairaudet	Hengitysvajauksen ohella alveoliverenvuotoa/veriyskää, akuutti munuaisten vajaatoiminta, proteinuria, hematuria

Ensivaiheen diagnostiikkaa ovat esitiedot (anamneesi), hengityksen ja verenkierron tilan arvio. (Loisa 2014, 109) Ensisijainen riskinarvio arvioidaan kehittymisnopeuden perusteella ja kuinka merkittävästi henkilön oireet (hengitys) ja

yleistila ovat heikentyneet. Äkillisesti alkanutta oiretta, johon olennaisesti liittyy hengitysvaikeus ja yleistilan romahtaminen pidetään henkeä uhkaavana tilana. Oireiston ja kliinisten löydösten perusteella on tehtävä työdiagnosi ja aloitettava oireenmukainen hoito. Työdiagnosia voidaan joutua tarkastamaan lisätietojen karttuessa ja hoidon vasteen mukaisesti. (Holmström 2014, 1177.) Taulukossa 6 esitellään syitä hengitysvaikeuteen.

Taulukko 6. Syitä hengitysvaikeuteen alkamisnopeuden mukaisesti

<b>Alkaminen</b>	<b>Tavallisimmat syyt</b>
<b>Välitön</b>	Vierasesine, ilmatietukos
	Keuhkoembolia
	Ilmarinta
	Sydämen arytmiat
	Keuhkoinfarkti
<b>Minuuteissa</b>	Anafylaksia
	Sepelvaltimokohtaus
	Keuhkopöhö
	Verenkiertosokki
	Häkä, savu- muu kaasumyrkytys
	Aspiraatio
	Paniikkikohtaus

<b>Tunneissa</b>	Keuhkokuume
	Sepsis
	Ketoasidoosi ja muut asidoosit
	Akuutti vatsakipu
<b>1–2 päivän kuluessa</b>	Kroonisen keuhkosairauden tai hengityksen vajaatoiminnan pahentuminen
	Interstitiaalinen keuhkosairaus
	Lääkkeen aiheuttama keuhkoreaktio

Tärkeintä on tunnistaa hypovolemia ja sydämen akuutti pumppausvajausta ennen hengitystien invasiivista varmistusta. Hypovolemian kliinisiä löydöksiä ovat: takykardia, pieni pulssipaine, nopeutunut hengitysfrekvenssi, niukka diureesi ja huono perifeerinen verenkierto. (Loisa 2014, 109.)

Akuutissa tilanteessa ilmenee useasti subjektiivista hengitysvaikeutta, levottomuutta ja tajunnan tason häiriöitä. Kroonisissa ventilaatiovajauksissa saattaa ilmetä päänsärkyä ja tokkuraisuutta. Muita löydöksiä voivat olla ihon kalpeus, ihon nihkeys tai hikisyys, kiinni oleva periferia ja syanoosi. Hengitystiheyttä ja työtä arvioidaan niin, että >25/min hengitystyö on selvästi lisääntynyt ja >40/min uhkaa hengitysekshaustio. Henkilön kyky puhua kokonaisia lauseita on vaikeutunut, potilas käyttää hengitystyössä apulihaksia (kts. patofysiologia). Työdiagnoosia tukevana tutkimuksina käytetään keuhkojen auskultaatiota ja niiden löydöksiä sekä pulssioksimetrin näyttämää lukemaa. EKG (elektrokardiografia) on rutiinitutkimus hengitysvaikeudessa. Kaikki nämä tutkimukset tulee suhteuttaa kliiniseen kuvaan ja

esitietoihin. Muita tutkimuksia ovat verikaasuanalyysi ja kuvantaminen. (Varpula, Halme & Maasilta 2008, 190–191.)

#### 4.4 Hengitysvajauksen hoito

Hengitysvajauksen hoito perustuu kokonaisarvioon hengitysvajauksen patofysiologiasta ja elintoimintojen tilasta. Avoin hengitystie on hoidon onnistumisen kulmakivi ja sisäänhengitysilman happiarvoa nostetaan kaikissa kudosten happeutumista uhkaavissa häiriötilanteissa. Happihoito yksinään ei korjaa ventilaatio-perfuusiosuhteen häiriötilan aiheuttamaa hypoksemiaa, vähennä hengitystyötä tai lisää keuhkotuuletusta. (Varpula 2014, 111.)

Hengitystien avoimuus on arvioitava nykyhetkessä sekä auki pysymisen kannalta hoidon edetessä. Intubaatioon tulee varautua etupainoisesti, mikäli noninvasiivisesta hoidosta ei katsota olevan riittävää hyötyä hengitysvajauksen hoidossa. Intubaatio on ensisijainen, mikäli noninvasiiviselle hoidolle on vasta-aihe tai sen vaste ei seurannassa ole riittävä. (Varpula 2014, 111.)

Happea annetaan vasteen mukaisesti. Hoidon alussa sopivaksi seurantavälineeksi sopii happisaturaation seuraaminen. Tällöinkin tavoitearvo on määritettävä potilaskohtaisesti. Erityisesti tulee huomioida potilaat, jotka sairastavat kroonista hengitysvajasta. Heidän elimistönsä on sopeutunut normaalia alempaan happipitoisuuteen. (Varpula 2014, 111.)

**Noninvasiivista hoitoa** hengitysvajauksen korjaamiseksi toteutetaan hengitysteiden ympärille asetetulla tiiviillä maskilla. Noninvasiivisia hoitoja ovat CPAP- hoito (jatkuva positiivinen ilmatiepaine) ja NIV- hoito (varsinainen noninvasiivinen ventilaatio). (Varpula 2014, 111–113.)

CPAP- hoitoa käytetään useimmin keuhkoödeeman yhteydessä. Vaikutus hoidossa perustuu ventilaatio-perfuusio-suhteen parantumisen myötä parempaan happeutumiseen. CPAP- hoito vähentää hengitystyötä, koska keuhkojen kaasupitoisuuden nousu parantaa hengitysjärjestelmän mekaanisia ominaisuuksia. Verenkiertoelimistön toiminta paranee rintaontelon sisäisen paineen seurauksena. Laskimopaluu sydämeen vähenee ja aikaan saa sydämen työkuorman pienentymisen. Muita käyttöaiheita CPAP- hoidolle ovat postoperatiivinen hengitysvajaus

vatsaonteloon kohdistuneen toimenpiteen jälkeen ja sen ennaltaehkäisyssä. (Varpula 2014, 111–113.)

NIV- hoitoa käytetään eniten kroonisissa obstruktiivisissa keuhkosairauksissa, joihin liittyy olennaisesti hyperkapninen hengitysvajaus. Muut käyttöaiheet ovat hypoventilaatiolle altistavat taustatekijät kuten liikalihavuus, keuhkon seinämän jäykistyminen ja lihassairaudet. NIV- hoito on asetettu ensisijaiseksi hoitovaihtoehdoksi syöpäpotilaille ja immuunivastetta heikentävää lääkitystä käyttävillä potilailla. Yleisin käytettävä hengitysmalli on painetuella toimiva ventilaatio. NIV- hoidon aloitusta harkittaessa peruslinjauksena voidaan pitää, että pitkittynyt hengitysvajaus, vaikea keuhkomekaniikan häiriö sekä yksi tai useampi elintoiminnanhäiriö puoltavat hengitysvajauksen hoitoa invasiivisilla hoitomodolla. (Varpula 2014, 111–113.)

Erilaiset patofysiologiset syyt ja erilaiset kliiniset tilanteet voivat olla peruste **invasiivisen hengityslaittehoidon** aloittamiselle. Intubaatio ja hengityslaittehoidon aloittaminen on kriittinen vaihe potilaan hoidossa. Hengityslaittehoidon toteuttaminen edellyttää teho-osasto-olosuhteita, poissulkien hoidon aloitusta ja lyhyitä hoitjaksoja lukuun ottamatta. Hoidon aloittaminen edellyttää laajaa kokonaisarviota elintoimintojen tilasta ja muusta samanaikaisesti toteutettavasta hoidosta. (Varpula 2014, 113.)

Hengityslaitte hoidon tavoitteena on toteuttaa hoito niin, että hoitoon liittyvin haittavaikutusten synty vältettäisiin. Tutkimukset ovat osoittaneet, että miten vaikeammin vaurioitunut keuhko on, sitä suurempi on riski saada lisävaurioita (VALI, ventilator associated lung injury) hengityslaittehoidosta. On myös voitu osittaa, että ylivenytys hengityslaittehoidon aikana aiheuttaa lisävaurioita myös aikaisemmin tervekeuhkoisilla potilailla. Lisävauriot on yhdistetty parhaiten hengityslaittehoidossa käytettyyn kertahengitystilavuuteen. (Varpula 2014, 113.)

Keuhkoja säästävässä ventilaatiostrategiassa pyritään säätämään PEEP (uloshengityksen paineen kohottaminen) tasolle, jossa alveolit pysyvät auki ilman ylivenytyksen vaaraa on optimaalinen ja säädetään kertahengitystilavuus tasolle 6 - 7ml/ ihannepainokg tai sen alle. Sisään hengityksen tasannepainetasosta todetaan, että > 30cmH<sub>2</sub>O nousevaan tasannepaineeseen on liittynyt huomattava ylivenytyksen vaara. (Varpula & Pettilä 2014, 957.)

Optimaalisesta hengitysmallista hengityslaittehoidossa ei ole selvää yksimielisyyttä. Hoidon aloituksen ja ns. rescue- hoitona tarkoituksenmukaista on käyttää kontrolloitua ventilaatiota varsinkin jos on kyseessä vaikea hengitysmekaniikan häiriö. Välittömän alkuvaiheen jälkeen suositellaan siirtymistä hengitysmalleihin, joissa potilaan on mahdollista hengittää itse kaikissa hengityssyklin vaiheissa. Spontaanihengityksen hyviin puoliin kuuluvat mm. parempi happeutuminen, sydämen suurempi minuuttivirtaus ja sedaation tarpeen vähentyminen. Näitä ovat mm. APRV ja BiPAP. (Varpula 2014, 114.)

#### 4.5 Sepsis ja Septinen sokki

**Sepsis** on infektion laukaisema yleisoireisto. Löydöksenä on usein tulehdusvasteoireyhtymä (SIRS, Systemic Inflammatory Response Syndrome) yleinen voimakas tulehdusreaktio. Laukaisijana voi olla infektio, mutta myös autoimmuunisairaus, lääkereaktio, allergia tai vammaan tai syöpään liittyvä suuri kudoksen tuho. Sepsis on akuuttitilanne, jonka kuolleisuus on vaikeusasteesta ja elintoimintahäiriöiden määrästä riippuen korkea. (Holmström & Kirves 2013, 459–460 .)

Käypä hoito-suositus (Sepsis) määrittelee sepsiksen ja sen vaikeusasteet seuraavasti:

- **infektio:** mikro-organismien esiintyminen kudoksessa, jossa niitä ei normaalisti esiinny
- **bakteremia:** veressä esiintyy eläviä bakteereita
- **tulehdusreaktio-oireyhtymä, SIRS:** kaksi tai enemmän seuraavista
  - ydinlämpö  $> 38\text{ °C}$  tai  $< 36\text{ °C}$
  - syketaajuus yli 90/min tai  $\text{PaCO}_2 < 4,3\text{ KPa}$
  - veren valkosolumäärä  $> 12 \times 10^9$  (potenssiin 9)/l tai sauvatumaisten nekrofiilien osuus  $> 10\%$
- **sepsis:** varma infektio ja SIRS

- **vaikea sepsis:** *sepsis, johon liittyy elintoimintahäiriö, hypoperfuusio tai hypotensio*
- **septinen sokki:** *sepsis, johon nesteytyksestä huolimatta liittyy hypotensiota ja hypoperfuusion merkkejä*
- **sepsiksen aiheuttama hypotensio:** *systolinen verenpaine < 90 mmHg tai > 40 mmHg nousu perustasosta, kun muut syyt on poissuljettu ja käytössä ei ole vasopressoreita. (Käypähoito -suositus 2014.)*

Sepsikset syyt vaihtelevat henkilön taustan mukaisesti. Sairaalan ulkopuolella alkanut sepsis on usein grampositiivisen pneumokokin, stafylokokin, meningokokin, streptokokin tai kolibakteerin aiheuttama. Sairaalan sisällä aiheuttajana ovat gramnegatiivinen (kolibakteeri, pseudomonas, enterokokki, klebsiella) suolistobakteeri tai sieni. Aikaisemmin terveellä ja kotona olevalla henkilöllä infektion lähtökohtana ovat usein iho, hengitystiet ja virtsatiet. Aikaisemmin sairaalla henkilöllä infektio on lähtenyt omasta floorasta (suolisto, virtsatiet, limakalvo- tai leikkaushaava, hammas). Oireena on usein nopea yleistilan lasku, vilunväreitä, lihasheikkoutta. tutkimuksissa voidaan havaita kasvanut hengitystaajuus, nopea syketaajuus, matala verenpaine, poikkeuksellisen lämmin iho ja alentunut tajunnan taso. Henkilö on usein kuumeinen, mutta ei läheskään aina. Vaikeassa sepsiksessä voi esiintyä myös alilämpöisyyttä. (Holmström & Kirves 2013, 460–461.)

Antibiootihoidon ja nesteytyksen aloitus varhaisessa vaiheessa vähentää merkittävästi kuolleisuutta ja komplikaatioita. Sepsiksen tavoitteenmukaisena hoitona pidetään:

- *varhainen antibiootihoidon aloitus*
- *Nestetäyttö kirkkailla liuksilla (kolloidinesteiden on todettu lisäävän kuolleisuutta merkittävästi sepsis potilailla tehohoidossa)*
  - täyttöä jatketaan, kunnes normaali esitäyttö tulee palautetuksi
- *Hypoperfuusion jatkuessa aloitetaan vasopressorihoito noradrenaliinilla*

- *Riittämättömässä kudoshappeutumisessa aloitetaan inotrooppi dobutamiini ja siirrytään hengityksen tukihoidoihin. (Holmström & Kirves 2013, 460–461.)*

**Septinen sokki** on infektiosta johtuva tila, jossa hypotensio ei korjaannu isostakaan nestetäytöstä huolimatta. Septiseen sokkiin liittyy yhden tai useamman elimen tai kudoksen perfuusiohäiriö. Seurauksena ovat verisuonten laajentuminen ja läpäisevyyden muutokset sekä sydämen toiminnan lamaantuminen. Heikentynyt sydämen toiminta yhdistettynä hypovolemiaan saa aikaan sokki oireiston. Kysymys on hypovolemian, vasodilataation, verenkierron patologisen uudelleenjakautumisen ja sydämen vajaatoiminnan yhdistelmästä. Sydämen supistumisvireys voi olla alentunut. Suuret nestevajeet syntyvät ulkoisten ja sisäisten nesteiden seurauksena. Ulkoisia nestemenetyksiä ovat kuumeilusta johtuva haihtuminen ja hikoilu, sekä ripuli ja oksentelu. Sisäisiä menetyksiä ovat kudosturvotukset ja neste kerääntymät suoliston alueelle. (Hynninen 2014, 141–142.)

Septisen sokin alkuvaiheen hoitoon kuuluu olennaisena osana runsas nesteytys ja laajakirjoisen antibiootin aloitus varhaisessa vaiheessa. Nestehoidolla pyritään korvamaan nestevaje ja stabiloimaan verenkierron järjestelmä. Nestetarve septisessä sokissa voi olla hyvinkin suuri jopa yli kymmenen litraa ensimmäisen vuorokauden aikana. Tehohoidossa potilasta monitoroidaan arteriakanylin kautta sekä muita kajoavia monitorointi menetelmiä käytetään paikallisten käytäntöjen mukaisesti. Tavallisimmat ensimmäisen kuuden tunnin aikana asetetut arvot ovat CVP (8–12 mmHg), ScvO<sub>2</sub> (>70 %), Hkr (< 30), ja MAP (>65 mmHg) sekä diureesi ≥0,5 ml/kg/t. (Hynninen 2014, 142–144.)

Hoidon vasteen kliinisinä mittareina seurataan diureesin käynnistymistä, keskiverenpainetta, periferian avautumista ja veren laktaattipitoisuutta. Vaikeassa septisessä sokissa seurataan sydämen minuutti- tai iskuilavuutta (nestehoidon täyttöaste), että voidaan maksimoida sydämen pumppaama verimäärä. Laktaatin seuraaminen hoidon aikana voi antaa viitteitä ennusteesta. Suurentuneet laktaattiarvot hoidon aikana voivat liittyä kudoshapenpuutteeseen ja taas laktaattiarvojen normalisoituminen kertoo suotuisasta ennusteesta. Hypotension jatkuessa nesteytyksestä huolimatta aloitetaan vasopressorihoito. Septisen sokin hoidossa noradrenaliinia pidetään ensisijaisena, koska se ei huononna suoliston tai munuaisten verenkiertoa. Tarvittaessa rinnalle voidaan vielä lisätä adrenaliini- infuusio, mikäli

vaste noradrenaliinilla ei ole riittävä. Sydämen supistumisvireyden alentuneessa tilanteessa käytetään ensisijaisena inotrooppina dobutamiinia, jolla on myönteinen vaikutus sydämen minuuttitulavuuteen sekä suoliston alueen verenkiertoon. Nesteresuskitaasiosta johtuva nesteylimäärä on pyrittävä purkamaan sepsiksen paranemisvaiheessa, koska positiivinen nestebalanssi ja kudosturvotus liittyvät sepsiksen huonompaan ennusteeseen. Nesteylimäärä huonontaa suoliston ja munuaisten toimintaa ja voi johtaa vatsaontelon sisäisen paineen nousuun. Nesteylimäärä puretaan tarvittaessa diureettihoidolla. (Hynninen 2014, 142–144.)

#### 4.6 Intoksikaatio

Akuutti myrkytys aikuisella johtuu useimmiten lääkeaineesta, alkoholista tai näiden yhdistelmästä. Ensihoidossa yleisimmät myrkytys lääkeaineryhmät ovat; bentsodiatsepiinit, antispykoottiset lääkkeet ja masennuslääkkeet. Toiseksi yleisimmät myrkytykset aiheutuvat tulehduskipu- sydän- opiaatti- ja epilepsialääkeistä. Tämän perusteella voidaan päätellä, että myrkytysten taustalla on usein mielenterveyden häiriöitä ja alkoholin haitallista käyttöä. Usein kyseessä on myrkytys, jossa henkilö on tahallaan useimmiten itsensä vahingoittamistarkoituksessa ottanut yliannoksen lääkkeitä ja alkoholia. (Nurmi & Alaspää 2013a, 562–564.)

Ensihoidossa on vaikeaa arvioida myrkytyspotilaan riskejä. Esitiedot ovat monesti puutteellisia tai puuttuvat kokonaan sekä esitiedot voivat olla epäluotettavia. Riskinarviossa tulee huomioida myrkytyksen aiheuttaja (esim. lääkevalmiste) määrä, nautittu ajankohta ja viive siitä avun hälyttämiseen. Yksilöllistä vaikutusta on vaikeaa arvioida altistuneen yksilöllisten erojen, sekamyrkytyksen ja alkoholin yhteisvaikutuksen vuoksi. (Nurmi & Alaspää 2013a, 562–564.)

Yliannostukset voivat olla ennalta arvaamattomia, johtuen elimistön tavasta käsitellä lääkeaineita. Maksassa tapahtuu metaboloitumista heti lääkeaineen imeytymisen jälkeen ruuansulatuskanavasta porttilaskimoverenkiertoon. Tämä koskee vain osaa lääkkeistä. Tämä nk. ensikierron metabolian kyky voi ylittyä lievemmissäkin yliannostuksissa ja tällöin lääkettä pääsee maksan ohitse monikertaisesti systeemiseen verenkiertoon ja vaikutukset ovat tällöin suurentuneet. Useimmat lääkkeet sitoutuvat valkuaisaineisiin veressä ja tällöin eivät vaikuta vapaina verenkiertoelimistöön tai aivoihin. Myrkytyksessä valkuaisaineiden kyky sitoa lääkkeitä ylittyy, jolloin vapaa lääkeainepitoisuus veressä kasvaa. Sekamyrkytyksessä eri lääkkeet voivat syrjäyttää

toisiaan valkuaisaineista ja tällöin voimistaa toistensa vaikutuksia. (Nurmi & Alaspää 2013a, 562–564.)

Myrkytyksen ollessa huomattavan suuri lääkeaineen imeytyessä ruuansulatuskanavasta altistuneelle kehittyy väistämättä peruselintoimintojen häiriö (hengitys, verenkierto, tajunta), joka voi olla henkeä uhkaava. Ajan kuluessa on oletettavaa, että altistuneen tila huononee sairaalan ulkopuolisessa hoidossa. (Nurmi & Alaspää 2013a, 562–564.)

#### 4.7 Intoksikaation hoitolinjat

Tehokkain tapa intoksikaatiolle altistuneella henkilöllä on estää lääkkeen imeytyminen. Mikäli lääkeaine ei pääse verenkiertoon, se ei aiheuta haittoja. Imeytymisen estäminen on tehokkaampaa silloin, kun lääkeaine on vielä vatsalaukussa. Imeytymisen vastahoidot tehoavat varmemmin, kun lääkkeen nauttimisesta on kulunut lyhyt aika yleensä yksi – kaksi tuntia. Monissa vaarallisissa myrkytyksissä vatsan tyhjeneminen hidastuu, joten hoito on indisoitu vielä myöhemminkin. Altistunutta tulisi makuuttaa vasemmalla kyljellä kylkiasennossa. Tämä hidastaa lääkeaineen imeytymistä ohutsuoleen ja on perusteltua anatomisista syistä. (Nurmi & Alaspää 2013a, 564–565.)

Lääkehiili sitoo useimpia lääkeaineita ja myrkyjä. Alkoholien, metallien (rauta, lyijy), lithiumin, fluoridin, syanidin, happojen ja emästen kanssa lääkehiili on tehoton. Lääkehiili tulisi antaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Ensihoidossa se onnistuu juottamalla ko-operoivalle henkilölle. Osa voi tästä toki kieltäytyä. Intuboiduille potilaille lääkehiili annostellaan nenä-maha- tai suu-mahaletkun kautta. Vakavammissa myrkytyksissä lääkehiilen annostelu toistetaan neljän – kuuden tunnin välein. Tällä menettelyllä varmistetaan, että annostus on riittävä, koska lääkehiilen teho heikkenee ajan kuluessa. Lääkehiilellä on myös lääkeainetta osittain poistava vaikutus. Tämä perustuu enterohepaattiseen kiertoon, jolloin lääkeaineesta osa erittyy sappinesteen mukana suolistoon ja sieltä takaisin verenkiertoon. Lääkehiili sitoo suoleen sappinesteen mukana erittyneen myrkyä ja näin estää sen uudelleenimeytymisen. (Nurmi & Alaspää 2013a, 564–565.)

Osalle lääkkeitä on kehitetty **vastalääkkeitä eli antidootteja**. Antidootin vaikutus perustuu siihen, että se kilpailee samasta vaikutuskohdasta kun varsinainen lääkeaine,

tai vaikutus voi perustua kemialliseen reaktioon elimistössä. Tässä antidootin sitominen lääkeaineeseen saa aikaan kompleksin, joka erittyy pois elimistöstä. (Nurmi & Alaspää 2013a, 567–568.) Taulukossa 7 esitellään myrkytyksen aiheuttaja, antidootti ja vaikutusmekanismi.

Taulukko 7. Myrkytyksen aiheuttaja ja sen antidootti sekä vaikutusmekanismi (Nurmi & Alaspää 2013a, 568)

<b>Myrkytyksen aiheuttaja</b>	<b>Antidootti eli vasta-aine</b>	<b>Vaikutusmekanismi</b>
bentsodiatsepiinit	flumatseniili	kilpaileva antagnosmi GABA-reseptoreissa
opioidit	naloksoni	kilpaileva reseptori opioidireseptoreissa
beetasalpaajat	glukagoni	adrenergisesta järjestelmästä riippumaton inotropia
kalsiumsalpaajat	kalsiumkloridi tai –glukonatti	kalsium vaikutuksen lisääminen salvatuista kanavista huolimatta
Syanidi	hydroksokobalamiini	syyanidi-ionin sitominen; kompleksi erittyy virtsaan
	amyylinitriitti	muodostuva methemoglobiini sitoo syanidia
häkä	happi	syryttää häkää hemoglobiinista ja siten nopeuttaa sen nopeutumista
parasetamoli	asetyylidikysteini	muodostuva glutationi sitoo parasetamolin myrkylliset metaboliitit
digoksiini	digoksiinin antidootti	sitoutuu digoksiiniin ja estää sen vaikutukset
metanoli ja	etanoli,	estävät alkoholidehydrogenaasientsyymiä muodostamasta metanolista ja etyliiniglykolista

etyleeniglykoli	fomepitsoli	myrkyllisiä metaboliitteja
varfariini	K-vitamiini	suora antagonisti, hyytymistekijöiden tuotanto palaa normaaliksi
organofosfaatit	atropiini	estää myrkytyksessä kertyneen asetyylikoliinin vaikutuksia muskariinireseptoreissa
	oksiimit	palauttavat asetyylikoliiniesteraasin toimivaan muotoon
trisykliset masennuslääkkeet	natriumbikarbonaatti	natrium kompensoi natriumkanavien salpaamisesta johtuvia vaikutuksia alkalisointi vähentää sydäntoksisia vaikutuksia

On olemassa myös muita harvemmin käytettäviä vasta-aineita. Metallimyrkytyksissä käytettävät antidootit liittyvät metalliin (kelatoituvat) ja erittyvät sitten kompleksina virtsan mukana pois elimistöstä. Okreotidi toimii kasvuhormonin estäjähormonin tavoin ja estää sulfonyyliurea- tai insuliiniyliannostuksessa kehittyvää hypoglykemiaa estämällä insuliinin eritystä elimistössä. (Nurmi & Alaspää 2013a, 567–568.)

Verenkiertoon päässeeseen myrkyin poistaminen on hankalaa lääkeaineen jakautuessa kudoksiin nopeasti verenkierron mukana ja myrky voi sitoutua veressä valkuaisaineisiin. Valta osa lääkkeistä erittyy munuaisten kanssa virtsaan. Lääkkeen poistumista virtsaan voidaan tehostaa antamalla diureettia esimerkiksi furosemidia. Eritystä voidaan tehostaa myös muuttamalla virtsan happamuutta. (Nurmi & Alaspää 2013a, 568–569.)

Osa lääkeaineista voidaan poistaa keinomunuaishoidoilla verenkierrosta.

Keinomunuaishoidon lääkkeen poistamiskykyyn vaikuttaa myrkyin jakaantumistilavuus toisin sanoen se kuinka paljon lääkettä on verenkierrossa. Asian tiedostaminen ensihoidossa on tärkeää siksi, koska dialyysihoitoja toteutetaan pääsääntöisesti keskussairaaloissa ja yliopistosairaaloissa. Kuvassa 6 on esitelty

keinomunuaishoidolla hoidettavia yleisimpiä myrkytyksiä. (Nurmi & Alaspää 2013a, 568–569.)

<b>Keinomunuaishoidolla hoidettavia myrkytyksiä</b>
<b>asetyylisalisyylihappo</b> (ASA)
<b>beetasalpaajat</b> (atenololi, sotaloli, asebutoli)
<b>epilepsialääkkeet</b> (karbamatsibiini, valproaatti, fenytoosiini)
<b>kinidiini</b> (sydämen rytmihäiriöiden hoito, erityisesti FA)
<b>klorokiini</b> (malarian hoito)
<b>lithium</b> (mania, mielentasaaja lääke)
<b>metotreksaatti</b> (sytostaatti)
<b>parasetamoli</b>
<b>teofylliini</b> (astma, keuhkohtauman hoito)
<b>alkoholit:</b> etanoli, etyleeniglykoli, metanoli
<b>sienet:</b> valkoinen karpässieni, seitikit, korvasieni

Kuva 6. Keinomunuaishoidolla hoidettavia myrkytyksiä (Nurmi & Alaspää 2013a, 569)

Glukagoni ja insuliini ovat molemmat elimistön adrenergisestä järjestelmästä riippumatta isoina annoksia inotrooppisia ja niitä voidaan myös käyttää myrkytysten hoitoon. Vakavissa sydämen- ja verenkierronlammia aiheuttavissa myrkytyksissä esimerkiksi beeta- ja kalsiumsalpaajamyrkytyksissä isokin annos katekoliamiinia (adrenaliinin kaltainen aine) voi olla riittämätön verenkierron vakauttamiseksi. Glukagoni vaikuttaa oman reseptorinsa kautta samaan järjestelmään kuin

katekoliamiinit. Insuliinin tarkkaa vaikutusmekanismia myrkytyksen hoidossa ei vielä ole täysin selvä.

Puudutemyrkytyksissä on vakiintunut parenteraalisessa ravitsemushoidossa käytetyiden rasvaemulsioiden käyttö. Niiden tehosta on saatu viitteitä muissa rasvaliukoisten aineiden aiheuttamissa myrkytyksissä. (Nurmi & Alaspää 2013a, 567–569.)

#### 4.8 Eri lääkeaineiden ja huumausaineiden aiheuttamat myrkytykset

Kullekin lääkeaineryhmälle on omat tyypilliset oireensa ja vaikutuksensa. Ensihoidossa on aina huomioitava, että kyseessä voi olla sekamyrkytys jolloin kysymyksessä on useamman lääkeaineen tai alkoholin aiheuttama myrkytys. Oireenkuva voi silloin vaihdella ja eri lääkeaineet voivat vahvistaa tai vähentää toistensa vaikutuksia elimistössä. (Nurmi & Alaspää 2013a, 569–577.) Taulukossa 9 esitellään yleisimmät myrkytyksiä aiheuttavat lääkeaineet.

Taulukko 9. Yleisempiä myrkytyksiä aiheuttavat lääkeaineet (Nurmi & Alaspää 2013a, 572–573)

<b>bentsodiatsepiinit</b>	käytetään kouristusten, unettomuuden ja ahdistuneisuuden hoidossa. aktivoivat GABA-reseptoreita keskushermostossa
<b>masennuslääkkeet</b>	trisykliset masennuslääkkeet; estävät nonadrenaliinin, dopamiinin ja serotoniinin takaisinottoa hermosoluissa,  lisäävät näiden vaikutusta keskushermostossa
	monoamiinioksidaasin estäjä (MAO) mokloperidoli
	selektiiviset serotoniinin takaisinoton estäjät (SSRI-lääkkeet)
<b>neuroleptit</b>	käytetään psykoosien hoidossa, salpaavat keskushermostossa dopamiinireseptoreita

<b>tulehduskipulääkkeet</b>	yliannostuksena asetyylisalisyylihappo on vaarallisin
<b>parasetamoli</b>	yliannostuksena voi aiheuttaa palautumattoman maksavaurion
<b>beetasalpaajat</b>	yleisesti verenpaine- ja sepelvaltimotaudin sekä rytmihäiriöiden hoidossa käytettyjä lääkkeitä, hidastavat sykettä ja johtumista sydämessä sekä laskevat verenpainetta sitoutumalla katekoliaamiinien sitoutumiskohtiin
<b>kalsiumsalpaajat</b>	käytetään verenpaine- ja etenkin rytmihäiriöiden hoidossa, kalsium on lihassupistumiselle tärkeä ioni
<b>muut sydänlääkkeet</b>	ACE-estäjät (angiotensiini II-reseptorin salpaus) ja nitraatit laskevat verenpainetta laajentamalla verisuonia ja digoksiini hidastaa kammiotaajuutta vaikuttamalla eteis-kammio johtumiseen
<b>epilepsialääkkeet</b>	käytetään myös kroonisen kivun hoidossa ja mielentasaaja lääkkeinä psyykkisissä sairauksissa. Osa lääkkeistä vakauttaa hermosolun kalvojännitettä ja voivat suurina pitoisuuksina aiheuttaa vakaviakin myrkytyksiä
<b>opioidit</b>	kipulääkkeitä, jotka vaikuttavat opioidireseptoreihin aivoissa ja selkäytimessä. keskivahvoja opioideja (kodeiini, tramodoli) lukuun ottamatta opioidit luokitellaan huumausaineiksi
<b>muuta lääkeaineita</b>	teofylliiniä käytetään astman ja kroonisten keuhkosairauksien hoidossa, klorokiini on malarian estolääke ja kiniini on malarian hoitolääke ja yhdistelmälääkkeenä sitä käytetään suonenvetojen hoitoon

Erityisesti lääkeainemyrkytystä arvioidessa tulee huomioida serotoniini- ja pahanlaatuisen neuroleptioireyhtymän mahdollisuus. (Nurmi & Alaspää 2013a, 572–573.)

**Serotoniinioireyhtymän** aiheuttaa liiallinen serotoniinivaikutus keskushermostossa. Se voi aiheutua useiden serotoniinivaikutusta nostavien lääkkeiden yhtäaikaisesta käytöstä tai yliannostuksesta. Akuuttitilanteissa vaikeimpia oireita ovat hypertermisyys, kouristus- ja verenvuototaipumus ja intubaatiota vaikeuttavaa lihasjäykkyyttä voi esiintyä. Serotoniinivaikutteisia lääkkeitä on useita esimerkiksi; masennuslääkkeet, tramdoli, fentanyyli opioideista, triptaanit, lithium ja epilepsialääkkeistä karbamatsebiini. Huumausaineista serotoniinivaikutusta nostavat stimulantit kuten amfetamiini ja kokaiini. Tila tulisi siis tunnistaa ajoissa, koska se voi edetä nopeasti ja johtaa jopa kuolemaan. (Nurmi & Alaspää 2013a, 572–573.)

**Pahanlaatuinen neuroleptioireyhtymä** voi tulla jo normaalilla hoitoannoksella eikä varsinaisesti ole myrkytys. Oireiltaan se muistuttaa paljon serotoniinioireyhtymää, mutta taustalla on psykoosilääkityksen aloitus tai annoskoon suurentaminen. Tila on suhteellisen harvinainen. Oireina pahanlaatuudessa neuroleptioireyhtymässä ovat lihasjäykkyys, pakkoasennot, silmien liikehäiriöt, kyvyttömyys niellä, hypertermia ja autonomisen hermoston toimintahäiriöt. Potilaat saattavat tarvita tehohoitoa ja tilaan liittyy suhteellisen korkea kuolleisuus. (Nurmi & Alaspää 2013a, 572–573.)

Muita myrkytystilanteita aiheuttavia tekijöitä ovat alkoholimyrkytykset, väärät hemoglobiinit, erilaiset sieni- ja kasvimyrkytykset, erilaiset syövyttävät aineet, torjunta-aineet, orgaaniset liuottimet sekä käärmeen purema (Nurmi & Alaspää 2013a, 577–582). Nämä on esitelty taulukossa 10.

Taulukko 10. Muita myrkytystilanteita aiheuttavia tekijöitä (Nurmi & Alaspää 2013a, 577–582)

<b>alkoholimyrkytys</b>	etanoli, etyylialkoholi estää maksan glukoosin muodostusta ja näin voi aiheuttaa hypoglykemiaa
<b>korvikealkoholit</b>	isopropanoli tuulilasipesunesteissä ja jäänestoliuoksissa
	etyleeniglykoli pakkasnesteeissä aineenvaihdunnassa alkoholia hajottava entsyymi (alkoholidehydrogenaasi) hajottaa alkoholin myrkyllisiksi tuotteiksi

	metanolia käytetään tuulilasinpesunesteissä ja maalinpoistoaineissa, myrkyllisyys perustuu myrkyllisiin aineenvaihdunta tuotteisiin (formaldehydi ja muurahaishappo)
<b>häkä ja syanidi</b>	häkämyrkytyksen yhteydessä häkä kiinnittyy hemoglobiiniin syrjäyttäen hapen, syanidi kiinnittyy myös hemoglobiiniin saaden aikaan syanhemoglobinemian, mutta vaikuttaa myös kudoksissa. Kummassakin kudosten hapensaanti heikentyy
<b>kasvit</b>	myrkytykset harvinaisia ja yleensä lieviä, vaarallisimpia kasvimyrkytyksiä maisteltuna aiheuttavat: hulluruoho, hullukaali, myrkkukatko, myrkkukeiso, oleanteri, risiini, rohtosormustinkukka, ukonhatut ja syysmyrkkylilja sekä marjoista kielo, lumimarja, näsiä, punakoison marjat, kuusama ja tuhkapensas
<b>sienet</b>	sienistä vaarallisimpia myrkytyksiä aiheuttavat valkoinen kärpässieni (maksavaurio) ja seitikit (munuaisvaurio)
<b>syövyttävät aineet</b>	hapot (säilöntäetikka) ja emäkset (konetiskiaineet) voivat aiheuttaa enteraalisesti nautittuna ruuansulatuskanavan syöpymiä
<b>orgaaniset liuottimet</b>	rasvaliuottimet (tärpätti, bensiini) aiheuttavat hengitysteihin joutuessaan keuhkoreaktioita
<b>organofosfaatit</b>	maataloudessa käytettäviä hyönteismyrkkyjä, ne sitoutuvat hermoston asetyylikoliinin hajottajaentsyymiin asetyylikolinesteraasiin ja estävät näin sen toiminnan, jolloin asetyylikoliini kertyy hermopäätteisiin
<b>käärmeenpurema</b>	Suomessa vain yksi myrkyllinen lajike, Kyy. Kyyen myrkkyy aiheuttaa paikallisesti kudostuhoa ja verisolujen hajoamista

**Huumausaineista** johtuvia ensihoidollisia tilanteita ovat yliannostukset, sekavuustilat ja psykoosit ja muut mielenterveyden häiriötilat. Huumausaineiden käyttäjät ovat alttiita tapaturmille, onnettomuuksille ja väkivallalle ja siitä syystä he voivat helpoimmin päätyä kohtaamiseen ensihoidon kanssa. Anamneesin selvittäminen tehdään aivan kuten muissakin potilaskohtaamisissa. Mikäli potilas on tajuton, etsitään viitteitä huumausainekäytöstä ja käytetyn aineen tyypistä. Yleisimpien huumausaineiden käyttöön liittyy fysiologisia tunnusmerkkejä, joita ensihoitajien on hyvä tunnistaa. Sekakäyttö alkoholin, lääkkeiden ja huumausaineiden välillä tekee tunnusmerkkien tunnistamisesta haastavaa. Yhteiskäyttö on valitettavan yleistä. Harhoja aiheuttavat huumeet ja kannabinoidit aiheuttavat aikuiselle harvoin vaikeita myrkytyksiä, mikäli potilas on perusterve. (Partanen & Kurtelius 2013, 683, 690.)

Huumausaineet voidaan jaotella käyttövaikutustensa perusteella eri luokkiin. Keskushermostoa kiihdyttäviä huumausaineita ovat amfetamiini ja sen johdannaiset, gammahydroksidivoihappoi (GHB), kokaiini, khat sekä useat eri muuntohuumeet. (Partanen & Kurtelius 2013, 674–675.)

Keskushermostoa lamaavia huumausaineita ja kipua lievittäviä aineita ovat morfiini, oopiumi, heroiini, synteettiset opiaatit, kodeiini, GHB suurina annoksina, metadoni ja buprenorfiini (käytetään myös korvaushoidossa), barbituaatit ja rauhoittavat lääkkeet. (Partanen & Kurtelius 2013, 674–675.)

Hallusinogeenijä (aistiharhoja) aiheuttavia huumausaineita ovat LSD, kannabinoidit (luontaiset ja synteettiset), meskaliini, ekstaasi sekä khat. (Partanen & Kurtelius 2013, 674–675.)

Esitiedot ovat usein puutteellisia ja harhaanjohtavia eivätkä käyttäjät itsekään tiedä varmaksi kertoa mitä ovat käyttäneet ja kuinka paljon. Monesti heidän hoitonsa viivästy, kun apua hälytetään viiveellä. Ensihoidon kannalta huumausainekäytön akuutit ongelmat voidaan jaotella kahteen ryhmään. (Partanen & Kurtelius 2013, 687–689.)

1. *Potilaan hengitys ja keskushermosto on lamaantunut.*

(opioidit, gamma, lakka ja sekakäyttö lääkkeiden ja päihteiden kanssa esim. alkoholi, bentsodiatsepiinit ja pregabaliini) .

2. *Potilaan keskus- ja autonomisenhermoston toiminta on kiihtynyt.*

(amfetamiini ja sen johdannaiset, ekstaasi, kokaiini sekä uudet muuntohuumeet)

Lamaavien huumausaineiden yliannostuksessa tulee huolehtia hengitystien varmistamisesta ja riittävästä ventilaatiosta sekä happeutumisesta.

Kiihdyttävien huumausaineiden yliannostuksessa hoito on oireenmukaista. Mikäli lääkitystä tarvitaan, ensisijaisesti tulisi käyttää bentsodiatsepiinejä. (Partanen & Kurtelius 2013, 687–689.)

## 5 VERIKAASUANALYYSI

Valtimosta otetulla verikaasunäytteen avulla saadaan tietoa kaasujenvaihdosta ja happo-emästasapainosta (Fournier 2009). Teho-hoidossa verikaasuanalyysi on tärkein verikoe ja toistuvilla näytteillä arvioidaan hengityksen hoitoa ja riittävyttä sekä pitämällä happo-emästase ja pH viitearvoissa (Larmila 2010e, 49). Yleensä verikaasuanalyysi eli astrup otetaan valtimoverestä, mutta se voidaan luotettavasti ottaa myös kapillaari- tai laskimoverestä. Ongelma on kuitenkin se, että ne eivät suoranaisesti kerro keuhkojen ja sydämen toiminnasta, joten ensisijainen vaihtoehto on valtimosta otettu näyte. Vaikka hengitys ja verenkierto puoli saadaan arteria-astrupilla hyvin selvitettyksi, voi happo-emästasapainohäiriön tutkiminen olla vaikeaa elimistön kompensationsmekanismien takia. (Holmström 2013b, 187–188.) Taulukossa 11 nähdään esimerkki verikaasuanalyysillä viitearvojen erot valtimosta ja laskimosta otettuina.

Taulukko 11. Valtimo- ja laskimoveren väliset erot verikaasuanalyysillä (Maxillofac 2013)

	Valtimoveri	Laskimoveri
pH	7,40 (7,35-7,45)	7,36 (7,31-7,41)
paO <sub>2</sub>	80-100 mmHg	35-40 mmHg

O <sub>2</sub> saturaatio	95 %	70-75 %
PaCO <sub>2</sub>	35-45 mmHg	41-51 mmHg
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22-26 mmol/l	22-26 mmol/l
BE	0 ±2	0±2

### 5.1 Arteria-astrupin viitearvot ja niiden tulkinta

Verikaasuanalyysin viitearvot valtimoverestä:

- **pH**, happo-emästasapaino 7,35-7,45
- **PaCO<sub>2</sub>**, hiilidioksidiosapaine 4,5-6,0 kPa
- **PaO<sub>2</sub>** keskimäärin > 11,0-13,3 kPa (pienenee iän myötä)
- **BE** = base excess, emäsyylimäärä 0 ± 2,5 mmol/l
- **HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**, standardibikarbonaatti 22-26 mmol/l
- **HbO<sub>2</sub> Sat**, happisaturaatio > 95 % (Saikko 2005, 188).

pH-arvon laskiessa alle viiterajan (<7,35) elimistö muuttuu happamaksi ja pH-arvon noustessa yli viiterajan (>7,45) elimistö kääntyy emäksisen puolelle (Iivanainen & Syväoja 2008, 320).

Valtimoveren hiilidioksidiosapaine (PaCO<sub>2</sub>) kuvaa happo-emästasapainon respiratorista komponenttia (Maxillofac 2013, 13–141), ja riittävää keuhkotuuletusta (Larmila 2010e, 50). PaCO<sub>2,n</sub> lasku keuhkotuuletuksen kautta alle 4,5 kPa aiheuttaa respiratorisen alkaloosin (pH:n nousu) ja taas hiilidioksidiosapaineen nousun kautta syntyy respiratorinen asidoosi (pH:n lasku) (Iivanainen & Syväoja 2008, 320).

Taulukossa 12 on esitetty pH-arvon ja hiilidioksidiosapaineen suuntautuminen samaan

suuntaan metabolisessa häiriössä, ja vastaavasti respiratorisessa häiriössä suunnan muutokset eri suuntaan (Kaufman).

Taulukko 12. pH-arvon ja hiilidioksidiosapaineen suuntautuminen happo-emästasapainohäiriöissä (Kaufman)

Asidoosi	Respiratorinen	pH↓	PaCO <sub>2</sub> ↑
Asidoosi	Metabolinen	pH↓	PaCO <sub>2</sub> ↓
Alkaloosi	Respiratorinen	pH↑	PaCO <sub>2</sub> ↓
Alkaloosi	Metabolinen	pH↑	PaCO <sub>2</sub> ↑

Valtimoveren happiosapaineen laskiessa alle 10 kPa vaarana on hypoksia eli hapenpuute. Jos happiosapaine nousee yli viitearvon, niin tuloksena on hyperoksia. Terveellä aikuisella tilapäinen hyperoksia ei aiheuta vaaraa, mutta pitkään jatkuessa se voi aiheuttaa keuhkoissa vaurioita. (Iivanainen & Syväoja 2008, 320.)

Emäsyylimäärä kertoo, että kuinka paljon bikarbonaattia (emästä) tai hiilidioksidia (happoa) tarvitaan pH-arvon korjaukseen vakio-olosuhteissa (pCO<sub>2,n</sub> ollessa vakio) (Larmila 2010e, 50). Kun BE-arvo on alle -2,5 mmol/l, elimistö on hapan ja arvon ylittäessä yli 2,5 mmol elimistö on emäksinen (Iivanainen & Syväoja 2008, 320).

Standardibikarbonaatti on kemiallinen puskuri, joka pitää pH-arvon vakaana (Thompson 2012). Bikarbonaatin määrän säätely tapahtuu munuaisissa (Larmila 2010e, 50). Elimistä muuttuu happamaksi, kun standardibikarbonaatti-arvo laskee alle 22 mmol/l ja emäksiseksi, kun arvo nousee yli 26 mmol/l (Iivanainen & Syväoja 2008, 320). Kuvassa 6 nähdään tulkintoja arteria-astrupista.

<b>Respiratorinen alkaloosi</b>		<b>Respiratorinen asidoosi</b>	
pH	7,52	pH	7,23
PaCO <sub>2</sub>	3,2	PaCO <sub>2</sub>	6,8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24
BE	2	BE	2
<b>Metabolinen alkaloosi</b>		<b>Metabolinen asidoosi</b>	
pH	7,57	pH	7,11
PaCO <sub>2</sub>	4,3	PaCO <sub>2</sub>	5,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	36	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	12
BE	14	BE	-14
<b>Respiratorinen ja metabolinen alkaloosi</b>		<b>Respiratorinen ja metabolinen asidoosi</b>	
pH	7,68	pH	7,18
PaCO <sub>2</sub>	3	PaCO <sub>2</sub>	7,77
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	36	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	18
BE	14	BE	-7
<b>Osittain kompensoitunut respiratorinen alkaloosi</b>		<b>Osittain kompensoitunut respiratorinen asidoosi</b>	
pH	7,46	pH	7,34
PaCO <sub>2</sub>	3,9	PaCO <sub>2</sub>	5,8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	28
BE	-3	BE	7
<b>Osittain kompensoitunut metabolinen alkaloosi</b>		<b>Osittain kompensoitunut metabolinen asidoosi</b>	
pH	7,46	pH	7,34
PaCO <sub>2</sub>	4,9	PaCO <sub>2</sub>	3,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	31	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	20
BE	7	BE	-4
<b>Kompensoitunut respiratorinen alkaloosi</b>		<b>Kompensoitunut respiratorinen asidoosi</b>	
pH	7,42	pH	7,39
PaCO <sub>2</sub>	3,5	PaCO <sub>2</sub>	5,7
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	21	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	29
BE	-4	BE	6
<b>Kompensoitunut metabolinen alkaloosi</b>		<b>Kompensoitunut metabolinen asidoosi</b>	
pH	7,43	pH	7,36
PaCO <sub>2</sub>	3,5	PaCO <sub>2</sub>	4,1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	30	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	19
BE	7	BE	-6

Kuva 6. Esimerkkejä eri happo-emästasapainohäiriöistä ja niiden kompensoituksesta. (Larmila 2010d, 59)

## 5.2 Valtimoverinäytteen ottaminen

Valtimoverikaasunäyte eli arteria-astrup otetaan väärtinä-, reisi- tai olkavaltimosta. Yleisimmin se otetaan väärtinävaltimosta eli ranteesta. Lapsilta näyte voidaan ottaa myös pään valtimosta. Kun näyte otetaan väärtinävaltimosta, potilas voi hyvin istua. Jos näytteenotto paikkana on reisivaltimo, pitää potilaan makuulla. Kun ranteen valtimosta otetaan näyte, pitää aina varmistua, että kyynärvaltimo pystyy hoitamaan käden verenkiertoa. Tämä voidaan testata *Allénin testillä*. (Seppälä & Tuokko 2010, 29.) Allénin testissä painetaan käden valtimoita lyttyyn ja katsotaan millainen vaikutus sillä on sormien verenkiertoon (Weselius & Hartman 2009, 417).

Näytteenottoon varataan arteria-astrup-pakkaus, mikä sisältää pienen neulan, korkin ja ruiskun. Välineet voidaan myös koota itse ja silloin käytetään 2 ml:n ruiskua, mikä pitää heparinisoida. (Mustajoki, Alila, Matikainen, Pellikka & Rasimus 2013, 142.) Injektioneulan koko on 20-25 G. Staasia ei tarvita arteria-astrupin otossa. Aseptiseen näytteenottoon kuuluu mm. suojakäsineet ja suu-nenäsuoja (Seppälä & Tuokko 2010, 29.)

Ihon punktiokohdan puhdistukseen käytetään denaroitua alkoholia tai 0,5 % klooriheksidiiniliuosta. Mukaan varataan myös steriilit taitokset sekä joustoside tai hiekkapussi riippuen näytteenotto paikasta. (Mustajoki ym 2013, 142.)

Ennen toimenpidettä näytteenottaja desinfioi kätensä ja punktiokohta puhdistetaan edellä mainituilla aineilla (Larmila 2010e, 49). Potilasta pidetään rauhallisena ja jos näyte otetaan kädestä, pidetään kättä tarvittaessa paikallaan (Mustajoki ym 2013, 142).

Jos valtimoverinäyte otetaan ranteesta, niin ranne asetetaan ojennukseen. Kuvan 7 mukaisesti väärtinävaltimo tunnustellaan etu- ja keskisormella sekä potilasta informoidaan pistämisestä. Neula työnnetään 30 asteen kulmassa ihon läpi siihen kohtaan, missä pulssi tuntuu voimakkaimmin. Neulan tullessa valtimeen, sen paine aiheuttaa veren tulon ruiskuun automaattisesti. (Mustajoki ym 2013, 142).



Kuva 7. Näytteenotto asento ranteesta (OSCE skills 2014)

Kun näyte on otettu, punktiokohtaa painetaan steriileillä taitoksilla jonkin aikaa, kunnes päälle laitetaan laastari ja hiekkapussi n. 15 minuutiksi (Mustajoki ym 2013, 142). Ilmakuplat poistetaan naputtamalla ruiskua ja ruisku korkitetaan mahdollisimman nopeasti. Ilmat poistetaan vielä ruiskusta työntämällä ne korkkiin. Ruiskua pyöritellään käsien välissä hetken, jotta hepariini sekoittuu vereen. Tämä estää veren hyytymisen. Potilaan tiedot merkataan ruiskun kylkeen taralla. (Larmila 2010e, 49.)

Näyte pitää analysoida mahdollisimman nopeasti, koska ulkoilman kosketus vereen vaikuttaa hengityskaasujen arvoihin. Jos näytettä ei voida heti analysoida, pitää se säilyttää viileässä ja suljettuna, esimerkiksi kylmäpakkauksessa. (Holmström 2013, 188.) Kylmäpakkauksen lämpötila pitää olla 0-4 astetta, mutta näyte ei saa jäätyä (Larmila 2010e, 51). Näin näytettä voidaan käsitellä kahteen tuntiin asti, ilman että se vaikuttaa verikaasuarvoihin (Maxillofac 2013, 136–141). Näyte kestää huoneenlämpöä 10 minuuttia. Juuri ennen näytteen analysointia sitä huolellisesti sekoitellaan vielä. (Larmila 2010e, 51.)

Valtimoverinäytteen ottamiseen liittyvät komplikaatiot ovat mahdollisia. Vasovagaalisen reaktion kautta voi syntyä mm. tromboosi tai embolia. (Seppälä & Tuokko 2010, 29.) Huonon aseptiikan kautta syntyvä infektio on myös mahdollinen (Hynynen & Hiekkänen 2014, 264).

## 6 VIERITESTAUS

Vieritestaus tarkoittaa laboratoriotukimusta, joka tehdään laboratorioyksikön ulkopuolella tai varsinaisessa hoitoyksikössä. Potilaan itse suorittamat testit luetaan myös vieritesteihin. (Labquality 2010.) Vieritutkimusta käytetään sairauksien diagnostiikkaan ja sillä myös seurataan hoitoa (Sairaanhoitajaliitto 2009). Kansainvälisessä kirjallisuudessa laboratorion ulkoisesta testauksesta on alettu käyttämään nimitystä Point-of-care testing- käsitettä (POCT). Kuitenkin kyseinen tutkimus tunnetaan mm. myös nimillä Near-Patient Testing, Bedside, on-side- ja off-side-testing. Vieritestistä voidaan käyttää myös pikatesti käsitettä. (Liikanen 2003, 20–21.) Vieritestin perustelu lääketieteellisesti tarkoittaa tutkimusta, jolla on välitön vaikutus potilaan hoitopäätökseen, hoitoon ja lääkitykseen tai muuhun hoitoon läheisesti liittyvään toimintaan. Vieritutkimuksen tekeminen on yhtä kuin vieritestaus. (Ilanne-Parikka ym. 2009, 269–276.) Vieritestaus suoritetaan laadunvarmistuksen periaatteiden mukaisesti ohjeistavan laboratorion mukaan (Heikkilä, Luomanmäki & Voipio-Pulkki 2000, 508). Vieritutkimuksen analysointiin käytetään analysaattoria tai valmista testipakkausta. Mitattuja tuloksia verrataan viitearvoihin. (Matikainen, Miettinen & Wasström 2010, 42–47.) Analysaattoreista käytetään myös nimikkeitä vieritestilaitte tai vieritutkimuslaitte. Vieritutkimusanalysaattoreilla voidaan mitata esimerkiksi veren hyytymistä ja glukoosipitoisuutta, verikaasuja, laktaattia, elektrolyyttejä, sydänlihasmerkkiaineita ja kreatiniinia sekä ureaa. (Lehto, Melkko & Savolainen 2013, 30). Eniten käytettyjä vieritestejä ovat hemoglobiini-, verengluukoosi- ja virtsatestiluskatestit (Liikanen 2003, 22). Vieritestausta harjoittavan henkilökunnan tulee olla motivoituneita ja ammattitaitoa tulee pitää yllä (Tuokko, Rautajoki & Lehto 2008, 102).

### 6.1 Vieritestausta ohjaavat säädökset ja ohjeistukset

Suomessa ei ole vieritestaukselle yksittäistä lakia tai asetusta, mikä määrää sen toteuttamista. Kuitenkin on olemassa joitakin lakeja, jotka ohjaavat epäsuorasti vierianalytiikkaa. (Liikanen 2003, 26.) Terveystieteiden lain 33. §:n mukaan

sairaanhoidopiirin kuntayhtymän on vastattava kunnallisen terveydenhuollon tuottamien laboratoriopalvelujen kehittämisen ohjauksesta ja laadun valvonnasta (2010/1326). Laki potilaan asemasta ja oikeuksista (1992/785), Tartuntatautilaki (1986/583), Erikoissairaanhoidolaki (1989/1062) ja Potilasvahinkolaki (1986/585) vaikuttavat vieritestaustoimintaan.

Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista ylläpitää ja edistää terveydenhuollon laitteiden ja tarvikkeiden sekä niiden käytön turvallisuutta (2010/629). Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 24. §:n mukaan ammattimaisen käyttäjän on varmistuttava siitä, että:

1. Henkilöllä, joka käyttää terveydenhuollon laitetta, on sen turvallisen käytön vaatima koulutus ja kokemus;
2. Laitteessa tai sen mukana on turvallisen käytön kannalta tarpeelliset merkinnät ja käyttöohjeet;
3. Laitetta käytetään valmistajan ilmoittaman käyttötarkoituksen ja -ohjeistuksen mukaisesti;
4. Laite säädetään, ylläpidetään ja huolletaan valmistajan ohjeistuksen mukaisesti ja muutoin asianmukaisesti;
5. Käyttöpaikka soveltuu laitteen turvalliseen käyttöön;
6. Laitteeseen kytkettynä tai välittömässä läheisyydessä olevat toiset terveydenhuollon laitteet, rakennusosat ja rakenteet, varusteet, ohjelmistot tai muut järjestelmät ja esineet eivät vaaranna laitteen suorituskykyä tai potilaan, käyttäjän tai muun henkilön terveyttä;
7. Laitteen asentaa, huoltaa ja korjaa vain henkilö, jolla on tarvittava ammattitaito ja asiantuntemus. Lisäksi laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 26. §:ssä sanotaan, että ammattimaisella käyttäjällä tulee olla vastuuhenkilö, joka vastaa siitä, että käyttäjän toiminnassa noudatetaan tämän lain ja sen nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä. (2010/629).

Sosiaali- ja terveydenhuollon toimintayksiköllä tai muulla ammattimaisella käyttäjällä, joka on oikeushenkilö tai joka käyttää terveydenhuollon laitetta itsenäisenä ammatinharjoittajana, tulee olla seurantajärjestelmä laitteiden ja niiden käytön turvallisuuden varmistamiseksi (Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 629/2010). Terveydenhuollon ammattihenkilöstö on hyväksytty laissa käyttämään lääkinnällisiä laitteita tai oikeus luovuttaa niitä potilaan käyttöön (1994/559).

Vieritestauksessa käytettäviltä lääkinnällisiltä mittalaitteilta edellytetään EU-direktiivin asettamia vaatimuksia (D 2007/47/EY). Eurooppalaiset standardit ohjaavat vieritestilaitteiden valmistajia noudattamaan eri määritelmiä. FINAS-akkreditointi perustuu Suomessa ko. kansainvälisesti laadittuihin standardien vaatimuksiin. Vieritestaukseen suoraan liittyviä Standardeja ovat SFS-EN ISO 22870:2006 ja SFS-EN ISO 15189:2012, mitkä määrittelevät erityisvaatimukset vieritestausten pätevyydelle ja laadulle. (Kangas 2013, 9; Sinervo 2013, 128.) Labquality Oy on julkaissut Suomessa suosituksen terveydenhuollon vieritestauksesta (Linko 2010, 13), ja se on ohje niille, jotka käyttävät vieritestausta tai ovat vastuussa niiden käytöstä terveydenhuollossa (Ilanne-Parikka ym. 2009, 269).

## 6.2 Vieritestauksen hyödyt ja haitat

Laboratoriotulosten tuottaminen vieritestauksella kasvaa koko ajan. Vieritestausten käyttö tarkoituksenmukaisesti parantaa mahdollisesti potilaan hoitoa nopeilla vastauksilla ja sitä kautta nopeammilla hoitopäätöksillä. Liitettävyyden ja tekniikka vieritesteissä tiedonsiirtojärjestelmiin ovat jatkuvasti paranemassa, joten voidaan olettaa vieritestauksen suosion kasvavan koko ajan lähivuosina (Niemelä 2010, 16–17). Kuitenkin huolimaton vieritesti aiheuttaa riskitekijöitä potilaan hoidossa. Suurena ongelmana voidaan pitää, että lääkäreillä ei välttämättä ole selvyyttä vieritestauksen rajoituksista ja niiden eroavaisuuksista varsinaisiin laboratoriovastauksiin. Yleensäkin epäpätevä henkilökunta, ilman asianmukaista perehdytystä, koulutusta ja pätevyysvaatimusta laskee vieritestauksen luotettavuutta. Vieritestauksen hyöty näkyy selkeinten silloin, kun potilaan kotiutus, hoito tai jatkohoitoaikaan tarve saadaan nopeasti selville. Näin resursseja ja aikaa säästyy hoitoyksikön sekä potilaan kohdalla. (Turpeinen 2009, 12–13.) Vieritestiin liittyvien tarvikkeiden ja kemikaalien yksikköhinta on melkoisen korkea. Testeistä saatava kokonaisyöty on suhteutettava testien kustannukseen ja samalla on myös arvioitava muut toimintaan liittyvät kustannukset. Tällaisia kustannuksia voi taas olla työvoima-, materiaali- ja reagenssikulut. Nämä kulut voivat nousta huomattavasti näytämäärien lisääntyessä. (Niemelä 2010, 16.) Taulukossa 13 on esitelty vieritutkimuksen hyötyjä ja haittoja.

Taulukko 13. Vieritestin mahdollisia etuja, riskejä sekä haittoja (Lehto ym. 2013, 32)

Mahdolliset edut	Potilaalle helpompi
	Lyhyempi tulosten valmistumisaika
	Joustavuus käytännöissä ja suorittamisessa
	Pieni näytemäärä on usein riittävä, näytteenotto ja käsittely ovat helpompia
	Vältytään näytteen säilyttämiseen ja kuljettamiseen liittyviltä virheiltä
	Kustannussäästöt joissakin tapauksissa
	Voi mahdollistaa potilaan tiheämmät seurantamääritykset
	Näytteenoton virheet
Mahdolliset riskit ja haitat	Testin tekemiseen liittyvät virheet, esim. puutteellinen perehdytys ja taidot
	Testin riittämätön tai heikko laatu
	Tulosta ei dokumentoida eikä rekisteröidä
	Jätehuolto-ongelmat
	Korkeat kustannukset
	Tulokseen ei luoteta, mikä voi johtaa ylimääräisiin tutkimuksiin
	Tulos tulkitaan väärin
	Testin tarpeeton käyttö

### 6.3 Vieritestauksen laadunvarmistus

Vieritestaus on suoraan verrattavissa laboratoriodiagnostiikkaan ja siksi myös lainsäädännöllisten velvoitteiden noudattaminen ja laadunhallinnan tulisi koskea myös vieritestausta (Linko 2010, 13). Sisäisen laadunohjauksen avulla henkilökunta itse valvoo toimintaa laboratorion sisällä tulosten luotettavuutta. Laatua ohjataan potilas- ja kontrollinäytteiden avulla. Kontrollinäytteiden avulla vieritestauslaitteen sisäinen laadunohjaus suoritetaan säännöllisin väliajoin ja tuloksia verrataan tukilaboratorion tuloksiin. (Liikanen 2003, 55.) Vuonna 2009 Labquality Oy:n suosituksen mukaan tulisi aina uuden liuska- tai reagenssierän käyttöönoton yhteydessä käyttää kontrollinäytteitä (Ilanne- Parikka ym. 2009, 294–296). Kaikilla vieritestilaitteilla tulee olla laitepäiväkirjan, johon kirjataan laitteen puhdistus, ongelmat käytössä, kontrollitarkastukset ja tehdyt huollot (Kauppinen, Vänskä & Mäkitalo, Tuomi 2007, 26).

Ulkoisella laadunvarmistuksella eli ulkoisella laadunarvioinnilla tarkoitetaan ulkopuolista tahoa, joka tekee testin analyttisen laadun arvioinnin. Ulkopuolinen taho voi samalla myös arvioida testin käyttöön liittyvän toimintajärjestelmän. Organisaatiot, jotka käyttävät vieritestejä, suositellaan osallistuvan ulkoiseen laadunarviointiin ainakin 2–4 kertaa vuodessa. Suomessa ulkoisen laadunvarmistuksen järjestäjänä toimii Labquality Oy. (Liikanen 2003, 57.)

Labquality kuvaa vieritestauksen asiantuntijasuosituksen terveydenhuollossa William Edwards Demingin kehittämän PDCA- mallin mukaan (kuva 8). Se muodostuu sanoista Plan, Do, Check, Act. Tässä vieritestauksen laadunhallinta jaetaan neljään vaiheeseen, jossa laadukasta vieritestausta parannetaan koko ajan. (Ilanne-Parikka ym. 2009, 288; Labquality. 2013.)



Kuva 8. Laadunparantamisen neljä vaihetta (Labquality 2013)

Suunnitteluvaiheessa tutustutaan vieritestaussuosituksiin ja lainsäädäntöön. Tässä vaiheessa suunnitellaan vieritestaus toimintaympäristöön. Toteutusvaiheessa suoritetaan konkreettisesti vieritesti kyseisessä toimintaympäristössä.

Tarkistusvaiheessa testit kontrolloidaan sekä osallistutaan ulkoisiin laadunarviointi menetelmiin. Korjausvaiheessa parannetaan laatujärjestelmää korjaamalla virheet ja parantamalla puutteet. Tarvittaessa järjestetään henkilökunnan uudelleenkoulutus ja perehdytys sekä kehittämisideoiden esille pano. (Ilanne-Parikka ym. 2009, 288; Labquality 2013.)

## 7 TUTKIMUKSEN VIERITESTILAITE

Tässä luvussa käydään läpi ensihoidon yksiköissä käytössä oleva EPOC-verikaasuanalyysaattori sekä tutustutaan kyseisen laitteen toimintaan yleisellä tasolla. Esittelemme myös läpi testiparametrit, joita EPOC-laite näyttää. Laktaatti ja pH on kuvattu jo kappaleessa 2.

### 7.1 EPOC-verianalyysijärjestelmä

Enterprise Point of Care (EPOC®)-verianalyysijärjestelmä perustuu langattomaan vieritestausratkaisuun ja älykorttitekniikkaan. Potilaan tulokset saadaan langattomasti

suoraan laitteeseen ja sähköiseen potilastietojärjestelmään. Järjestelmän käyttäjiltä ja järjestelmänvalvojalta edellytetään Epcalin valtuutetun henkilöstön antamaa koulutusta ennen potilastestien suorittamista. EPOC®-verianalyysijärjestelmä on kannettava verianalyysilaitte, joka koostuu kolmesta eri osasta; EPOC® Reader, EPOC® Host ja EPOC® BGEM -testikortti. EPOC® -verianalyysijärjestelmä on tarkoitettu valtimo-, laskimo- tai kapillaarinäytteestä saadun heparinisoidun tai antikoaguloimattoman veren testausta varten vieritestaus- tai laboratorio-olosuhteissa. (Alere 2013.) Kuvassa 9 nähdään laite kokonaisuudessaan tarkemmin.



Kuva 9. EPOC®-verianalyysijärjestelmä (Alere 2013)

Kuvassa 3 näkyvä EPOC Reader on ladattava akkukäyttöinen kannettava laite, joka lähettää testitulokset EPOC Hostiin langattomasta Bluetooth- yhteydellä. EPOC Reader sisältää sisäisen viivakoodilukijan, korttipaikan EPOC-testikortille laitteen etuosassa ja mittaa testikortin anturien sähköiset signaalit. Verikokeen aikana laite lukee testikortin sekä ilmoittaa merkkivalolla edistymisestä. Readeria voidaan käyttää 15–30 °C:een lämpötilassa. Laiteella on painoa <500 g. Ulkomitat ovat pituus 215 mm, leveys 85 mm ja korkeus 50 mm. (Alere 2013.)

EPOC Host on tiettyyn käyttötarkoitukseen suunniteltu mobiilitietokone, johon on asennettu EPOC Host-ohjelmisto. Tämä laskee EPOC Readerin lähettämät analyytiset arvot ja näyttää myös testitulokset. EPOC Hostilla on langaton yhteys ja helppo integrointi sairaalan verkkoon. Laitteella on painoa 359 g. Ulkomitat ovat pituus 147 mm, leveys 77 mm ja korkeus 27 mm. (Alere 2013.)

EPOC-testikorttiin asetetaan verinäyte siihen kuuluvalla paikalla. Kortti on kertakäyttöinen laite, joka sisältää kalibrointinestettä suljetussa säiliössä. Kortti tuottaa sähköisiä signaaleja suhteessa näytteen analyyttipitoisuuteen. Viivakoodin avulla se tunnistaa korttityypin, sarjanumeron, viimeisen käyttöpäivän ja eränumeron. Myös anturimoduulissa on useita antureita. Kortti säilyy huoneenlämmössä kuusi kuukautta. Testikortin ulkomitat ovat pituus 86 mm, leveys 54 mm ja korkeus 1,4 mm. (Alere 2013.)

## 7.2 EPOC- järjestelmän toiminnan kuvaus

Alussa kirjaudutaan EPOC Host -ohjelmistosovellukseen. Aina kun EPOC Reader ja EPOC Host muodostavat yhteyden, Reader käynnistää kaksitasoisen elektronisen laadunvalvontatestin. Readerin ja Hostin muodostettua langaton yhteys tulee käyttämätön testikortti asettaa Readeriin sen ohjeiden mukaisesti. Readerin sisäisen moottorin käynnistyttyä kalibrointi alkaa ja tämä kestää noin 165 sekuntia. Kortista vapautuu kalibrointinestettä, joka virtaa kortissa olevien anturien kautta. Tämän aikana käyttäjällä on aikaa ottaa potilaalta verinäyte. Suositeltavaa on käyttää 1- 3 ml ruiskua näytteenottoon. testikorttiin menevä verimäärä on vähintään 92 mikrolitraa, mutta suositeltu määrä on vähintään 1,2 ml. Näyte asetetaan testikortille, kun kalibrointi on valmis (Kuva 10). Reader lähettää tiedot Hostiin ja tämä näyttää tulokset laskettuaan ne noin 30 sekunnin kuluessa. Heti näytteenoton jälkeen näytteet on tutkittava heti, jotta tulokset kertoisivat potilaan tilasta mahdollisimman tarkasti. Tulokset voidaan tulostaa paperille erillisellä tulostimella. (Alere 2013)



Kuva 10. Näytteen asettaminen testikortille (Alere 2013)

### 7.3 EPOC-järjestelmän testiparametrit

EPOC-järjestelmä näyttää seuraavat mitattavat testiparametrit; pH- arvo, Hiilidioksidin osapaine ( $p\text{CO}_2$ ), Hapen osapaine ( $p\text{O}_2$ ), Natrium ( $\text{Na}^+$ ), Kalium ( $\text{K}^+$ ), Ionisoitunut kalsium ( $\text{Ca}^{++}$ ), laktaatti (Lac), glukoosi (Glu), hematokriitti (Hct), kreatiniini (Crea) ja kloridi ( $\text{Cl}^-$ ). Laskennalliset parametrit ovat hemoglobiini (cHgb), todellinen bikarbonaatti ( $\text{cHCO}_3^-$ ), kokonaishiilidioksidi (cTCO<sub>2</sub>), solun ulkoisen nesteen emäsyylimäärä (BE(ecf)), veren emäsyylimäärä (BE(b)), happisaturaatio (cSO<sub>2</sub>), arvioitu glomerulusten suodatusnopeus (eGFR), arvioitu glomerulusten suodatusnopeus, afroamerikkalaiset (eGFR-a), anionivaje (AGap) ja anionivaje, K<sup>+</sup> (AGapK). Testiparametreista kreatiniini ja kloridi eivät ole tällä hetkellä saatavilla. Laskennallisista parametreista pois käytössä ovat BE(efc), eGFR, eGFR-a, AGap ja AGapK. (Alere 2013.)

**Natrium** on tärkein solunulkoisen nesteen kati-ioninen elektrolyytti ja se vastaa soluvälinesteen ja plasman tilavuuden säilyttämisestä sekä osmolaliteetista (Penttilä

2004, 156). Natriumin määrä aikuisen elimistössä on noin 4 moolia (90g) ja siitä noin 55-60 % sijaitsee kehon nesteissä dissosioituneena ja loput luustossa. Elimistön nesteiden natrium sijaitsee pääosin solun ulkoisessa nesteessä. (Uotila 2014, 101.) Solun sisällä natriumin määrä on hyvin vähäistä. Ihminen tarvitsee natriumia päivittäin noin 100-140 mmol. (Penttilä 2004, 156.) Natriumin viitealue on 137–145 mmol/l. Hyponatremiassa natriumin saanti on pienempää suhteessa menetykseen. Hyponatremian tärkeimpiä syitä ovat natriumin menetys ruoansulatuskanavan kautta, menetys ihon kautta, menetys munuaisten kautta ja veden retentio. Hypernatremian eli korkean natriumpitoisuuden tärkeimpiä syitä ovat natriumin retentio elimistössä suurempi kuin veden ja tähän voi olla syynä esimerkiksi sydämen tai munuaisten vajaatoiminta. Muita hypernatremian tärkeitä aiheuttajia ovat dehydraatio tai natriumsuolojen liiallinen saanti. (Uotila 2014, 97–102.)

**Kalium** puolestaan on solunsisäinen kationinen elektrolyytti. Kaliumin saanti päivittäin noin 50-100 mmol/l ja sen imeytyminen on melkein täydellistä. Elimistössä on kaliumia noin 3,5 moolia (135g) ja siitä noin 2 % on solunulkoisessa nesteessä. Valtaosa kaliumista on solunsisäisessä nesteessä. Tasapainotilassa suurin osa kaliumista poistuu virtsaan ja vain pieni osa hieken ja ulosteeseen. (Penttilä 2004, 157.) Kaliumin viitealue on 3,3-4,9 mmol/l. Hypokalemian tärkeimpiä syitä ovat Kaliumin menetys ruoansulatuskanavan nesteissä, menetys munuaisten kautta, kaliumin riittämätön saanti, pitkäaikainen nestevajaus ja kaliumpuutos ekstrasellulaaritalassa. Hyperkalemian tärkeimpiä syitä ovat kudonvauriot, kaliumin vähentynyt erityisesti munuaisten vajaatoiminnan takia, kaliumsuolojen liiallinen saanti ja kaliumin siirtyminen ekstrasellulaaritalaan. (Uotila 2014, 97–103.)

**Kalsiumia** on pääasiassa (99 %) luustossa ja loppu elimistön nesteissä. Elimistössä on kalsiumia noin 25 moolia (1000g) ja se on kehon runsain kationi. (Uotila 2014, 103.) Kalsiumilla on myös tärkeä osa solujen aineenvaihdunnassa. (Penttilä 2004, 159.) Kalsium osallistuu mm. hermoimpulssin kulkuun, solun jakautumiseen, hermolihaskiviteetin säätelyyn, lihasten kontraktioon, veren hyytymiseen ja proteiinisynteesiin. Hypokalsemiaan voi liittyä mm. hypoparatyreoosi, D- vitamiinin puute, osteomalasia, uremia ja akuutti haimatulehdus. Hyperkalsemia on harvinaisempi, mutta sitä voi esiintyä akuutin tai kroonisen munuaistenvajaatoiminnan yhteydessä. Kalsiumin (Ca-ion) viitealue on 1,16-1,30 mmol/l. (Uotila 2014, 103.)

Verensokerin eli **glukoosin** määrittäminen verestä on tärkeimmistä diabeteksen diagnosoinnin kriteereistä. Verensokerin viitearvo on 4,0- 6,0 mmol/l. (Penttilä 2004, 123.) Haimasta erittyvä insuliini toimii glukoosin kuljettajana rasvakudokseen varastoitavaksi, maksakudokseen ja lihaskudokseen energiaksi. Hypoglykemia eli veren liian alhainen sokeripitoisuus on vaarallisin sokeritasapainon häiriö. Sen oireita voi olla sekavuus, vapina, kylmähikisyys, takykardia, tajunnantason lasku tai tajuttomuus. Hyperglykemia eli veren suuri glukoosipitoisuus saattaa aiheuttaa myös tajuttomuuden. Sen muita oireita ovat sekavuus, voimattomuus, dehydraatio. Hyperglykemian myötä voi syntyä ketoasidoosi. (Holmström 2013, 476–485.)

**Hematokriitillä** tarkoitetaan punasolupatsaan osuutta koko veripatsaasta eli plasmasta ja soluista. Hematokriitti kulkee käsi kädessä hemoglobiiniitoisuuden kanssa. Hematokriitin selvittäminen on pätevä tapa arvioida hapenkuljetuskapasiteettia veressä, myös voidaan arvioida nestetasapainoa. Miehillä hematokriitin (B-Hkr) viitearvo on 0,39-0,50 % ja naisilla viitearvo on 0,35-0,46 %. (Matinlauri & Vilpo 2014, 249.)

**Hemoglobiini** on proteiini ja se sijaitsee punasolujen sisällä sekä kuljettaa happea kudoksiin (Matinlauri & Vilpo 2014, 249). Hemoglobiini muodostuu hemistä eli punaisesta pigmenttiosasta ja globiinista eli värittömästä proteiiniosasta (Penttilä 2004, 265). Anemia tarkoittaa veren pienentyntä hemoglobiinipitoisuutta. Miehillä hemoglobiinin (B-Hb) viitearvo on 134- 167 g/l ja naisilla viitearvo on 117-155 g/l. (Matinlauri & Vilpo 2014, 249.)

## 8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 8.1 Tutkimusongelmat

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ensihoitajien käyttökokemukset EPOC-laitteen käytöstä ensihoitotehtävissä ja arvioida ensihoitajien tyytyväisyyttä saamastaan koulutuksesta. Tavoitteena oli myös verrata ensihoidon ja sairaalan välisiä verikaasuanalyysituloksia keskenään ja näin tuottaa tietoa vieritestaustulosten tarpeellisuudesta ensihoitoyksiköissä. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää terveydenhuollon yksiköissä vieritestaustoimintaa aloittaessa ja toimintaa kehitettäessä. Tutkimuskysymyksiä oli kaksi.

- 1. Ensihoitajien käyttökokemuksia EPOC- verikaasuanalyysiaattorin käytöstä ensihoitotilanteissa.*
- 2. Onko ensihoidossa potilaalta otettu verikaasuanalyysinäytteen arvot muuttuneet parempaan vai huonompaan suuntaan verrattuna sairaalassa otettuun kontrollinäytteeseen?*

## 8.2 Aineiston kerääminen

Kyselykaavakkeen aineisto kerättiin internetissä Webropol- ohjelmaa käyttäen. Tutkimukseen osallistuville ensihoitajille lähetettiin tutkimuksen yhteydessä saatekirje sähköpostitse, jossa kävi esille, että tutkimus suoritettiin luottamuksellisesti. Webropol- tunnukset tutkijat saivat koululta. Kyselyyn oli aikaa vastata 2 viikkoa, jonka jälkeen kyselylinkki sulkeutui.

Kelan SV-210-sairaankuljetuskertomukset sekä verikaasuanalyysitulokset kerättiin ensihoitokeskuksen toimesta ajanjaksoilta 1.9. - 30.11.2013 ja 1.6. - 30.9.2014 ja toimitettiin hyväksytyllä tutkimusluvalla tutkijoille tarkastelua ja analysointia varten. Aineisto koostui lopulta 50:stä potilaasta ja näistä potilaista 36:lla oli otettu kontrollinäyte sairaalassa. Verikaasuanalyysinäytteiden keräämisessä tutkijoiden suurena apuna toimi ensihoitokeskuksen kenttäjohtaja Jukka Laine. Potilaiden henkilöllisyyttä ei julkaista missään tilanteessa, joten heidän identiteettiään ei voida tietojen perusteella tunnistaa.

Toinen tutkijoista otti yhteyttä Alere Oy Ab:n tuotepäällikkö Petteri Karviseen ja sopi hänen kanssaan tapaamisen 15.10.2014 tässä opinnäytetyössä käytettävän EPOC-järjestelmän esittelyä ja lisämateriaalin antoa varten. Tätä materiaalia tutkijat hyödynsivät tässä opinnäytetyössä.

Verikaasuanalyysiaattorista Päijät-Hämeen laboratoriopalvelujen liikelaitos osastonylikemisti, FT Titta Salopuro saattoi tietoomme, että kaikista laitteella otetuista näytteistä on mahdollista saada tuloste jälkikäteen ja koonti voidaan suorittaa ja taltioida esim. Excel- taulukoiksi. Sairaalassa otettu verikaasunäyte on kirjattu potilaan laboratorio-lehdelle erikoissairaanhoidon Effica- järjestelmään. Muita potilastietoja emme tutkimuksessamme tarkastelleet. Edellä mainitun yhteistyön

tutkijoille mahdollisti ensihoitokeskuksen kenttäjohtaja Juho Riihimäki, joka aluksi selvitti asiaa Titta Salopurolta.

### 8.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen prosessin aikataulu

Molemmissa tutkimuksessa käytettiin kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusta. Hirsjärven et al. (2005, 182) mukaan kyseisestä käyttökokemukseen liittyvästä kyselystä käytetään nimitystä Survey-tutkimus, joka kertoo kyselyn olevan vakioitu eli standardoitu. Tämä tarkoittaa kaikilta kyselyyn osallistuvilta kysytään täsmälleen sama asiasisältö ja samalla tavalla. (Vilka 2005, 73.) Kyselylomake on yleisin määrällisessä tutkimusmenetelmässä käytetty aineiston keräämisen tapa. Siinä toteutuu tutkimustyypille tyypillinen ominaisuus missä vastataan kysymyksiin; mikä, missä, paljonko ja kuinka usein. Lisäksi ilmiön kuvaus tapahtuu numeerisen tiedon pohjalta. Kyselylomaketta käyttämällä tutkija ei voi vaikuttaa omalla olemuksellaan vastauksiin ja kyselyssä on mahdollisuus esittää paljon kysymyksiä pienessä tilassa. Lisäksi kustannus hinta alenee ja ajankäyttö tehostuu. (Valli 2001, 31–32.) Kvantitatiivisessa tutkimuksessa kyselylomake on testattava ennen kenttätöitä. Tässä tutkimuksessa kyselylomaketta ei esitettävä kiireellisen aikataulun vuoksi, mikä on saattanut vaikuttaa tulosten luotettavuuteen. Ensihoitokeskuksen kenttäjohtaja, tutkijoiden työelämän ohjaaja kuitenkin kävi kaavakkeen läpi ennen julkaisua ja hyväksyi sen. Kaikki kyselyyn vastanneet henkilöt olivat ymmärtäneet kaikki kysymykset, joten virhetulkinnoilta vältyttiin. Kvantitatiivinen tutkimus nähdään prosessina vaihe vaiheelta. Kvantitatiivinen tutkimus käsittelee tulosta tilastollisin menetelmin. (Kananen 2008, 10–12.)

Tutkimusmenetelmässä keräsimme kaikilta koulutuksen saaneilta ensihoitajilta heidän mielipiteensä verkkokyselyllä verikaasuanalysointia käyttäen ensihoidossa. Kyselylomakkeen kysymykset olivat strukturoituja, puolistrukturoituja sekä avoimia kysymyksiä. Kysymykset olivat Likert-asteikollisia ja niiden mukaan vastaajan tuli valita asteikolta parhaiten omaa mielipidettä vastaava vaihtoehto. (Heikkilä 2008, 17, 53.) Likertin asteikko on Osgoodin oheella yksi yleisimmin käytetyistä asenneasteikoista. Sähköinen kysely toteutettiin Webropol-sovellusta käyttäen ja kyselyn vastausaineisto oli suoraan tutkijoiden käytettävissä tilasto-ohjelmalla analysointivaiheessa. Etuna tässä oli se, että virhelähteet vähenevät sähköisen kyselyn avulla verrattuna käsin tallennettuun. Myös vastausten saaminen on nopeampaa.

(Heikkilä 2004, 18, 69; Berndston & Lounasmaa, 2004, 2) Kyselylomakkeen huonoja puolia ovat uusintakyselyt niiden aikaa ja vaivaa vievän vaikutuksen vuoksi. Kyselyissä voi ongelmaksi muodostua myös se, että vastaaja ei voi itse vaikuttaa vastausjärjestykseen. Tällöin vastaaja saattaa tutustua ennalta myöhempiin kysymyksiin ja tällä voi olla vaikutuksia vastaukseen. Väärinymmärryksen mahdollisuus on myös olemassa, koska vastaajia ei vastaustilanteessa voida informoida tai varmistua, että oikea henkilö on itse vastannut kysymykseen. Tutkijan työtä vaikeuttaa myös se, että vastaajat valitsevat esimerkiksi useamman vaihtoehdon tai jättävät vastaamatta osaan kysymyksistä. (Valli 2001, 31–32.) Kyselylomakkeen kysymykset voidaan asettaa eri tavoin käyttämällä avoimia monivalinta- ja asteikollisia kysymyksiä. Mielipidetutkimuksissa vastaaja ottaa kantaa erityyppisiin vaihtoehtoihin. Kysymysten etuna on, että vastaajalta saadaan paljon informaatiota pienessä tilassa. Mielipidetutkimuksen huonona puolena nähdään se, että ei tule selvästi esille kuinka suuren painoarvon vastaaja antaa kullekin kohteelle. (Heikkilä 2004, 50–52.)

#### 8.4 Sisällönanalyysi

Analysoidessaan kyselykaavakkeiden avointen kysymysten vastauksia tutkijat sovelsivat sisällönanalyysiä. Sisällönanalyysiä käytetään, kun halutaan aineisto, eli tässä tapauksessa avointen kysymysten vastaukset mahdollisimman tiiviiseen ja selkeään muotoon, mutta kuitenkin säilyttämään sisällön oleellinen sanoma ja tieto. Vastausten käsittelyn pohjana oli looginen tulkinta ja päättely. Sisällönanalyysillä aineistosta poimittiin pääseikkoja ja siitä pyrittiin saamaan selkeää, mielekästä ja yhtenäistä tietoa. Aineisto pilkottiin osiin, jonka jälkeen se koottiin uudestaan johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi. Tutkijat kirjoittivat kaikki avointen kysymysten vastaukset ylös erillisille papereille, joista alkoi ryhmittely. Ryhmittelyjen laajuus riippui ihan aineiston vastausten laajuudesta. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 108.) Avoimissa kysymyksissä tutkijat yhdistivät samaa tarkoittavat ilmaisut yhteen kategoriaan ja näin tutkijat itse tulkitsivat, mitkä asiat kuuluvat mihinkin kategoriaan. Tämä voi aiheuttaa tulosten vääristymistä, jos vastaaja ei ajattelekaan, kuten tutkijat olettivat. (Vilka 2005, 161.)

Tutkijat käyttivät avointen kysymysten analysoinnissa aineistolähtöistä analyysiä. Siinä aineistosta pyritään tekemään teoreettinen kokonaisuus. (Tuomi & Sarajärvi

2009, 95.) Miles ja Huberman (1994) kuvaavat aineistolähtöistä analyysiä kolmivaiheiseksi prosessiksi: aineiston pelkistäminen eli redisointi, aineiston ryhmittely eli klusterointi ja teoreettisten käsitteiden luominen eli abstrahointi. Aineiston redusointi vaiheessa analysoitavat vastaukset pelkistettiin siten, että siitä karsittiin epäolennainen pois ja informaatioita tiivistettiin ja pilkottiin osiin. Informaatio listattiin peräkkäin eri konsepteille. Aineiston klusterointi vaiheessa tutkijat etsivät vastauksista samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia kuvaavia asioita. Samaa tarkoittavat asiat ryhmiteltiin ja yhdistettiin samaan alaluokkaan sekä nimettiin sisällön mukaisesti. Luokitteluyksikkönä toimi käsitys, piirre tai ominaisuus. Alaluokat luotiin yläluokkien alle ja yläluokat yhdistettiin pääluokiksi. Tämän jälkeen luotiin vielä ryhmittelyä yhdistävä luokka. Aineiston abstrahointi vaiheessa aineistosta erotettiin olennainen tieto ja valikoidun tiedon perusteella tutkijat muodostivat teoreettisia käsitteitä. Tässä vaiheessa jatkettiin yhdistämällä luokituksia, niin kauan kun se oli sisällön mukaan mahdollista. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 109 – 111.)

Tutkimustuloksissa tutkijat yhdistivät kyselykaavakkeen (liite 2) kysymyksen 6 ja 7 yhteen kategoriaan sekä kysymyksen 9, 10 ja 11 yhteen kategoriaan. Kysymys 12 ja 13 liitettiin myös saman otsikon alle sekä kysymys 14 ja 15 samalla tavalla. Lopuksi vielä kysymys 17 ja 18 yhdistettiin samaan luokkaan tulosten selkeyden vuoksi. Aineistolähtöinen sisällönanalyysi perustuu päättelyyn ja tulkintaan sekä käsitteitä yhdistetään, ja sitä kautta saadaan vastaukset tutkimustehtävään. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 112.)

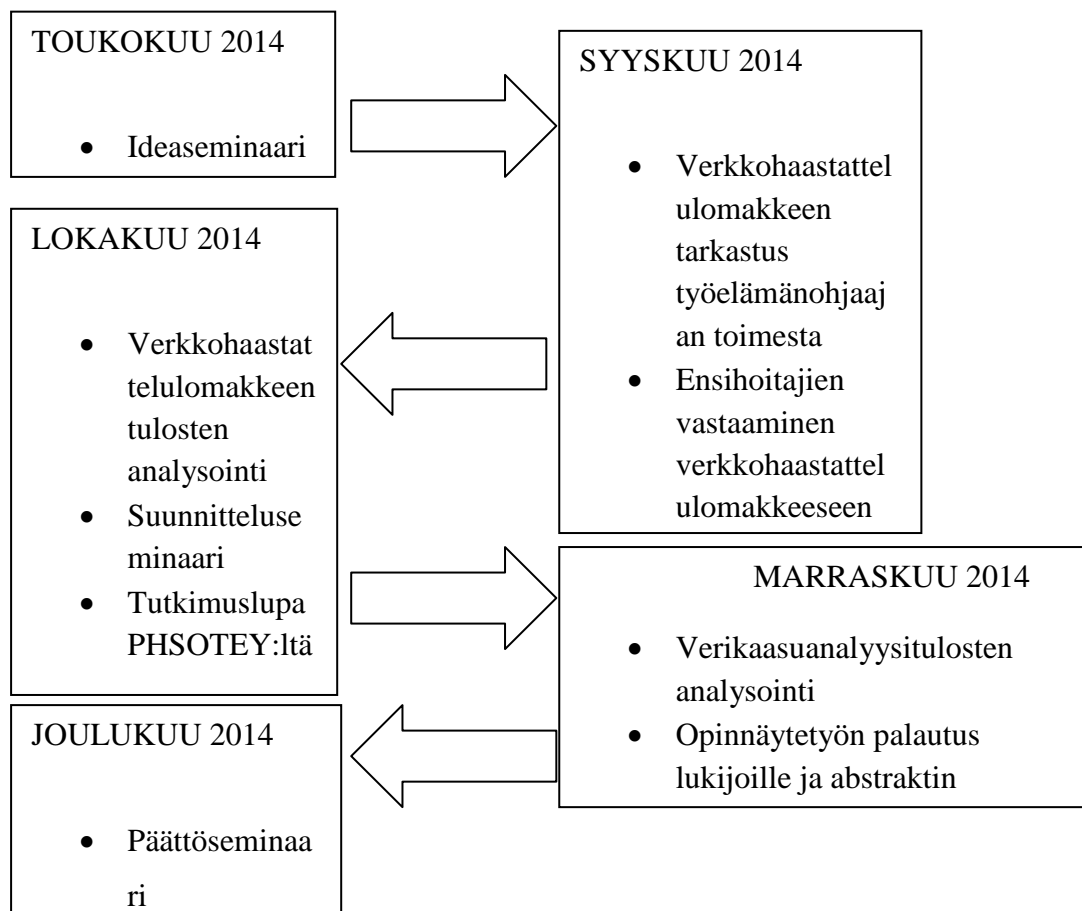
Vertailimme myös kentällä otettua verikaasuanalyysiä sairaalassa otettuun kontrollinäytteeseen, joten tarkastelu tapahtui myös kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen kannalta. Kvantitatiivinen tutkimus perustuu prosenttiosuuksiin ja lukumääriin sekä voidaan selvittää asioiden välisiä riippuvuussuhteita ja muutoksia. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa eteneminen tapahtuu teoriasta käytäntöön. (Vilka 2007, 25–26; Heikkilä 2005, 16.) Kyseessä on otantatutkimus. Otantatutkimusta käytetään, kun perusjoukko on suuri tai sen tutkiminen olisi kallista ja aikaa vievää. Otantatutkimusta käytetään myös silloin, kun tutkimustulos halutaan selvittää nopeasti tai tutkiminen on monimutkaista. Jotta tulokset olivat luotettavia, tulee otoksen olla edustava pienoiskuva perusjoukosta. Tutkimuksessa olennaista on satunnaistaminen. Yksilöiden tulee määräytyä sattumanvaraisesti, jotta otantavirheiltä vältyttäisiin.

Kvantitatiivisen tutkimuksen tarkoituksena on selvittää määriä ja seurauksia. (Heikkilä 2004, 33; Kananen 2008, 51.)

SV-210-sairaankuljetuskertomus on virallinen potilasasiakirja, ja ensihoito täyttää sen aina riippumatta siitä, johtaako kohtaaminen potilaan kanssa kuljetukseen vai ei. Mikäli potilas toimitetaan ensihoidon toimesta sairaalahoitoon, siirtyy SV-210-sairaankuljetuskertomus potilaan mukana sairaalaan ja tätä kautta se arkistoidaan potilaspapereihin. Näitä SV-210-sairaankuljetuskertomuksia tutkijat käyttivät apunaan tiedonkeruuvälineenä analysoidessaan verikaasuanalyysi arvoja. Menneen tiedon tutkimusta kutsutaan myös retrospektiiviseksi tutkimukseksi. (Kananen 2012, 94.)

Tutkijat pyrkivät mahdollisimman selkeään, tiiviiseen ja kattavaan tulosteraportointiin. Tulosten yhteenvedossa tutkijat vastasivat tutkimuskysymyksiin. Tuloksista piirrettiin ympyrä- ja pylväsdiagrammeja Excel- taulukkolaskentaohjelmaa käyttäen.

Kuvassa 11 nähdään opinnäytetyö prosessin eteneminen.



Kuva 11. Prosessi opinnäytetyön etenemisestä

## 9 TUTKIMUSTULOKSET ENSIHOITAJIEN KÄYTTÖKOKEMUKSISTA EPOC-VERIKAASUANALYSAATTORIN KÄYTÖSTÄ ENSIHOITOTILANTEISSA

### 9.1 Tutkimuksen taustatiedot

Otoksen 39 ensihoitajasta 30 vastasi verkkokyselyyn internetissä. Heistä 26 oli miehiä ja 4 naisia. Heistä kaikki kyselyyn vastanneet toimivat VATI- yksiköissä vaativan hoitotason ensihoitajina ja he ovat saaneet ensihoitokeskuksen järjestämän toimipaikkakoulutuksen EPOC- verikaasuanalysaattorin käytöstä ja arterianäytteen otosta. Vastausprosentiksi muodostui 76,9 %. Vastajille lähetettiin 12.9.2014 sähköposti, joka sisälsi saatekirjeen tutkimuksesta sekä linkin Webropol-kyselykaavakkeeseen. Vastausaikaa annettiin 30.9.2014 asti, jolloin kyselykaavakkeen linkki suljettiin. Yhtään kyselykaavaketta ei tutkimuksessa jouduttu hylkäämään.

Kyselykaavakkeista analysoitiin tutkimuskysymyksiä Webropol- ohjelmiston frekvenssi- ja prosenttijakautumien sekä keskiarvojen avulla. Tutkimustuloksia esitetään myös taulukoiden avulla. Avoimet kysymykset lajiteltiin kokonaisuuksiin ja ne esitetään tutkimustuloksissa lukuarvoina sekä lainauksin.

Lähes puolet vastaajista (46,7 %) oli iältään 31 -35-vuotiaita. yli 35-vuotiaita oli 40 % ja alle 30-vuotiaita 13,3 %. 53,4 % vastaajista oli koulutukseltaan Sairaanhoidaja AMK ja opistotason sairaanhoidajia. Ensihoitaja koulutuksen (AMK) saaneita oli vastanneista 40 %. Ylemmän AMK:n tai yliopistotutkinnon suorittaneita olivat loput 13,4 %. Työkokemus ensihoidosta kyselyyn vastanneilla ensihoitajilla oli keskimäärin 10,6 työvuotta.

Puolet kyselyyn vastanneista (50 %) oli ottanut potilaalta valtimoverinäytteen kuluneen vuoden aikana 1–5 kertaa. Toiseksi eniten näytteitä oli otettu 6-10 kertaa (30 %) ja yli 10 näytettä vuoden aikana oli ottanut ainoastaan n. 20 % vastanneista.

### 9.2 Käyttökokemukset näytteenotosta

Kyselyssä selvitettiin, mitkä tekijät tai olosuhteet vaikuttivat valtimoverinäytteen punktion onnistumiseen ja epäonnistumiseen. Suurin osa vastaajista piti punktion onnistumisen kannalta tärkeänä rannepulssin riittävää tuntumista ranteesta. Seuraavaksi tärkeimpänä vastaajat pitivät olosuhteiden optimoimista, kuten riittävää

valaistusta ja oikeaa lämpötilaa, kiireetöntä näytteenottoilannetta, ergonomista työskentelyasentoa, riittävää esivalmistelua sekä teknisiä näytteenottovalmiuksia.

Punktion epäonnistumiseen vastaajien mielestä vaikuttivat eniten potilaan epävakaata hemodynamiikka ja riittämätön rannepulssin tuntumattomuus palpoidessa. Muita punktion epäonnistumiseen vaikuttavia tekijöitä olivat: potilaan ja ympäristön puutteellinen esivalmistelu (valaistus, lämpötila, asento, kiire, potilaan informoiminen, laitteen tekniset ongelmat). Lisäksi punktiota vaikeuttavaksi tekijäksi koettiin potilaan anatomiset eroavaisuudet esim. obesiteetti, lisäksi ei ko-opeeroiva tai sekava potilas koettiin näytettä hankaloittavana tekijänä. Muutama vastaajista mainitsi myös näytteenottovaikeuden liikkuvassa ambulanssissa.

Suurin osa vastaajista (86,7 %) ei kokenut verikaasuanalyysin hidastavan potilaan muita hoitotoimenpiteitä tai hoitoon pääsyä kentällä. Loput (13,3 %) kokivat prosessin hidastavan potilaan muuta hoitoa ja viivästyttävän sairaalaan lähtöä.

### 9.3 Ensihoitajien tyytyväisyys EPOC- verikaasuanalyysiaattorin käytöstä ensihoitotilanteissa

Enemmistö kyselyyn vastanneista ensihoitajista (80,7 %) olivat EPOC- verikaasuanalyysiaattorin kokoon joko jokseenkin tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä. 9,7 % osoitti neutraalikannan asiaan. Loput vastaajista olivat jokseenkin tyytymättömiä tai erittäin tyytymättömiä.

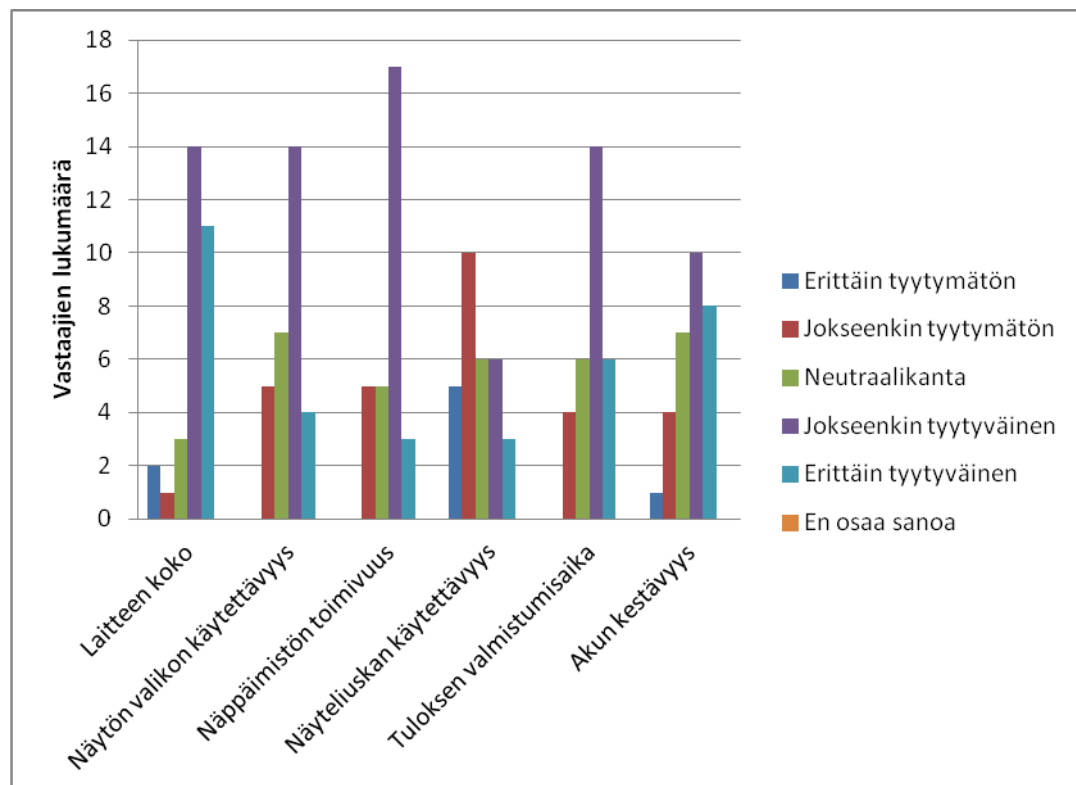
Hieman yli puolet ensihoitajista (60 %) olivat EPOC- verikaasuanalyysiaattorin näytön valikon käytettävyyteen joko jokseenkin tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä. Loput 40 % vastaajista ilmoitti neutraalikannan tai jokseenkin tyytymättömyyden asiaan.

66,7 % ensihoitajista oli EPOC- verikaasuanalyysiaattorin näppäimistön toimivuuteen joko jokseenkin tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä. Loput vastaajista jakautuivat neutraalikantaan ja jokseenkin tyytymättömyyteen tasaisesti.

Tasan puolet vastaajista (50 %) oli EPOC- verikaasuanalyysiaattorin näyteliuskan eli testikortin käytettävyyteen joko jokseenkin tyytymättömiä tai erittäin tyytymättömiä. Neutraalikannalle päätyi 20 % vastaajista. Loput 30 % ensihoitajista oli näyteliuskaan joko jokseenkin tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä.

Yli puolet ensihoitajista (66,7 %) olivat näytteen tuloksen valmistusaikaan joko jokseenkin tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä. 20 % esitti neutraalikannan. Loput 13,3 % olivat jokseenkin tyytymättömiä valmistumisaikaan

Hieman yli puolet ensihoitajista (60 %) olivat EPOC- verikaasuanalysointilaitteen akun kapasiteettiin joko jokseenkin tyytyväisiä tai erittäin tyytyväisiä. Neutraalikannan valitsi 23,3 % vastaajista. Vastaajista 16,6 % olivat joko jokseenkin tyytymättömiä tai erittäin tyytymättömiä. Kuvassa 12 näkyy vielä edellä mainitut tulokset pylväsdiagrammissa.



Kuva 12. Ensihoitajien mielipide EPOC- verikaasuanalysointilaitteen käytöstä. Pystyakseli kuvaa vastaajien lukumäärää (n=30)

#### 9.4 Ensihoitajien mielipide EPOC- laitteen toimivuudesta ja kehittämisestä

Kyselyssä selvitettiin, että vaikuttavatko ulkoiset tekijät tai olosuhteet EPOC- verikaasuanalysointilaitteen toimivuuteen. Vastanneista ensihoitajista 60 % oli sitä mieltä, että edellä mainitut asiat vaikuttavat EPOC- laitteen toimivuuteen ja 40 % ensihoitajista oli sitä mieltä, että eivät vaikuta. Kyselyssä myös selvitettiin pitäisikö EPOC- verikaasuanalysointilaitetta kehittää mitenkään. Enemmistö (83,3 %) ensihoitajista

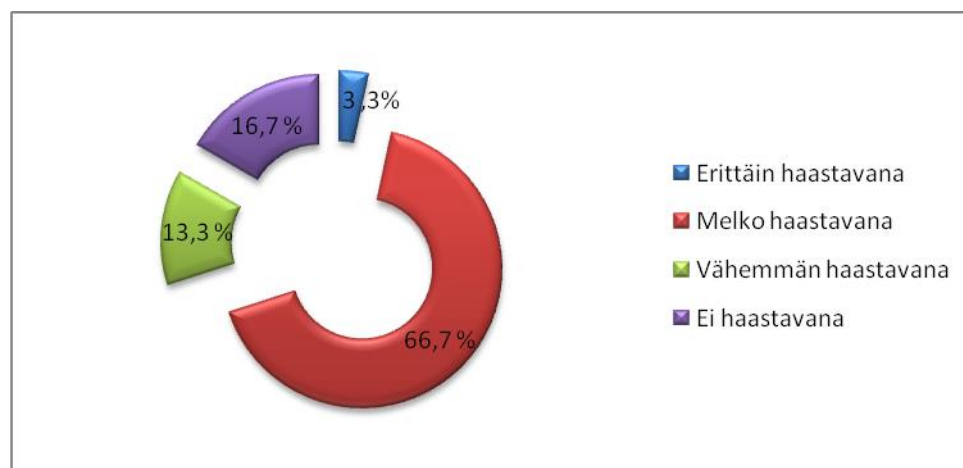
vastasi, että kyseistä laitetta pitäisi kehittää, ja taas loput vastaajista olivat sitä mieltä, että laitetta ei tarvitse kehittää.

Ensihoitajat, jotka kuvasivat ulkoisten tekijöiden tai olosuhteiden vaikuttavan EPOC-verikaasuanalysointilaitteen toimintaan (60 %), niin näistä lähes kaikki kuvasivat lämpötilan vaikuttavan EPOC-verikaasuanalysointilaitteen toimivuuteen. Jos laite joutuu liian viileään tai liian lämpimään, niin se ei toimi kunnolla. Muutamien vastaajien mukaan helteillä laite ei suostunut tekemään testejä. Yhdessä tapauksessa laitetta jouduttiin viilentämään ambulanssin ilmastoinnin alla, että laite rupesi taas toimimaan asianmukaisesti. Myös riittävä näytemäärä mainittiin.

Suurin osa ensihoitajista (83,3 %) kommentoi testikortin toimintaa. Ongelmana oli veren kulkeutuminen testikortista laitteen sisälle. Suurin osa kuitenkin kommentoi puutteista liittyen testikorttiin ja laitteeseen. Näitä asioita olivat mm. testikorttien nopea vanhentuminen, lisäkomponentteja testikorttiin, testikorttien laadun parantaminen (mm. häiriöherkkyyden parantaminen), laitteen käyttö liian kylmässä tai lämpimässä, tiedonsiirtomahdollisuus potilastietojärjestelmään, laitteen toiminnan yksinkertaistaminen, tulostin samassa laitteessa.

### 9.5 Verikaasuanalyysi arvojen tulkinnan haastavuus ensihoidossa

Yli puolet (66,7 %) kyselyyn vastanneista piti verikaasuanalyysin arvojen tulkintaa melko haastavana. Vähemmän tai ei haastavana tulkintaa piti 30 % vastaajista. Ainoastaan yksi vastaaja piti verikaasuanalyysin arvojen tulkintaa erittäin haastavana. Kuvassa 13 nähdään tulokset tarkemmin ympyrädiagrammissa.

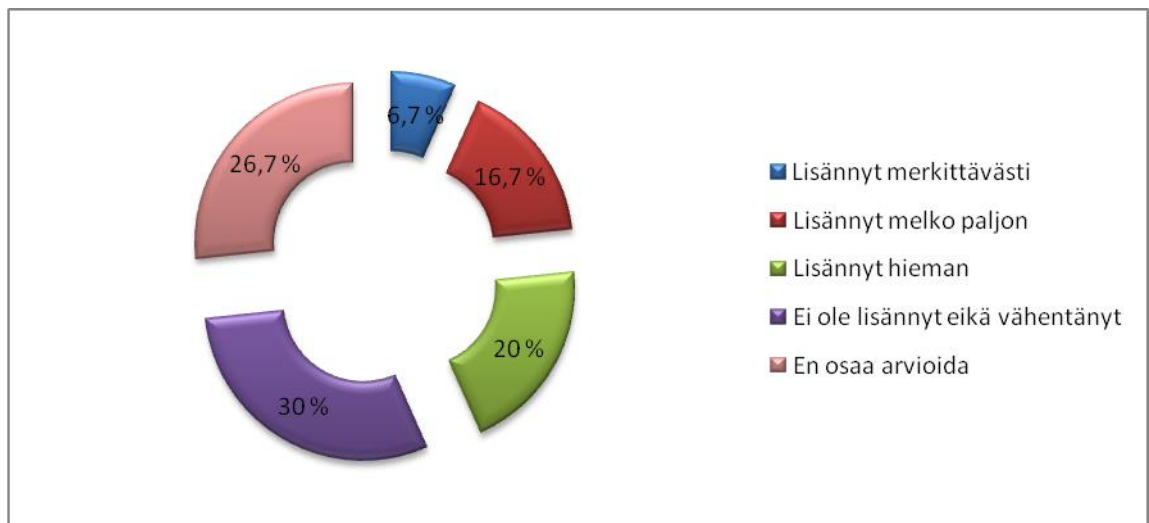


Kuva 13. Ensihoitajien arvio verikaasuanalyysin arvojen tulkinnasta (n=30)

Kysyttäessä ensihoitajilta, pitivätkö he verikaasuanalyysin arvojen tulkintaan saamaansa koulutusta riittävänä, 56,7 % piti koulutusta riittävänä ja 43,3 % piti koulutusta riittämättömänä, heistä lähes kaikki toivoivat säännöllistä kertausta ja lisäkoulutusta asian tiimoilta. Lisäksi vähäinen suoriteluku ei kasvata rutiinia näytteenottoon ja arvojen tulkintaan. Kaikki vastaajat (100 %) pitivät EPOC-verikaasuanalyysaattorilla saatuja verikaasuanalyysin arvoja luotettavana.

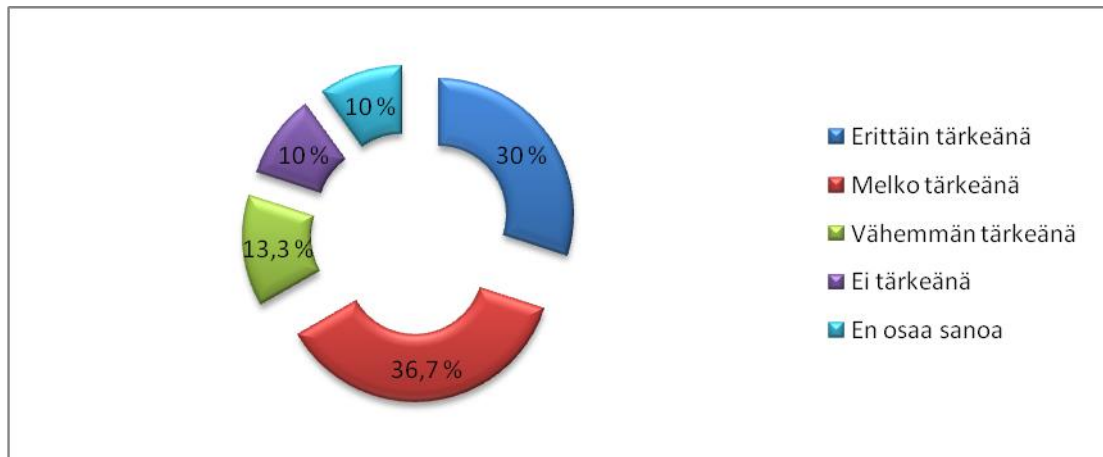
#### 9.6 Ensihoitajien saama palaute verikaasuanalyysaattorin käytöstä sairaalan ulkopuolella

Yli puolet vastaajista (56,7 %) ilmoitti, ettei verikaasuanalyysaattorin käyttö ole lisännyt eikä vähentänyt potilastyytyväisyyttä ensihoitotilanteissa tai eivät osanneet arvioida. 23,4 % vastaajista oli sitä mieltä, että potilastyytyväisyys olisi parantunut melko paljon tai merkittävästi. 20 % vastaajista koki, että potilastyytyväisyys olisi lisääntynyt hieman verikaasuanalyysaattoria käytettäessä. Kuvassa 14 nähdään tulokset tarkemmin ympyrädiagrammissa.



Kuva 14. Ensihoitajien arvio potilastyytyväisyydestä (n=30)

Ensihoidon konsultoimat sekä potilasta vastaanottaneet lääkärit olivat ensihoitajien enemmistön (66,7 %) mielestä pitäneet ensihoidon ottamaan verikaasuanalyysiä melko tai erittäin tärkeänä. Lääkäreiden kannalta vähemmän tärkeänä tai ei tärkeänä ensihoidon ottamaa verikaasuanalyysiä pitivät 23,3 % vastaajista. Loput 10 % eivät osanneet ottaa arvioida asiaa. Tämä nähdään tarkemmin taulukossa 15.



Kuva 15. Ensihoitajien arvio konsultoitavien ja vastaanottavien lääkärin mielipiteestä ensihoidon tekemästä verikaasuanalyysistä (n=30)

### 9.7 EPOC- verikaasuanalysointilaitteen käyttöä ensihoidon tulevaisuudessa ja sen kehityskohteita

Suurin osa vastaajista (83,3 %) näki EPOC- verikaasuanalysointilaitteen ominaisuuksien hyödyntämisen ensihoidossa muun kaltaisissa tutkimuksissa ja tehtävissä. Loput 16,7 % eivät nähneet käyttö- ja kehityskohteita laitteelle ensihoidossa.

EPOC- verikaasuanalysointilaitteen hyödyntäminen nähtiin esimerkiksi laskimonäytteen ottamisesta potilaalta, jolloin voitaisiin selvittää elektrolyytit ja hemoglobiini ns. pieni verenkuvasta. Laskimonäytteenotto koettiin jopa helpompana toimenpiteenä valtimopunktion verrattuna. Lisäksi ensihoito voisi tarjota laboratoriotukipalveluita, silloin kun varsinaiset terveyskeskusten laboratoriot ovat kiinni tai välimatka hoitopaikkaan on pitkä. Lisäksi laitteen käyttöominaisuuksia voitaisiin laajentaa epäselvissä potilastilanteissa ensihoidossa. Kehityskohteena mainittiin lisäkomponenttien saaminen testikortille (esim. Krea, CRP, TnI, INR).

EPOC- verikaasuanalysointilaitteen käytölle vastaajat (83,3 %) näkivät melko paljon tai erittäin paljon tarvetta tulevaisuudessa Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin alueella. 13,3 % vastaajista piti tarvetta melko vähäisenä tai tarpeettomana PHSOTEY:n ensihoidossa. Yksi vastaajista ei osannut sanoa käyttötarvetta.

## 10 TUTKIMUSTULOKSET VERIKAASUANALYYSIEN VERTAILUISTA

Tässä tutkimuksessa käsitellään ensihoitotilanteessa otettuja EPOC-verikaasuanalysaattorin näytteitä ja tarkastelemme, onko potilaskohtaisesti valittu hoitolinja parantanut vai huonontanut potilaan sairaalassa otetun kontrollinäytteen arvoja.

### 10.1 Tutkimuksen tausta

Tutkimuksen potilasotanta kerättiin ensihoitokeskuksen toimesta ajalla 31.7. - 31.10.2013 ja 1.6.- 30.9.2014 (N=50) johon valikoitui sattumanvaraisesti 26 miestä ja 24 naista. Ikäjakauma potilaiden välillä vaihteli 19 – 92 ikävuoden välillä. Suurin osa tutkimuksen potilaista oli iältään 61 – 70-vuotiaita.

Ylivoimaisesti suurin indikaatio verikaasuanalysaattorin käyttämiseksi potilailla oli hengitysvajaus (36 %), seuraavaksi suurin indikaatio oli tajuttomuus tai tajunnantason häiriöt (30 %) sekä muita indikaatioita olivat intoksikaatio (6 %), elvytyksen jälkeisiä (resuskitaatio) (6 %), sepsis (4 %), ketoasidoosi (4 %) ja muut syyt (kouristelu ja yleistilanlasku) 14 %. Tutkimuksessa havaittiin, että tajunnantason häiriöt ja tajuttomuudet saattoivat olla seurausta jo muista edellä mainituista syistä.

Ensihoidon ylilääkäri Timo Jaman asettaman toimintaohjeen perusteella EPOC-verikaasuanalysaattoria oli käytetty 46 % potilaista. Lääkärin konsultaation perusteella näytteitä oli otettu 44 % potilaista. Muista syistä otettuja näytteitä 10 %. Valtimoverinäytteitä potilasta oli otettu 96 % ja laskimoverinäytteitä 4 %.

Ensihoitajien päätöksen tekoa hoitolinjan valinnassa ohjasi potilaan kliinisen kuvan perusteella tehty työdiagnoosi, otetun verikaasuanalyysin tulokset ja konsultaation perusteella saadut hoito-ohjeet. Happilisähoitoa, johon kuului lisähapen annostelu happiviiksillä, happimaskilla, venturimaskilla, inhaloitavia lääkkeitä annostelevalla maskilla ja varaajamaskilla toteutettiin 56 % potilaista. Noninvasiivista hoitoa toteutettiin 22 % potilaista, joka käsittää CPAP- ja NIV- hoidon. Invasiiviseen hoitoon päätyi 20 % potilaista, joka käsitti kajoavan hengitystien turvaamisen intubaatiolla tai vaihtoehtoisia ilmatievälineitä käyttämällä esimerkiksi IGel:iä ja LT-D:tä. Muihin potilasta koskeviin hoitoihin tutkijat eivät ole tässä tutkimuksessa ottaneet kantaa. Nestelinja laskimonsisäisesti oli avattu 94 %:lle potilaista. Nenänieluputkea tai

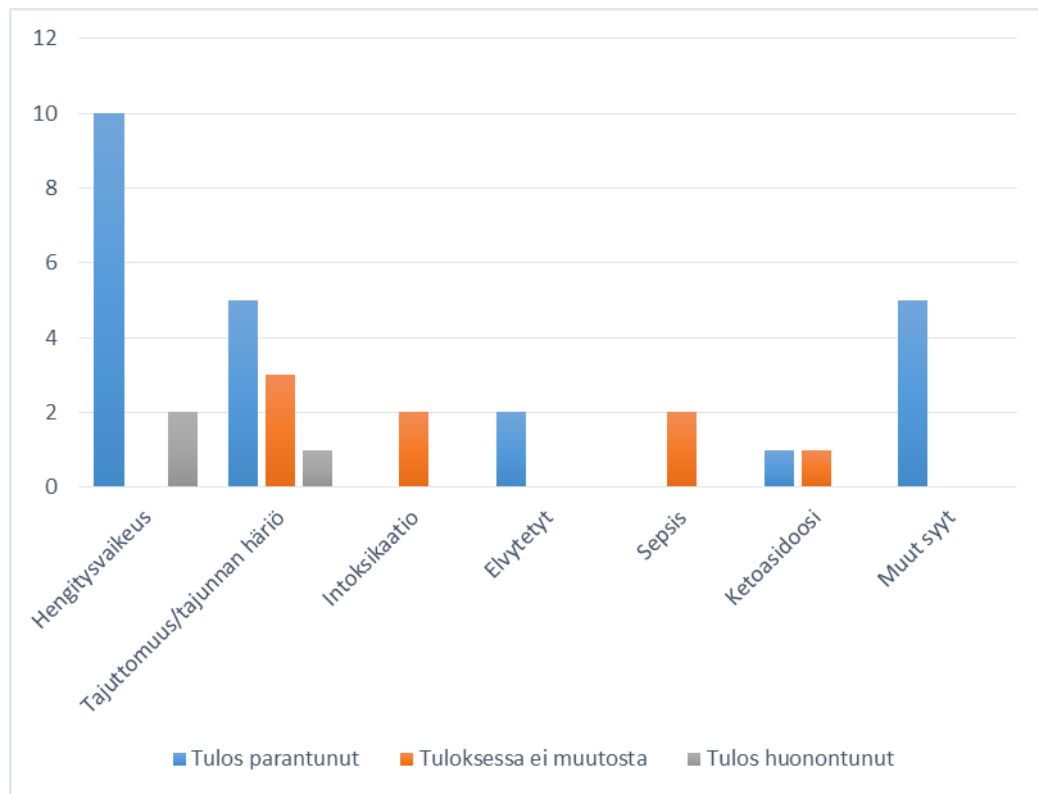
nieluputkea oli käytetty 20 %:lla ja maskiventilaatiota 8 %:lla. Muita ensihoitajien kirjaamia hoitomuotoja olivat asentohoito, kipulääke, sedaatio, pahoinvointilääke, inotrooppi, vasoaktiivit, inhaloitavat lääkkeet ja muu konsultaation mukainen lääkehoito. 2 %:lla potilaista ei ollut valittu mitään hoitolinjaa kuljetuksen lisäksi. Sairaalassa otettuja verikaasuanalyysi kontrollinäytteitä oli otettu 34 potilaalta ja 16 potilaalta kontrollinäytettä ei ollut otettu.

## 10.2 Tutkimustulokset

Ensihoidossa ajanjaksoilla 31.7. - 31.10.2013 ja 1.6. - 30.9.2014 otettuja verikaasuanalyysinäytteitä oli yhteensä 50 ja näistä 34 potilaalla (68 %) oli otettu kontrollinäyte sairaalassa. Näistä 34 potilaasta kaikilta näyte oli otettu valtimopuolelta sairaalassa. Ensihoidossa yhdeltä potilaalta näyte oli otettu laskimopuolelta, kaikilta muilta valtimopuolelta. Potilaista 12 (35 %) oli hengitysvaikeus, 9 (26 %) oli tajuttomuus tai tajunnan häiriö, 2 (6 %) oli intoksikaatio, 2 (6 %) oli elvytettyjä, 2 (6 %) oli sepsis, ketoasidoosi-potilaita oli 2 (6 %) ja 5 (14 %) potilaista muita syitä eli kouristelu ja yleistilanlasku.

Hengitysvaikeuspotilaista 10 verikaasuanalyysitulokset olivat parantuneet ja 2 huonontuneet ensihoidossa otetusta näytteestä sairaalan kontrollinäytteeseen. Tajuttomuuksista tai tajunnanhäiriöistä 5 verikaasuanalyysitulokset olivat parantuneet, 3 ei ollut muutosta ja 1:llä oli huonontunut tulos. Intoksikaatio- potilaista 2 ei ollut muutoksia tuloksissa. Elvytetyistä potilaista 2 oli parantuneet tulokset. Sepsis potilaista 2 ei ollut tuloksessa muutosta. Ketoasidoosi potilailla 1 oli parantuneet tulokset kun taas 1 tuloksissa ei ollut muutosta. Muissa syissä kaikilla 5 oli parantuneet tulokset. Yhteensä 23 potilaalla näyte oli parantunut sairaalan kontrollinäytteessä.

Yli puolet (67,6 %) verikaasuanalyysituloksista olivat parantuneet ensihoitotilanteessa otetusta näytteestä sairaalan kontrollinäytteeseen. Verikaasuanalyysitulokset olivat parantuneet eniten hengitysvaikeuspotilailla (29,4 %, laskettuna kaikista 34 potilaasta). Kuvassa 16 tulokset näkyvät koottuna.



Kuva 16. Tulokset verikaasuanalyysitulosten vertailusta frekvenssein (n=34)

## 11 TUTKIMUSTULOSTEN YHTEENVETO

Ensihoitajien käyttökokemuksia tutkiessa tutkijat selvittivät kyselylomakkeen avulla näytteenottoon liittyviä seikkoja sekä EPOC- verikaasuanalysaattorin käyttöominaisuuksia ja kehityskohteita.

Ensihoitajat vastasivat kokemustensa perusteella mitkä seikat vaikuttivat valtimoverinäytteen onnistumiseen tai epäonnistumiseen. *Onnistumiseen* vaikuttivat potilaan rannepulssin riittävä tuntuminen, lämpötila, valaistus, kiireetön tilanne ja ergonomia. *Epäonnistumiseen* vaikuttivat rannepulssin tuntumattomuus, anatomiset erot, lämpötila, valaistus, kiire ja yhteistyökyvytön potilas.

Ensihoitajista 86,7 % sitä mieltä, että näytteenotto ei hidasta potilaan muuta hoitoa. EPOC- laitteen ominaisuuksiin oltiin suurimmaksi osaksi jokseenkin tyytyväisiä, suurin kritisoinnin kohde oli kuitenkin näyteliuskan eli testikortin käytettävyys. 83,3 % ensihoitajista oli sitä mieltä, että EPOC- laitetta pitäisi kehittää. Kehityskohteita ensihoitajien mielestä olivat mm. testikortin ongelmat, laitteen toimivuus eri lämpötiloissa.

Yli puolet (66,7 %) vastaajista piti verikaasuanalyysin arvojen tulkintaa melko haastavana. Hieman yli puolet (56,7 %) pitivät saamaansa koulutusta riittävänä arvojen tulkintaan, loput taas toivoivat lisäkoulutusta/säännöllistä kertausta. Kaikki (100 %) pitivät EPOC- verikaasuanalyysiaattorin antamia arvoja luotettavina. 56,7 % vastaajista oli sitä mieltä, että potilastyytyvyisyys ei ole lisääntynyt tai vähentynyt/tai ei ole osanneet arvioida tätä.

Ensihoidon konsultoimat sekä potilasta vastaanottaneet lääkärit olivat ensihoitajien enemmistön (66,7 %) mielestä pitäneet ensihoidon ottamaan verikaasuanalyysiä melko tai erittäin tärkeänä. Ensihoitajista (83,3 %) näki, että EPOC- laitetta voisi hyödyntää muissakin tehtävissä alkuperäisen lisäksi. Näitä olivat mm. laboratoriotukipalvelut (laskimonäyte) ja päivystyksellisen tilan arvioinnin tukena. EPOC- verikaasuanalyysiaattorin käytölle (83,3 %) nähtiin melko paljon tai erittäin paljon tarvetta tulevaisuudessa Päijät-Hämeen alueella.

EPOC- verikaasuanalyysiaattorilla otettuja näytteitä verrattiin sairaalassa otettuihin kontrollinäytteisiin potilaskohtaisesti ja selvitettiin olivatko arvot muuttuneet parempaan tai huonompaan suuntaan vai pysyneet samana.

Ensihoidossa ajanjaksoilla 31.7. - 31.10.2013 ja 1.6. - 30.9.2014 otettuja verikaasuanalyysinäytteitä oli yhteensä 50 ja näistä 34 potilaalla (68 %) oli otettu kontrollinäyte sairaalassa. Näiltä 34 potilaalta kontrollinäyte oli otettu valtimopuolelta sairaalassa. Ensihoidossa yhdeltä potilaalta näyte oli otettu laskimopuolelta ja kaikilta muilta valtimopuolelta. Potilaista 35 %:lla näytteenoton indikaationa oli hengitysvaikeus, 26 %:lla oli tajuttomuus tai tajunnan häiriö, 6 %:lla intoksikaatio, 6 %:lla resuskitaatio, 4 %:lla sepsis, 4 %:lla ketoasidoosi ja 14 %:lla muut syyt (kouristelu ja yleistilanlasku). Toimintaohjeen perusteella EPOC- laitetta oli käytetty 46 % potilaista. Lääkärin konsultaation perusteella näytteitä oli otettu 44 % potilaista.

Yli puolet (67,6 %) verikaasuanalyysituloksista olivat parantuneet ensihoitotilanteesta otetusta näytteestä sairaalan kontrollinäytteeseen. Verikaasuanalyysitulokset olivat parantuneet eniten hengitysvaikeuspotilailla (29,4 %) laskettuna kaikista 34 potilaasta. Yli puolella (67,6 %) kontrolli verikaasuanalyysitulokset olivat parantuneet ensihoidon ottamaan näytteeseen verrattuna.

## 12 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli saada selville ensihoitajien käyttökokemukset EPOC-verikaasuanalyysaattorin käytöstä ja verrata ensihoidossa kentällä otettua verikaasuanalyysinäytettä sairaalassa otettuun kontrollinäytteeseen. Opinnäytetyössä tilastoitiin yleisesti ensihoitajien tekemät työdiagnoosit sekä valitut hoitolinjat verikaasuanalyysiin liittyvissä ensihoitotehtävissä, mutta nämä eivät kuuluneet kuitenkaan itse viralliseen tutkimukseen, vaan ainoastaan pelkkään tilastointiin.

Opinnäytetyön loppuvaiheessa tutkijat huomasivat, että opinnäytetyön otsikko ja tutkimuskysymykset eivät vastanneet opinnäytetyön tarkoitusta, joten kysymyksiä oli tarkennettava tarkoitusta vastaaviksi. Otsikko muokkaantui tutkimuksen hengen mukaiseksi ja tutkimuskysymykset saivat uuden muodon kahteen eri otteeseen. Tutkimusongelman määrittäminen työn alussa on hankalaa, ja joskus ongelma selviää vasta työn loppuvaiheessa. Pitämällä alussa useat polut vapaana tutkijat voivat myöhemmin valita sopivimman niistä. (Kananen 2008, 93.)

Opinnäytetyön tekemisen ohella tutkijat havaitsivat, että ensihoidossa ensihoitajan ja lääkärin suorittamien toimenpiteiden raja on häilyvä eikä aina varsin selkeästi tulkittavissa. Ensihoitajat suorittavat työssään toimenpiteitä, joiden voidaan katsoa kuuluvan ensisijaisesti erikoislääkäreille. Yksi näistä toimenpiteistä on tajuttoman potilaan intubaatio ja hengityskoneen käyttö. Verikaasuanalyysi-tutkimuksessa havaittiin, että potilaille oli suoritettu invasiivinen hengitystien varmistus useissa tilanteissa ja usein kyseessä oli tajuton tai tajunnantasoltaan epävakaa potilas. Tästä VALVIRA on laatinut yksiselitteisen kannanoton:

*”Valvira katsoo, että anestesian anto ensihoidossa edellyttää asianmukaisen koulutuksen, kokemuksen ja ammattitaidon omaavan lääkärin henkilökohtaista läsnäoloa. Asianmukaisen koulutuksen, kokemuksen ja ammattitaidon omaava ensihoitaja voi päivystävän ensihoitolääkärin määräyksestä antaa sedaation hätätilapotilaalle, mikäli potilas toisin toimien hyvin todennäköisesti menehtyisi. Siirrettäessä hengityslaittepotilasta sairaalasta toiseen pitäisi pääsääntöisesti saattamassa olla tehohoitotasoisten potilaiden hoitoon perehtynyt ja tarvittavien menetelmien käytön hallitseva lääkäri.”*

VALVIRA on pyytänyt asiantuntijalausunnon kahdelta anestesiologyan ja ensihoidon py-syvältä asiantuntijaltaan. Toinen asiantuntijoista kertoo esimerkiksi lausunnossaan seuraavasti:

*” Saatavilla olevan tiedon ja kokemuksen nojalla ensihoitajien tai ensihoidon kenttäjohtajien itsenäinen anestesia-aineiden käyttö (propofoli, lihasrelaksantit) intubaatioon ei nykytiedon valossa ylitä hyödyiltään niistä mahdollisesti koituvia riskejä ja haittoja ml. mahdollinen potilaan hengen menetys. Tilanteessa, jossa intuboimatta jättäminen suurella todennäköisyydellä johtaa potilaan välittömään kuolemaan, voisivat ensihoitajat (hoitotaso) kuitenkin potilaan hengen pelastamiseksi käyttää alueen ensihoidon vastuulääkärin ohjeistamana ensihoitolääkärin konsultaatioon perustuen intubaatiota avustamaan sedaatiolääkitystä (bentsodiatsepiini, opioidi) ja vaihtoehtoisesti nk. supraglottisia hengitystien turvaamismenetelmiä (mm. Gel, LMA), jos intubaatio ei nopealla ensimmäisellä yrityksellä onnistu.” (Valvira 2014.)*

Kenttäintubaatiota on tutkittu tieteellisestikin ja Pohjois- Amerikkalaisten tutkimusten mukaan intubaatio ensihoitajien tekemänä on huonontanut aivovammapotilaiden ennustetta. Toki täytyy muistaa, että tutkimukset ovat perustuneet potilasaineiston jälkikäteen analysoituun tietoon. Käytännössä tutkimuksen potilaat oli intuboitu riittämättömässä sedaatioissa ja ilman relaksaatiota. Puutteellinen intubaatiohoitoprotokolla oli johtanut osalla potilaista huomattavaan hyperventilaatioon, mikä on yhtä haitallista kuin hypoventilaatiokin nykytiedon mukaan. Australialaisessa tutkimuksessa on tutkittu erikoiskoulutettujen ensihoitajien suorittamaa lääkkeillä avustettua intubaatiota (RSI, rapid sequence intubation) vaikeasti kallovammaisilla potilailla verrattuna maski-palje-ventilaatioon kentällä sekä intubaatioon päivystysolosuhteissa. Erikoisensihoitajat kävivät 16 tunnin mittaisen intensiivikurssin, joka sisälsi farmakologiaa ja RSI- protokollan sekä intubaatioharjoittelua leikkaussalissa. Erikoisensihoitajien kentällä suorittamat intubaatiot olivat onnistumisprosentiltaan 97 %. Koulutuksen ylläpitäminen vaatii massiiviset valvontakoulutus- ja laadunhallintamekanismit ja on suhteessa kallista. (Bernard ym. 2010; Davis, Hoyt, Ochs, Fortlage, Holbrook, Marshall & Rosen 2007.)

Jouni Kurola on artikkelissaan pohtinut hengitystien hallinnasta ensihoidon suorittamana seuraavasti: hengitystien hallintaa pidetään prioriteettina niin vaikeasti vammautuneen kuin kriittisesti sairaan potilaan hoidossa. Intubaatiota pidetään

itsestään selvyytensä avoimen hengitystien varmistajana, aspiraation estäjänä sekä riittävän happeutumisen ja ventilaation turvaajana. Intubaation opetus, kehittäminen ja osin myös valvonta toimenpiteenä kuuluvat anestesiologian ja tehohoidon oppialaan. Tällöin vakiona sitä voidaan pitää tilanteissa, jossa toimenpiteen suorittaa kokenut anestesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri.

Intubaatiota opetetaan Suomessa ensisijaisesti nukeilla. Leikkaussali-olosuhteissa tehdyt intubaatiot ovat ensihoitohenkilöstölle mahdollisia, mutta niiden toistomäärä jää usein pieneksi. Se kuinka monta intubaatiota ensihoitajien tulisi suorittaa vuosittain ylläpitääkseen taitojaan, ei ole selvää. Varmaa on, että intubaatio ensihoidon toimenpiteenä on suhteellisen harvinainen, jolloin ensihoitajien suoritemäärät jäävät mataliksi tiheäänkin asutuilla alueilla. Ensihoitajien koulutusta ja valvontaa tulee tehostaa, muutoin toimenpiteestä saatava hyöty voikin olla päinvastainen. Ensihoitohenkilöstön olisikin ensisijaisesti turvaututtava ilmatievarmistustilanteissa kurkunpäänaamariin ja kurkunpääputkeen. (Kurola 2006, 291–295.)

Vaativan tason ensihoitajat suorittavat ensihoidonyksiköissä tutkimaamme valtimo-verikaasuanalyysia. Tämä on myös perinteisesti kuulunut erikoislääkärien suorittamiin toimenpiteisiin. Vaativan hoitotason ensihoitajat ovat erikseen tähän toimenpiteeseen toimipaikkakoulutettu. Ensihoitajat ovat käyttökokemuskyselyssä tuoneet selkeästi esille vähäisen suoritemäärän vuositasolla, toki muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Lisäksi koulutusvaiheessa ensihoitajat kokivat käytännön harjoitteiden määrän vähäiseksi. Miten tasalaatuisuus ja potilasturvallisuus toteutuvat tässä tilanteessa? Entä kuinka ensihoitajat ylläpitävät näytteenottotaitojaan ja tulosten tulkintataitojaan, ymmärtävätkö he riskit toimenpiteen aiheuttamista komplikaatioista entä kenen on vastuu potilasvahinkotilanteissa? Verikaasuanalyysin tulosten tulkinta itsessään on haastavaa ja vaatii säännöllistä kertausta ja perehtymistä asiaan.

Ensihoitajien ryhtyessään suorittamaan lääkäreille kuuluvia toimenpiteitä täytyy heidän tiedostaa lainsäädännölliset seikat. Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä (1994/559) määrittelee asiasta seuraavasti. Heillä on terveydenhuollon ammattihenkilön ammatillinen vastuu, eettinen ja moraalinen vastuu, rikosoikeudellinen vastuu ja vahingonkorvausvastuu, virkavastuu sekä kurinpidollinen vastuu.

Peruseriaate on, että terveydenhuollon ammattihenkilö saa tarjota ja antaa potilaalle vain sellaista hoitoa, joka on siinä nimenomaisessa tilanteessa yleisesti koululääketieteellisen tiedon ja kokemuksen mukaan, hyväksyttyä ja perusteltua.

Potilaalta ei saa edellyttää, että hän kykenisi erottamaan yleisesti lääketieteellisesti hyväksytyt hoitomenetelmät muista mahdollisista menetelmistä. Ammattihenkilön on selkeästi pidettävä ne erillään. Ei ole luetteloa tehtävistä, joita saa tai ei saa tehdä. Oikeudet, velvollisuudet ja vastuu perustuvat koulutuksella hankittuun pätevyyteen ja valmiuksiin sekä niitä määrittävään lainsäädäntöön. VALVIRA on kuitenkin kannanotossaan linjannut, ettei hoitaja voi missään tilanteessa korvata lääkärin läsnäoloa.

## 12.1 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimusetiikalla tarkoitetaan yleisesti sovittuja pelisääntöjä suhteessa kollegoihin, tutkimuskohteeseen, toimeksiantajiin ja yleisöön. Kollegat työelämässä tulee havaita laajasti. Tieteellisellä käytännöllä tarkoitetaan tutkijoiden seuraavan eettisesti kestäviä tutkimus- ja tiedonhankintamenetelmiä. Tämä tarkoittaa käytännössä sellaisia menetelmiä, jotka tiedeyhteisö on hyväksynyt. Tiedonhankinnassa käytäntö tarkoittaa tutkijan perustavan tietonsa oman alan tieteellisen kirjallisuuden tuntemukseen, muihin asianmukaisiin tietolähteisiin, riittäviin laboratoriokokeisiin sekä havainnointiin ja oman tutkimuksensa analysointiin. (Vilka 2005, 30–31.)

Hyvän tieteellisen käytännön mukaan tutkija noudattaa yleistä huolellisuutta, rehellisyyttä ja tarkkuutta tutkimustyössä ja tutkimustulosten esittämisessä. Tutkimustulosten on täytettävä tutkimukselle asetetut vaatimukset. Tutkimus tuottaa uutta tietoa tai esittää, miten vanhaa tietoa voidaan hyödyntää uudella tavalla tai sekoittaa näitä. Käytäntö edellyttää tutkijan toimivan vilpittömästi ja rehellisesti muita tutkijoita kohtaan. Toisten tutkijoiden saavutukset osoitetaan ja huomioidaan tekstissä tarkoin lähdeviittein sekä esittämällä omat ja toisten tutkijoiden tulokset totuudenmukaisesti. (Vilka 2005, 30–31.)

Tutkimuslaissa 2. § lääketieteellisellä tutkimuksella tarkoitettut määräykset voidaan soveltaa myös opinnäytetyön tutkimuskäytäntöön. Lääketieteellinen tutkimus määritellään niin, että tutkimus, jossa puututaan ihmisen tai ihmisen alkion taikka sikiön koskemattomuuteen ja jonka tarkoituksena on lisätä tietoa terveydestä,

sairauksien syistä, oireista, diagnostiikasta, hoidosta, ehkäisystä tai tautien olemuksesta. Toimeksiantajalla tarkoitetaan henkilöä, yritystä, järjestöä tai laitosta, joka ottaa vastuun kliinisen tutkimuksen aloittamisesta ja johtamisesta.

Lääketieteellisen tutkimuksen 3. § yleiset edellytykset vaativat kunnioittaa ihmisarvon loukkaamattomuuden periaatetta. (Laki lääketieteellisestä tutkimuksesta 1999/488.)

Kyselylomakkeen saatekirjeestä kävi ilmi, että kysely suoritettiin ensihoitajille täysin luottamuksellisesti. Kenenkään kyselyyn vastanneista ei tarvinnut paljastaan henkilöllisyyttään eikä henkilöllisyyttä voitu päätellä vastausten perusteella. Tähän tutkimukseen osallistuneet vastasivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja vastaajilla on ollut mahdollisuus kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen. Saatekirjeessä esiteltiin toimeksiantaja, tutkijat, tutkimus ja tutkimusprosessi sekä identiteettisuoja. Kaikkia vastauksia tarkasteltiin samanarvoisesti. Toisessa tutkimuksessa ensihoitokeskus toimitti tutkijoille tutkimukseen tarvittavat potilasmateriaalit ja näitä tutkijat analysoivat pelkästään ensihoitokeskuksen tiloissa. Tutkimustuloksissa ei tuotu esille potilaiden henkilöllisyyttä eikä mitään, mistä heidät olisi voitu tunnistaa. Tutkimusmateriaali oli pelkästään tutkijoiden ja työntilaajan käsissä. Analysoitu aineisto hävitetään tietosuojalain mukaisesti.

## 12.2 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti

Tutkimus perustuu tarkoitukseen saada mahdollisimman todenmukaista ja luotettavaa tietoa. Luotettavuuden arvioinnissa käytetään reliabiliteetti- ja validiteettikäsitteitä. Nämä molemmat käsitteet tarkoittavat luotettavuutta. Reliabiliteetti eli mittausten pysyvyys tarkoittaa, että tutkimuksesta saadaan samat tulokset, vaikka se suoritettaisiin uudestaan. Tulokset eivät siis ole sattumaa. Validiteetti tarkoittaa sitä, että tutkimusongelman kannalta tutkitaan oikeita asioita. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa tulee aina arvioida työn ja tutkimuksen luotettavuutta. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin tutkittavaa ilmiötä näytetuloksien ja vertailtiin niitä keskenään teoriaan nojaamalla ja jokainen yksittäinen arvo käytiin läpi. Lopulta tutkimusongelma saatiin ratkaistua. (Kananen 2008, 79; Kananen 2011, 21.) Validiteetin mukaan tutkijat ovat tutkineet ja löytäneet vastaukset tutkimusongelmiin. Tutkimusongelmien täsmentäminen ja tarkempi rajaaminen auttoivat jäsentämään tutkimuksen kannalta olennaisia kysymyksiä ja huomioimaan muuttavia tekijöitä ja taustoja.

Reliabiliteetin ja validiteetin ohella Heikkilä (2004, 30) tuo esiin objektivisuuden, avoimuuden, tietosuojaan, hyödyllisyyden, käyttökelpoisuuden, tehokkuuden, taloudellisuuden sekä sopivan aikataulutuksen hyvän tutkimuksen perusvaatimuksena. Tutkijat ovat tutkimusmenetelmävalinnoillaan pyrkineet huolehtimaan tässä tutkimuksessa objektiivisuuden säilymisestä läpi koko tutkimusprosessin.

Erityisesti objektiivisuus on pyritty huomioimaan raportoinnissa. Tulosten raportoinnissa ei ole haluttu korostaa toimeksiantajalle vain edustavimpia tuloksia, vaan raportoinnissa pyrittiin tuomaan esiin hyviä että huonoja tuloksia. Itse tutkimus ja tutkimusprosessin raportointi on läpinäkyvää ja näin osoittaa avoimuutensa. Tutkimuksen tulkinnat ja johtopäätökset perustuvat teoriaan ja tutkimuksen aineistoon.

Tutkimuksen reliabiliteettia voivat heikentää seuraavat seikat: Kelan SV210-sairaankuljetuskertomuksia ei ole suunniteltu tutkimuskäyttöä varten ja kirjaaminen ei ole yhdenmukaista. Tällöin Kelan SV210-sairaankuljetuskertomuksia täyttänyt terveydenhuollon ammattihenkilö ei ole välttämättä kirjoittanut kaikkia tutkimuksen kannalta olennaisia tietoja lomakkeelle. Joten kirjaus on saattanut olla puutteellista tutkimuksen kannalta. Inhimillisistä syistä johtuen tutkijat ovat myös itse voineet tehdä virheitä kirjaamisessa. Kirjaamisen tulkinnanvaraisuuden vuoksi on mahdollista, että potilaiden esitiedoista ja hoitotoimenpiteistä ei ole kirjattu kaikkea tutkimuksen kannalta oleellista tietoa. Heikentäviä seikkoja tutkimuksen luotettavuuden kannalta on myös se, että tutkimusmateriaali on toimitettu tutkijoille monen eri toimijan kautta ja useasta eri tietokannasta. Tutkijat eivät voi varmuudella tietää, mitä hoitoja potilaalle on suoritettu sairaalassa ennen kontrollinäytteen ottoa. Tutkijat eivät ole ottaneet tutkimuksessa kantaa aikaviiveeseen ensihoidossa otetun ja sairaalassa otetun kontrollinäytteen välillä.

Tutkimus on helppo toistaa, koska tiedonkeruuprosessi on suunniteltu ja toteutettu tarkasti. Kun tutkimuksella on kyky antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia, sen mittaustulokset ovat tällöin toistettavissa. Tässä tutkimuksessa käytetyt arvot pysyvät samoina, ja tutkimus on mahdollista toistaa myöhemmin, sillä Kelan SV210-sairaankuljetuskertomuksiin ei ole jälkepäin mahdollista tehdä muutoksia. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 216.)

### 12.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset

Kyselytutkimuksen mukaan EPOC- verikaasuanalysoitsijan ominaisuuksiin ensihoitoympäristössä oltiin suurimmaksi osaksi jokseenkin tyytyväisiä, ainoastaan näyteliuskan eli testikortin käytettävyyttä kritisoitiin eniten. Kritisoinnin olivat mm. testikorttien nopea vanhentuminen, lisäkomponenttien puuttuminen testikortista ja häiriöherkkyyden parantaminen. Eniten kehitettävää oli myös EPOC- verikaasuanalysoitsijan kylmyys/kuumuusherkkyydessä. Suurin osa ensihoitajista totesi, että laitteen käyttö ei hidasta muuta potilaan hoitoa. Verikaasuanalysoitsijain tulkinnessa yli puolet ensihoitajista ilmaisivat sen olevan melko haastavaa. Hieman alle puolet ensihoitajista ehdottikin lisäkoulutusta tähän. Suurin osa oli sitä mieltä, että laitetta voisi hyödyntää ensihoidossa muun kaltaisissa tutkimuksissa ja tehtävissä mm. kotisairaanhoidon tukeminen, eri sairaustilojen erotusdiagnoosittaminen, lääkärin vastaanoton päivystyksellisen tarpeen arvioiminen ja laboratoriopalvelujen korvaaminen paikkakunnilla, joissa ei ilta tai yöaikaista päivystystä mahdollisuutta. Myös suurin osa ensihoitajista näki EPOC- verikaasuanalysoitsijain käyttöä tulevaisuudessa Päijät-Hämeen alueella.

Verikaasuanalyysi vertailussa EPOC- verikaasuanalysoitsijain käyttöä eniten hengitysvaikeuspotilaiden kohdalla. Tutkimustuloksen mukaan myös yli puolet verikaasuanalysoitsijain tuloksista olivat parantuneet sairaalassa otettujen kontrollinäytteiden mukaan. Kaikista ensihoidossa otetuista verikaasuanalysoitsijainäytteistä yli puolessa tapauksessa myös sairaalassa päädyttiin ottamaan verikaasuanalysoitsijainäyte.

Tutkijat ovat havainneet EPOC- verikaasuanalysoitsijain toimivaksi diagnostiikan välineeksi ensihoitoyksiköissä Päijät-Hämeen alueella. Tutkijoiden mielestä EPOC- verikaasuanalysoitsijain käyttötarkoituksia voisi kehittää ja laajentaa muihinkin potilasryhmiin, kun tutkimuksessa käy ilmi. Laskimo- ja kapillaarinäytteitä tulisi lisätä arterianäytteiden sijaan. Esimerkiksi laskimonäytteestä voisi saada tietoa, joka tukee potilaan päivystyksellistä hoidon arviointia varsinkin pitkällä etäisyyksillä yhteispäivystyksestä. Lisäksi lisäämällä näytteenottoa perustelluista syistä saadaan laitteelle kustannustehokkuutta. Lisäksi ensihoitajien käyttökokemusten perusteella tutkijat havaitsivat yksilökohtaisen suoritteiden vähäisyyden vuositasolla. Tämä herättää kysymyksen miten ensihoitajat pitävät ammattitaitoaan yllä verikaasuanalysoitsijain ottamisessa, koska suoritteet jäävät vähäisiksi yksittäisen

ensihoidon kohdalla? Laadun varmistusta tulisi kehittää ja valvoa yksikön laatukäsikirjan mukaisesti, sekä soveltaa näytteenottoon CRM:n ja ei-teknisiä taitoja.

Niiden potilaiden kohdalla, joiden kontrollinäytteiden arvot olivat muuttuneet paremmiksi, oli työdiagnoosina hengitysvaikeus tai tilanne jonka voidaan katsoa johtaneen hengitysvajaukseen (tajuttomuus, tajunnantasonhäiriö). Tällöin näiden potilaiden kohdalla oli puututtu hengitysteiden auki pysymiseen ja ventilaation sekä hapetuksen korjaamiseen käytössä olevin keinoin ja menetelmin.

Jatkotutkimusehdotuksena olisi suorittaa kokonaistutkimus jossa tutkitaan koko kohderyhmä, jota verikaasuanalyysi ensihoidon kenttäolosuhteissa koskettaa. Toisena vaihtoehtona on kehittää EPOC- verikaasuanalysointia ensihoidon tarpeisiin muissa ensihoidossa ja esimerkiksi kotihoidonpalveluiden tukemisessa STM:n ensihoidon ja päivityksen laatusuosituksen mukaisesti.

## LÄHTEET

Bernard, SA., Nguen, V. & Cameron, P. 2010. Prehospital rapid sequence intubation improves functional outcome for patients with severe traumatic brain injury. *Ann surg.* Saatavissa:

<http://www.ambulance.vic.gov.au/Media/docs/RSI%20Annals%20Surg%202010-73ad4108-1a88-43ff-b911-1be15c7cd334-0.pdf> [viitattu 17.11.2014].

Ala-Kokko, T. & Ruokonen, E. 2014. Esitiedot, kliininen tutkimus ja alkuhoito.

Teoksessa: Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 73 – 81.

Alere Oy Ab 2013. EPOC- järjestelmän käyttöopas.

Aittomäki, J. & Valta, P. 2014. Kaasujenvaihdon monitorointi. Teoksessa: Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) *Anestesiologia ja tehohoito*. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 155 – 158.

Arola, O J. 2006. Metabolinen asidoosi. Teoksessa: Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) *Nestehoito*. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 54 – 62.

Berndtson, T & Lounasmaa, J. 2004. Internet tutkijan työkaluna. Tilastokeskus.

Saatavissa: [http://www.stat.fi/tup/tietoaika/tilaajat/ta\\_06\\_04\\_internet\\_tyokalu.html](http://www.stat.fi/tup/tietoaika/tilaajat/ta_06_04_internet_tyokalu.html) [viitattu 10.11.2014].

Davis, D., Hoyt, D., Ochs, M., Fortlage, D., Holbrook, T., Marshall, L. & Rosen, P. 2007. The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury. Saatavissa:

<http://dx.doi.org/10.1080/10903120601021093> [viitattu 17.11.2014].

Ensihoidon palvelutaso. Ohje ensihoitopalvelun palvelutason laitimiseksi sairaanhoitopiireille. 2011. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön julkaisuja 2011:11.

Ensihoidon palvelutasopäätös. Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä. 11.6.2012.

Erikoissairaanhoitolaki 1.12.1989/1062.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/47/EY. annettu 5 päivänä syyskuuta 2007 , aktiivisia implantoitavia lääkinnällisiä laitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä annetun neuvoston direktiivin 90/385/ETY, lääkinnällisistä laitteista annetun neuvoston direktiivin 93/42/ETY sekä biosidituotteiden markkinoille saattamisesta annetun direktiivin 98/8/EY muuttamisesta. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:247:0021:0055:fi:PDF> [viitattu 9.9.2014].

Fournier, M. 2009. Perfecting your acid-base balancing act. American Nurse Today 1/2009. Saatavissa: <http://www.americannursetoday.com/perfecting-your-acid-base-balancing-act-2/> [viitattu 8.6.2014].

Heikkilä, J., Luomanmäki, K. & Voipio-Pulkki, L.-M. 2000. Sydäninfarkti. Teoksessa: Heikkilä, J., Huikuri, H., Luomanmäki, K., Nieminen MS. & Peuhkurinen, K. (toim.) Kardiologia. 1. painos. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim, s. 484 – 512.

Heikkilä, T. 2004. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita Prima Oy.

Heikkilä, T. 2005. Tilastollinen tutkimus. 5.-6. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. 7., uudistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Holmia, S., Murtonen, I., Myllymäki, H. & Valtonen, K. 2004. Sisätautien, kirurgisten sairauksien ja syöpätautien hoitotyö. 4.-7. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.

Holmström, P. 2013a. Endokrinologiset hätätilanteet. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoito. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro, s. 476 – 490.

Holmström, P. 2013b. Laboratoriotutkimukset. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoito. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro, s. 183 – 192.

Holmström, P. & Kirves, H. 2013. Infektiotaudit ja tartuntojen torjunta. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoito. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro, s. 451 – 475.

Holmström, P. & Alaspää, A. 2013. Hengitysvaikeus. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoito. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro, s. 301 – 330.

Holmström, P. 2014. Hengitysvaikeus. Teoksessa: Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 1177 – 1183.

Hynninen, M. 2014. Septinen sokki. Teoksessa: Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 141 – 145.

Hynynen, M. & Hiekkänen, T. 2014. Valtimon kanylointi. Teoksessa: Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 261 – 264.

Hänninen, A. 2004. Verisolujen muodostus. Teoksessa: Penttilä, I. (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. 1. painos. Helsinki: Werner Söderström osakeyhtiö, s. 264 – 268.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos, Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

Iivanainen, A. & Syväoja, P. 2008. Hoida ja Kirjaa. 1. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Iivanainen, A. & Syväoja, P. 2012. Hoida ja Kirjaa. 7. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Ilanne- Parikka, P., Joutsi- Korhonen, L., Jylhä, A., Lassila, R., Linko- Parvinen, A-M., Linko, L., Linko, S., Meneses, E., Muukkonen, L., Nissinen, A., Nokelainen, S., Porkkala- Sarataho, E., Puhakainen, E., Savolainen, E-R., Siitonen, A., Suni, J., Vuento, R. & Åkerman, K. 2009. Vieritestaus terveydenhuollossa: Labqualityn asiantuntijasuositus. Moodi 33. Helsinki: Yliopistopaino.

Jama, T. 2013. PHSOTEY toimintaohje. Verikaasuanalyysin otto ensihoidossa.

Jama, T. 2014a. PHSOTEY ohje. Päijät-Hämeen ensihoitopalvelun hoitotasot.

Jama, T. 2014b. Vaativa hoitotaso? Mitä ihmettä? Tulevaisuuden ensihoito 2014.

Luentomateriaali. Saatavissa:

[http://www.turvatiето.net/akuuttihoitopaivat/images/luennot/Vaativa%20hoitotaso\\_Timo\\_Jama.pdf](http://www.turvatiето.net/akuuttihoitopaivat/images/luennot/Vaativa%20hoitotaso_Timo_Jama.pdf) [viitattu 27.10.2014].

Kananen, J. 2008. Kvantti. Kvantitatiivinen tutkimus alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän Yliopistopaino.

Kananen, J. 2011. Kvantti. Kvantitatiivisen opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Tampere: Tampereen Yliopistopaino – Juvenes Print.

Kangas, H. 1/2013. Vieritestauksen laadunvarmistus ja kalibroinnin jäljitettävyys. Saatavissa: [http://www.finas.fi/documents/upload/ii\\_finas-paiva\\_2013\\_kangas.pdf](http://www.finas.fi/documents/upload/ii_finas-paiva_2013_kangas.pdf) [viitattu 9.9.2014].

Kansanterveyslaki 28.1.1972/66.

Kaufman, D. Interpretation of Arterial Blood Gases (ABGs). American Thoracic Society. Saatavissa: <http://www.thoracic.org/clinical/critical-care/clinical-education/abgs.php> [viitattu 12.6.2014].

Kauppinen, S., Vänskä, S., Mäkitalo, O. & Tuomi, S. 2007. Vieritestit sairaanhoitajan työssä – Perehtyneisyyttä, vastuullisuutta ja tieto- taitojen ylläpitämistä. Sairaanhoitaja (5): 26 – 27.

Kuisma, M. 2013. Potilasturvallisuus. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoido. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy, s. 63 – 65.

Kuisma, M. & Hakala, T. 2013. Ensihoidon laadunhallinta. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoido. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy, s. 66 – 84.

Kurola, J. 2006. Hengitystien hallinta ensihoidossa: milloin, miten, missä ja kenen toimesta? Finnanest 39 (4). s. 291 – 295.

Käypähoito -suositus 2014. Sepsis. Saatavissa:

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus;jsessionid=6C4A193760391858B63C8BDA55067462?id=hoi50032> [viitattu 10.11.2014].

Labquality 2013. Laadukas vieritesti. Saatavissa: <http://www.labquality.fi/fi/vieritesti-laadunarviointi/laadukas-vieritesti-labquality/> [viitattu 9.9.2014].

Labquality 2009. Ulkoiset laadunarviointipalvelut 2010–2011. Toimintaohjelman lisäliite. Saatavissa:

[http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=Toimintaohjelmat/2010-11\\_osaF\\_s.pdf](http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=Toimintaohjelmat/2010-11_osaF_s.pdf) [viitattu 7.9.2014].

Laki lääketieteellisestä tutkimuksesta 9.4.1999/488.

Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 17.8.1992/785.

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 28.6.1994/559.

Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 24.6.2010/629.

Larmila, M. 2010a. Hapto-emästasapainon häiriöt. Teoksessa: Kaarlola, A., Larmila, M., Lundgrén-Laine, H., Pyykkö, A., Rantalainen, T. & Ritmala-Castrén, M. (toim.) Teho- ja valvontahoitotyön opas. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 52 – 53.

Larmila, M. 2010b. Metabolinen asidoosi. Teoksessa: Kaarlola, A., Larmila, M., Lundgrén-Laine, H., Pyykkö, A., Rantalainen, T. & Ritmala-Castrén, M. (toim.)

Teho- ja valvontahoitotyön opas. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 55 – 56.

Larmila, M. 2010c. Respiratorinen asidoosi. Teoksessa: Kaarlola, A., Larmila, M., Lundgrén-Laine, H., Pyykkö, A., Rantalainen, T. & Ritmala-Castrén, M. (toim.) Teho- ja valvontahoitotyön opas. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 54.

Larmila, M. 2010d. Respiratorinen ja metabolinen alkaloosi. Teoksessa: Kaarlola, A., Larmila, M., Lundgrén-Laine, H., Pyykkö, A., Rantalainen, T. & Ritmala-Castrén, M. (toim.) Teho- ja valvontahoitotyön opas. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 57 – 59.

Larmila, M. 2010e. verikaasuanalyysinäytteenotto ja viitearvojen tulkinta. Teoksessa: Kaarlola, A., Larmila, M., Lundgrén-Laine, H., Pyykkö, A., Rantalainen, T. & Ritmala-Castrén, M. (toim.) Teho- ja valvontahoitotyön opas. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 49 – 51.

Lehto, L., Melkko, T. & Savolainen, E.-R. 2013. Verinäytteestä tehtävät vieritutkimukset ja analysaattorit. Teoksessa: Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helveranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. (toim.) Akuuttihoitoon laitteet. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 30 – 33.

Lehtonen, J. 2014. Tajuttomuus. Teoksessa: Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 1169 – 1177.

Liikanen, E. 2003. Voiko vierianalytiikka olla laadukasta?. Tutkimus sydän- ja verisuonitautien vierianalytiikasta. Kuopion Yliopiston julkaisuja E.

Yhteiskuntatieteet 105. Väitöskirja. Saatavissa:

[http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_951-781-944-7/urn\\_isbn\\_951-781-944-7.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_951-781-944-7/urn_isbn_951-781-944-7.pdf)  
[viitattu 7.9.2014].

Linko, S. 2010. Vieritestauksen laatutyökalut. Moodi 34. Helsinki: Yliopistopaino.

Loisa, P. 2014. Hengitysvajauksen diagnostiikka. Teoksessa: Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.)

Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 107 – 110.

Matikainen, A.-M., Miettinen, M. & Wasström, K. 2010. Näytteenottajan käsikirja. 1. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Matinlauri, I. & Vilpo, J. 2014. Hematopoieesi ja sen tutkiminen. Teoksessa: Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia. 3.-4. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, s. 247 – 254.

Maxillofac, N. 2013. Blood gas analysis for bedside diagnosis. NCBI. Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3961885/> [viitattu 11.6.2014].

Mielenterveyslaki 14.12.1990/1116.

Mustajoki, M., Alila, A., Matilainen, E., Pellikka, M. & Rasimus, M. 2013. Sairaanhoidajan käsikirja. 8. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Mustonen, J. & Pasternack, A. 2014. Hapto-emästase. Teoksessa: Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 202.

Määttä, T. 2013. Ensihoitopalvelun organisointi. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoito. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro, s. 14 – 29.

Niemelä, O. 2010. Laboratoriot toiminta suomalaisessa terveydenhuollossa. Teoksessa: Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia. 3. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, s. 13 – 20.

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S. 1999. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 12. -13. painos. Helsinki: Werner Söderström osakeyhtiö.

Nurmi, J. & Alaspää, A. 2013a. Myrkytykset. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoito. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy, s. 562 – 585.

Nurmi, J. & Alaspää, A. 2013b. Tajuttomuus. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) *Ensihoito*. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy, s. 373 – 384.

Nurminen, E. 2008. Vähäproteiinisen kasvisravinnon vaikutus happo-emästasapainoon, hiilihydraatti- ja rasva-aineenvaihduntaan sekä niiden säätelyyn osallistuviin hormoneihin levossa ja submaksimaalisessa kestävyysuorituksessa. Pro Gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/25526/nurminen%20enni-maria%202008.pdf?sequence=1> [viitattu 1.7.2014].

Nyström, P. 2013. CRM ja ei-tekniset taidot ensihoidossa. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) *Ensihoito*. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy, s. 101 – 106.

OSCE skills 2014. Arterial blood gases. Saatavissa: <http://www.osceskills.com/e-learning/subjects/arterial-blood-gases/> [viitattu 19.6.2014].

Partanen, O. & Kurtelius, O. 2013. Huumausaineiden väärinkäyttö. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) *Ensihoito*. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy, s. 672 – 691.

Pelastuslaki 29.4.2011/379.

Penttilä, I. 2004. Kliiniset laboratoriotutkimukset. 1. painos. Helsinki: Werner Söderström osakeyhtiö.

Potilasvahinkolaki 25.7.1986/585.

Reinikainen, M. 2014. Hengitysvajauksen patofysiologia. Teoksessa: Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 100 – 107.

Rekola, L. 2013. Asiantuntijuus ensihoitotyössä. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoito. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy, s. 764 – 769.

Saikko, S. 2005. Hengitysvaikeus. Teoksessa: Koponen, L. & Sillanpää, K. (toim.) Potilaan hoito päivystyksessä. 1. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi, s. 179 – 206.

Sairaanhoitajaliitto 2009. Laadukas vieritutkimus. Saatavissa: [http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/ammattilliset\\_urapalvelut/julkaisut/sairaanhoitajalehti/8\\_2009/asiantuntija-artikkelit/sairaanhoitaja\\_ja\\_vieritutkimuks/](http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/ammattilliset_urapalvelut/julkaisut/sairaanhoitajalehti/8_2009/asiantuntija-artikkelit/sairaanhoitaja_ja_vieritutkimuks/) [viitattu 7.9.2014].

Sand, O., Sjaastad, Ö., Haug, E., Bjälje, J. & Toverud, K. 2014. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 8.-11. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Seppälä, E. & Tuokko, S. 2010. Potilas ja näyte. Teoksessa: Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia. 3. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, s. 21 – 34.

Seppälä, J. 2013a. Ensihoitopalvelujen järjestäminen. Teoksessa: Silfvast, T., Castren, M., Kurola, J., Lund, V. & Martikainen, M. (toim.) Ensihoito-opas. 6.-7. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 328 – 332.

Seppälä, J. 2013b. Potilasasiakirjoihin sisältyvien tietojen salassapito ja ilmoitusvelvollisuus. Teoksessa: Silfvast, T., Castren, M., Kurola, J., Lund, V. & Martikainen, M. (toim.) Ensihoito-opas. 6.-7. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. s. 338 – 342.

Seppälä, J. 2013c. Vastuukysymykset ja potilaan oikeudellinen asema. Teoksessa: Silfvast, T., Castren, M., Kurola, J., Lund, V. & Martikainen, M. (toim.) Ensihoito-opas. 6.-7. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 334 – 336.

Silfvast, T. 2014. Ensihoitopalvelun lainsäädäntö ja järjestäminen. Teoksessa: Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.)

Anestesiologia ja tehohoito. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 1131.

Sinervo, T. 2013. Akkreditoinnin näkökulma vieritesteihin. Moodi 4/2013, s. 128 - 129.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 340/2011.

Suomen kuntaliitto. 2011. Terveystuottamisen laatuopas. Saatavissa: [http://shop.kunnat.net/product\\_details.php?p=2597](http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2597) [viitattu 10.11.2014].

Suomen perustuslaki 11.6.1999/731.

STM. 2014. Laatu ja potilasturvallisuus ensihoidossa ja päivystyksessä suunnittelusta toteutukseen ja arviointiin. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2014:7

Saatavissa:

[http://www.stm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=9882186&name=DLFE-30728.pdf](http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=9882186&name=DLFE-30728.pdf) [viitattu 10.11.2014].

Tartuntatautilaki 25.7.1986/583.

Terveystuottolaki 30.12.2010/1326.

Thompson, E. G. 2012. Arterial blood gases. WebMD. Lung Disease & Respiratory Health Center. Saatavissa: <http://www.webmd.com/lung/arterial-blood-gases> [viitattu 14.6.2014]

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

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 6., uudistettu painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Turpeinen, V. 2009. Vieritestoimintaa Keski-Suomen kunnissa. Opinnäytetyö YAMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/3232/Virpi.Turpeinen.YAMK.pdf?sequence=1> [viitattu 1.7.2014].

Uotila, L. 2014. Neste-, elektrolyytti- ja happo- emästasapaino. Teoksessa: Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia. 3.-4. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, s. 93 – 120.

Valli, R. 2001. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. Jyväskylä: Gummerus.

Valvira. 2014. Anestesian ja sedaation anto ensihoidossa – Valviran kannanotto 2/2014. Saatavissa:

[http://www.valvira.fi/tietopankki/kannanotot/anestesian\\_ja\\_sedaation\\_anto\\_ensihoidossa\\_-\\_valviran\\_kannanotto](http://www.valvira.fi/tietopankki/kannanotot/anestesian_ja_sedaation_anto_ensihoidossa_-_valviran_kannanotto) [viitattu 9.11.2014].

Varpula, T., Halme, M. & Maasilta, P. 2008. Akuutin hengitysvajauksen diagnostiikka. Teoksessa: Elonen, E., Mäkijärvi, M. & Vuoristo, M. (toim.) Akuuttihoito opas. 12., uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 190 – 192.

Varpula, T. 2014a. Hengitysvajauksen hoito. Teoksessa: Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 110 – 111.

Varpula, T. 2014b. Hengitysvajauksen noninvasiivinen hoito. Teoksessa: Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 111 – 113.

Varpula, T. 2014c. Invasiivinen hengityskonehoito. Teoksessa: Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. (toim.) Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 113 – 114.

Varpula, T. & Pettilä, V. 2014. Hengitysvajauksen hoito. Teoksessa: Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, s. 950 – 964.

Vilkkä, H. 2005. Tutki ja kehitä. 1.-3. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Weselius, E.-A. & Hartman, J. 2009. Verisuonikirurgia. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Saatavissa: <http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo97871.pdf> [viitattu 19.6.2014].

Hyvä ensihoidon ammattilainen

Olemme kaksi Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ensihoidon koulutusohjelman opiskelijaa. Tutkimme opinnäytetyössämme EPOC- verikaasuanalysointilaitteen käyttöä ensihoitotilanteissa. Vastauksista on tarkoitus selvittää ensihoitajien käyttökokemukset valtimoverinäytteen otosta, verikaasuanalysointilaitteen käyttöominaisuuksista ja käyttöarvosta sekä ensihoitajien tyytyväisyys saamastaan koulutuksesta. Tämä verkkokysely on lähetetty kaikille PHSOTEY:n valtimoverinäyte- ja verikaasuanalysointilaitteen saaneille ensihoidon henkilöille. Vastauksesi antavat tärkeää tietoa laitteen käytöstä ensihoidossa ja auttavat kehittämään sen käyttömahdollisuuksia jatkossa. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää muissa terveydenhuollon yksiköissä vieritestaustoimintaa aloittaessa sekä toimintaa kehittäessä. Tavoitteena on myös tuottaa tietoa vieritestaustilaitteen tarpeellisuudesta ensihoitoyksiköissä.

Vastausaikaa sinulla on kaksi viikkoa tämän ilmoituksen saavuttua. Klikkaamalla alla olevaa linkkiä pääset Webropol- sovelluksen kyselylomakkeelle. Lomake palautuu meille automaattisesti lähetettyäsi sen kyselyn loputtua lähetä-painikkeesta. Kaikki vastaukset käsitellään luottamuksellisesti. Jos sinulla on tutkimukseen liittyviä kysymyksiä, ota rohkeasti yhteyttä allekirjoittaneisiin. Vastaamme kysymyksiin mielellämme. Ohessa näet myös ohjaajamme yhteystiedot.

Kiitos vastauksestasi.

(HUOMIO! Tästä liitteestä on poistettu tutkijoiden/ohjaavan opettajan henkilökohtaiset sähköpostiosoitteet ja puhelinnumero tiedot)



## Verikaasuanalysaattorin käyttökokemukset

### 1. Vastaajan ikä? \*

<25  26-30  31-35  36-40  41-45  >45

### 2. Vastaajan sukupuoli? \*

Mies  Nainen

### 3. Mikä on koulutuksesi? \*

Ensiohittaja amk

- Sairaanhoidtaja amk
- Sairaanhoidtaja opistotaso
- Ylempi amk/ yliopistotutkinto

**4. Kuinka monta vuotta sinulla on työkokemusta ensihoidosta? \***

---

**5. Kuinka monta kertaa olet ottanut potilaalta valtimoverinäytteen kuluneen vuoden aikana? \***

- en yhtään  1-5  6-10  11-15  16-20  >20

**6. Mitkä tekijät/olosuhteet ovat mielestäsi vaikuttaneet valtimoverinäytteen punktion onnistumiseen?**

---

---

---

200 merkkiä jäljellä

**7. Mitkä tekijät/olosuhteet ovat mielestäsi vaikuttaneet valtimoverinäytteen punktion epäonnistumiseen?**

---

---

---

200 merkkiä jäljellä

**8. Arvioi tyytyväisyyttäsi EPOC-laitteen käytöstä ensihoitoympäristössä \***

	Erittäin tyytymätö n	Jokseenkin tyytymätö n	Neutraalil a
Laitteen koko	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Näytön valikon käytettävyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Näppäimistön toimivuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Näyteliuskan käytettävyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tuloksen valmistumisaik a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Akun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

kapasiteetti

**9. Pitäisikö mielestäsi EPOC-laitetta kehittää? \***

- Ei
- Kyllä, miten?

---

**10. Vaikuttavatko ulkoiset tekijät/olosuhteet EPOC-laitteen toimivuuteen? \***

- Ei
- Kyllä, mitkä?

---

**11. Onko EPOC-laitteen antama mittaustulos mielestäsi luotettava? \***

- Kyllä
- Ei, miksi ei?

---

**12. Kuinka haastavana pidät verikaasuanalyysin arvojen tulkintaa? \***

- Erittäin haastavana
- Melko haastavana
- Vähemmän haastavana
- Ei haastavana
- En osaa sanoa

**13.** Pidätkö saamaasi koulutusta riittävänä valtimoverinäytteen ottoon ja saatujen arvojen tulkintaan?

- Kyllä
  - En, miksi en?
- 

**14.** Onko mittaus mielestäsi lisännyt tai vähentänyt potilastyytyväisyyttä? \*

- Lisännyt merkittävästi
- Lisännyt melko paljon
- Lisännyt hieman
- Ei ole lisännyt eikä vähentänyt
- Vähentänyt merkittävästi
- Vähentänyt melko paljon
- Vähentänyt hieman
- En osaa arvioida

**15.** Miten tärkeänä konsultoitavat/vastaanottavat lääkärit ovat pitäneet ensihoidon tekemää vauriokuvauksia?

- Erittäin tärkeänä
- Melko tärkeänä

- Vähemmän tärkeänä
- Ei tärkeänä
- En osaa sanoa

**16. Hidastaako/haittaako toimenpide mielestäsi potilaan hoitoa kentällä? \***

- Hidastaa erittäin paljon
- Hidastaa melko paljon
- Hidastaa melko vähän
- Ei hidasta
- En osaa arvioida

**17. Voiko kyseistä EPOC-laitetta mielestäsi hyödyntää ensihoidossa muunkaltaisissa tutkimuksissa? \***

- Ei
  - Kyllä, missä?
- 

**18. Onko EPOC-laitteelle mielestäsi käyttöä tulevaisuudessa PHSOTEY:n alueella? \***

- Erittäin paljon tarvetta
- Melko paljon tarvetta
- Melko vähän tarvetta
- Ei tarvetta
- En osaa sanoa

## TUTKIMUSTAULUKKO

Liite 3

Tutkimukset nimi, tekijä ja julkaisuvuosi	Tutkimuksen tavoitteet ja tarkoitus	Tutkimusmenetelmä	Tutkimustulokset
<p>Voiko vierianalytiikka olla laadukasta? Tutkimus sydän- ja verisuonitautien analytiikasta.</p> <p>Liikanen, E. 2003.</p> <p>Väitöskirja. Kliinisen kemian laitos. Kuopion yliopisto.</p>	<p>Kuvata sydän- ja verisuonitautien diagnostiikassa ja hoidon seurannassa käytettävää vierianalytiikkaa ja sen laadunvarmistusta Suomen sairaaloiden ja terveyskeskusten päivystyspoliklinikoilla.</p>	<p>Kyselykaavakkeiden lähetys päivystyspoliklinikoille . Aineiston kerääminen Labquality Oy:stä ulkoisen laadunarvioinnin toteuttamiseksi ja tähän kuului C-reaktiivinen proteiini, kvalitatiivinen troponiini T ja kvantitatiivinen troponiini T. Kokeen järjestäminen, missä testattiin koehenkilöstön kykyä suoriutua TROPT sensitive-vieritestimmäärityksestä.</p>	<p>Suurimmassa osassa (84 %) päivystyspoliklinikoissa käytettiin vieritestejä. Sydän ja verisuonitautien diagnostiikassa käytetyistä testeistä yleisimpiä olivat kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen troponiini T sekä C-reaktiivinen proteiini. Tavallisin perustelu näiden vieritestien käytölle oli läpimenoajan lyhentyminen.</p>

<p>Vähäproteiinisen kasvisravinnon vaikutus happo-emästasapainoon, hiilihydraatti- ja rasva-aineenvaihduntaan sekä niiden säätelyyn osallistuviin hormoneihin levossa ja submaksimaalisessa kestävyysuorituksessa.</p> <p>Nurminen, E. 2008.</p> <p>Pro Gradu -tutkielma. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto.</p>	<p>Tarkoituksena oli selvittää vähäproteiinisen ja emästen tuottoa elimistössä lisäävän kasvisravinnon vaikutuksia happo-emästasapainon eri muuttujiin levossa ja submaksimaalisessa kestävyysuorituksessa. Tarkoituksena oli myös tutkia, kuinka emäksisyys vaikuttaa hiilihydraatti- ja rasva-aineenvaihduntaan sekä niiden säätelyyn osallistuviin hormoneihin.</p>	<p>Koehenkilöinä tutkimuksessa oli yhdeksän 18-28 -vuotiasta miesopiskelijaa, jotka harrastivat vapaa-ajallaan liikuntaa. Mittaukset koostuivat kolmesta polkupyörätestistä ja kolmesta neljän vuorokauden mittaisesta ohjatusta ravintojaksosta.</p>	<p>Tutkimuksen johtopäätöksenä oli, että vähäproteiininen kasvisravinto neljän vuorokauden ajan nautittuna ei aiheuttanut metabolista alkaloosia verrattuna normaalisti proteiinia sisältävään ravintoon. Sen sijaan vähäproteiininen kasvisravinto näytti aiheuttavan muutoksia substraattien käytössä energiantuotannossa verrattuna normaalisti proteiinia sisältävään ravintoon, mikä näkyi kasvaneena hapenkulutuksena kasvisravintoryhmässä.</p>
<p>Vieritestitoimintaa Keski-Suomen kunnissa.</p> <p>Turpeinen, V. 2009.</p> <p>Opinnäytetyö ylempi amk- tutkinto. Sosiaali- ja terveysala. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.</p>	<p>Tarkoituksena oli selvittää ja kuvailla Keski-Suomen sairaanhoitopiiriin kuuluvien kuntien sosiaali- ja terveyspalveluiden käyttämät vieritestit ja niihin liittyvät yleiset käytännöt.</p>	<p>Tutkimuksen menetelmänä käytettiin kvantitatiivista kyselytutkimusta, joka toteutettiin sähköisenä kyselynä. Kysely osoitettiin Keski-Suomen kuntien tai terveydenhuollon kuntayhtymien vastaaville henkilöille. Kyselyllä haluttiin herättää vastaajien huomio siihen, mitä eri osa-alueita vieritestaustoiminnassa tulisi huomioida.</p>	<p>Suurimmat puutteet vieritestauksessa todettiin vieritestien käyttöönotossa, laadunhallinnassa ja yhteistyöstä laboratorion kanssa. Käyttöönotettavia vieritestejä ei aina testattu suositusten mukaisesti ja käytössä oli paljon vieritestejä, joiden toimivuutta ei todennettu sisäisellä laadunohjauksella tai ulkoisella laadunarvioinnilla.</p>

Hakemus toimitetaan tutkimuskoordinaattorille. Ks. tutkimuslupaohjeet  
[www.phsotey.fi](http://www.phsotey.fi) / kehittämistoiminta / tutkimustoiminta sekä ohjeet tämän lomakkeen lopussa.

Saapumispäivä  
9.10.2014

**1. Hakemuksen luonne ja merkintä tutkimusdiariin**

- Tutkimuslupa  
 Tutkimusluvan muutos/täydennys/lisäys, aikaisempi tutkimuslupa PHSOTEY:ssä myönnetty pvm.

PHSOTEY Dnro TUTKIMUS 59/2014  
PHSOTEY:n sisäisen laskutuksen SL-koodi:  
H 155

**2. Tutkimuksen luonne ja toteutuspaikka**

- Perustutkimus  
 Kliininen tutkimus  
 Translationaalinen (perustutkimusta soveltava) tutkimus  
 Yhdistelmä tutkimus, johon sisältyy rekisteri- tutkimusosio ja kliininen osio  
 Pelkästään rekisteritietoja käyttävä tutkimus  
 Tutkimuksen muu luonne, mikä
- PHSOTEY:n palvelujärjestelmää koskeva järjestelmätutkimus, mikä  
 PHSOTEY:n muu sisäinen hanke  
Valtimoverinäytteen otto ja tulkinta ensihoitotilanteissa ja sen vaikutus ensihoitolinjan valintaan.  
 Muu hanke, mikä

Tulosyksikkö:

Liite 4

**3. Tutkimuksen tieteenala/koulutusala, tarkoitus ja toimeksiantaja**

**3.1 Tieteenala/koulutusaste**

- Lääketieteellinen lääketutkimus  
 Lääketieteellinen laitetutkimus  
 Muu lääketieteellinen tutkimus  
 Hoitotieteellinen tutkimus  
 Muu tieteellinen tutkimus (ks.määritelmä), mikä tieteenala:  
 Toinen aste  
 AMK  
 YAMK  
 Muut tutkimustyö, mikä:

**3.2 Tarkoitus**

- Toisen asteen opinnäytetyö  
 AMK:n opinnäytetyö tai YAMK:n kehittämishanke  
 YAMK:n opinnäytetyö  
 Kandidaatin tutkielma tai Pro gradu-tutkielma  
 Lisensiaatintutkimus  
 Väitöskirja  
 Suunnittelu-/selvitys/-kehittämistyö  
 Muu, mikä:

**3.3 Toimeksiantaja**

- Tutkijalähtöinen (myös opiskeluun liittyvä)  
 Yleishyödyllinen yhteisö, yhdistys, säätiö yms.  
 Lääketeollisuus  
 Kaupallinen yritys (markkinointitutkimus)  
 PHSOTEY  
 Muu, mikä:

**3.2.1 Yliopisto/korkeakoulu/oppilaitos sekä ohjaajan nimi ja yhteystiedot**

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu  
Juhani Seppälä, 044-702 8244, juhani.seppala@kyamk.fi  
Opiskelijat: Sirkku Lähteenmäki ja Niko Aholainen

**3.3.1 Toimeksiantajan nimi, osoite- ja yhteystiedot sekä tiedot yhteyshenkilöstä**

PHSOTEY, Ensihoito- ja päivystyskeskus, yl Timo Jama  
Työelämäohjaaja, kenttäjohtaja Esa Sahlman

**4. Tutkimuksen nimi sekä tutkimuslupa/rekisteritietojen luovutukseen tarvittavat luvat, suostumukset ja selvitykset (ks. tutkimuslupaohjeet ja tietosujoaohjeet tämän lomakkeen lopussa)**

Tutkimuksen nimi ja lyhytnimi (englanniksi ja suomeksi, jos ei salainen):

Ensihoitajien käyttökokemuksia arteria-astrupin käytöstä ensihoitotilanteissa ja sen vaikutuksesta ensihoitolinjan valintaan.

Protokolla/Study number

-

Lääketutkimuksista EudraCT number

-

Eettisen toimikunnan käsittelyä ei tarvita

Eettisen toimikunnan lausuntoa haetaan/haettu, kansallisen lausunnon antaja: \_\_\_\_\_

Myönteinen/puoltava kansallinen lausunto annettu (liitteenä):  
lausuntopäätöspvm, päätöspykälä ja diaarinumero

Käsittely PHSOTEY:n eettisessä toimikunnassa: PHSOTEY Dnro ETMK:  
PHSOTEY ETL-/SL-koodi:

Tutkittavien tietoon perustuva suostumus; tiedote/suostumusasiakirja liitteenä

Muu luvat, mitkä sopimus opinnäytetyöstä

Henkilörekisteriseloste liitteenä, pvm 24.12.2014, 29.620  Ei tarvita (tutkimuksessa ei käsitellä henkilötietoja)

**5. Tutkimuksesta/hankkeesta kansallisesti vastaava henkilö**

Nimi Timo Jama	Koulutus ja ammattinimike yl
Tutkimuskeskus/vastuualue/-yksikkö Ensihoitokeskus	Osoite
Puhelin 6639	Sähköposti timo.jama@phsotey.fi

**6. Päätutkija PHSOTEY:ssä/tutkimuksesta/hankkeesta paikallisesti vastaava henkilö**

Nimi Esa Sahlman	Koulutus ja ammattinimike kenttäjohtaja
Tutkimuskeskus/vastuualue/-yksikkö Ensihoitokeskus	Osoite
Puhelin 7876	Sähköposti esa.sahlman@phsotey.fi

**7. Tutkimusrekisterin pitäjä ja -rekisterin vastuuhenkilö (jos eri kuin kohdassa 5)**

Rekisterinpitäjän nimi Esa Sahlman	Osoite
Puhelin kts kohta 6	Sähköposti
Rekisteriasioista vastaavan nimi	Osoite
Puhelin	Sähköposti

**8. Muut tutkijat/tietojen käsittelyyn osallistuvat henkilöt PHSOTEY:n keskuksessa**

Nimi	Koulutus/ ammattinimike	Tulosyksikkö/ vastuuyksikkö- numero	Puhelin	Osallistuu henk.tietojen käsittelyyn
Sirkku Lähteenmäki	ensihoitajaopiskelija		050-3522654	<input type="checkbox"/>
Niko Aholainen	- " -		040-9668117	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>

**9. Tutkimukseen osallistuvat PHSOTEY:N tulosyksiköt**

- Tutkimukseen osallistuvat muut (ks. kohta 8) tulosyksiköt, mitkä esh-yksiköt, laboratorio, liikelaitos, päivystys,
- Liitteenä selvitykset käytettävistä PHSOTEY:n lääketieteellisten palvelujen tulosyksiköiden palveluista

**10. PHSOTEY:n ulkopuolelta hankittavat tutkimuspalvelut**

Palveluntarjoajan nimi	Laskutusosoite ja muut yhteystiedot
-	-

**11. Tutkimuksen kestoa ja aineistoa koskevat tiedot**

Tutkimuksen alkamispvm. 31.7.2013	Tutkimuksen päättämispvm. 31.12.2014
<input type="checkbox"/> Muutos tutkimusaikaan Uusi alkamispvm.	<input type="checkbox"/> Jatkotutkimus Uusi päättämispvm.
Tutkittavien lukumäärä ja tietojen laajuus (Suomessa/PHSOTEY:ssä) alle 100	

**12. Tarvittavan rekisteriaineiston määrittely, tarvittavat tiedot / asiakirjat (täytetään vain yhdistelmä tutkimuksissa ja pelkästään rekisteritietoja käytävässä tutkimuksissa; tarvittaessa eri liitteellä)**

Asiakirja-aineiston sisällön määrittely				
ESH-efica-labrat, SV-210-ensihoitolomake (KELA), Epoc-verikaasuanalysointilaitteisto				
Asiakirjat	Mistä rekisteristä/ arkistosta	kpl	Tutustutaan paikan päällä	Valokopioita/tulosteita pyydetään kpl
SV-ensihoitolomake	-	-	-	-
Tietoja kerätään PHSOTEY:n hallinnoimista tutkimuksista (mitä, mistä, luvat liitteenä)				
-				
Tarvittavat sähköiset tiedot: aineisto määritetty (mitä, mistä järjestelmästä, kenen käyttöoikeuksilla) PHSOTEY:n kenttäjohtajien henkilökohtaisilla tunnuksilla ESH-eficasta				
Tarvittavat tietopalvelun tekemät ATK-poiminnat, poimintojen määrittely ja rajaus (tarvittaessa eri liitteellä)				
-				
Uudet käyttöoikeudet em. tietojärjestelmiin haetaan tutkimuksen vastuualueen atk-yhdyshenkilö kautta, ks. Infokanavan lomakkeet.				

### 13. Tutkimusaineiston hävittäminen tai arkistointi tutkimuksen päätyttyä

Tutkimuksen henkilörekisteri hävitetään tutkimuksen päätyttyä

rekisteri hävitetään kokonaisuudessaan; arvioitu hävittämisaika ja -tapa;

tutkimusaineisto säilytetään ilman tunnistetietojen; tunnistetietojen hävittämistapa;

Tutkimuksen henkilörekisteri arkistoidaan tunnistetiedoin tutkimuksen päätyttyä

Arkistolaissa tarkoitettuna viranomaisen aineistona arkistolain säännösten nojalla arkistonmuodostus-

tussuunnitelman mukaisesti, mihin;

Aineiston arkistointiin haetaan Kansallisarkiston lupa

### 14. Sitoumukset

Hakija vastaa siitä, että tutkijat / tietojen käsittelyyn osallistuvat henkilöt eivät käytä saamiaan tietoja tutkittavan tai hänen läheisensä vahingoksi tai halventamiseksi taikka sellaisten etujen loukkaamiseksi, joiden suojaksi on säädetty salassapitovelvollisuus. Hakija vastaa myös siitä, ettei henkilötietoja luovuteta sivulliselle.

### 15. Allekirjoitukset

LAHTI

3.10.2014

TIMO JAMA  
allekirjoitus ja nimenselvitys  
Ensiohoitokeskus  
Päijät-Hämeen  
sosiaali- ja terveystieteiden  
arvo/tehtävänimike

Tutkimuskeskus, rooli tutkimuksessa (jos ei tutkimuksesta vastaava henkilö/päätutkija(ks. kohdat 5 ja 6) täytä, toimipaikka ja yhteystiedot)

Toimipaikka

Osoiteyhteystiedot

Puhelin

Sähköposti

### 16. Luvan myöntäjän (tulosaluejohtaja tai tulosryhmänjohtaja) viranhaltijapäätös

Myönnetty tutkimuslupa

Myönnetty lupa salassa pidettävien potilas-/asiakasrekisteritietojen luovutukseen ja käyttöön

Hakemuksen mukaisesti  Ehdollinen/rajoitettu lupa  Hakemus hylätty/Tutkimus ei käynnisty

Pyydetään lisäselvityksiä

Perustelut/pyydyttävät lisäselvitykset

Aika ja paikka

Lahti 13.10.2014

Allekirjoitus

Nimenselvitys, arvo/tehtävänimike

Professori Martti Talja  
keskussairaalan johtaja

Toimipaikka ja yhteystiedot

**Pyydytetyt lisäselvitykset toimitettu:**

Aika ja paikka

Allekirjoitus

Nimenselvitys, arvo/tehtävänimike

Toimipaikka ja yhteystiedot

**17. Liitteet versiopäivätyin:** Tutkimushakemus rekisteröidään sähköisesti skannaamalla, päiväykset merkittävä liiteluetteloon

- Tutkimussuunnitelma/hankesuunnitelma tai sen lyhennelmä
- Tutkimuksen kustannus- ja rahoitussuunnitelma
- Selvitykset Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän lääketieteellisten palvelujen keskuksen käytöstä
- kl. fysiologian ja isotooppiäätieteen tulosyksikkö
  - kl. kemian tulosyksikkö
  - kl. mikrobiologian tulosyksikkö
  - kl. neurofysiologian tulosyksikkö
  - radiologian tulosyksikkö
  - patologian tulosyksikkö
- Tutkittavien tiedote- ja suostumusasiakirjat
- Eettisen toimikunnan myönteinen lausunto/lausunnot
- Henkilötietolain (523/1999) 10 § mukainen Tieteellisen tutkimuksen rekisteriseloste/Henkilörekisteriseloste (kun tutkimuksessa käsitellään henkilötietoja)
- Kopio aiemmasta / meneillään olevasta luvasta/päätöksestä
- Muut liitteet *päiväyksineen*, mitkä: sopimus opinnäytetyöstä  
AMK-opinnäytetyö lupa  
saatekirje  
kyselykaavake

## TUTKIMUSLUVAN MYÖNTÄMISEEN LIITTYVÄT TIETOSUOJAOHJEET

### Tietojen luovutus ja käyttö lupa viranomaisen salassa pidettävistä rekisteritiedoista

Tietoja voidaan luovuttaa tieteelliseen tutkimukseen sekä tilastointiin ja viranomaisen suunnittelu- ja selvitystehtäviin viranomaisluvalla, kun aineiston käsittelyssä ja tuloksia julkaistaessa noudatetaan tietosuoja ja henkilötietoja käsitellään lakien edellyttämällä tavalla koko niiden elinkaaren ajan. Viranomaisluvan edellytyksenä on siis:

#### A) Tieteellisen tutkimuksen kriteerien täytyminen:

- 1) objektiivisuus, kriittisyys, autonomisuus, julkisuusperiaate, edistyvyys, yleisyysvaatimus;
- 2) tieteellisen tutkimuksen eettiset perusvaatimukset;
- 3) luvan hakijoiden riittävä tieteellinen pätevyys.

#### B) Tilastointitarkoitus tai viranomaisen suunnittelu- tai selvitystyö (JulkL 28 §)

Jos haastattelemalla, kyselemällä tai tieteellisessä tutkimuksessa kerättyjä tietoja halutaan yhdistää rekisteritietoihin, tarvitaan salassa pidettävien rekisteritietojen saamiseen tutkimuskäyttötarkoitusta varten tutkimushenkilön tietoon perustuva kirjallinen suostumus.

Pelkästään rekisteritietoja / asiakirjoja käyttävissä tutkimuksissa eli nk. puhtaissa rekisteritutkimuksissa tutkittavan omaa suostumusta ei pääsääntöisesti tarvita (vrt. kohta 2. Tutkimuksen luonne).

#### Lääketieteellinen tutkimus, jossa tutkittavilta kerättyyn aineistoon yhdistetään rekisteritietoja

- tutkimussuunnitelma on arvioitu sairaanhoitopiirin eettisessä toimikunnassa, missä tutkimussuunnitelmasta on annettu puoltava lausunto
- pyydetään tutkittavan tietoon perustuva suostumus, jossa suostumus myös rekisteritietojen yhdistämiseen muihin tutkimustietoihin
- luvat rekisteriviranomaisilta (esim. STM, kun tarvitaan lupaa tietojen saamiseksi salassa pidettävistä, useamman kuin yhden STM:n alaisen viranomaisen asiakirjoista; Valvira, kun tarvitaan viranomaislupa elimien, kudoksien tai solujen lääketieteelliseen tutkimuskäyttöön)
- Henkilötietolain (523/1999) 10 §:n mukainen tieteellisen tutkimuksen rekisteriseloste (ei ilmoitusvelvollisuutta tietosuojavaltuutetulle)

#### Pelkästään rekisteritietoja / asiakirjoja käyttävä rekisteritutkimus

- on käsiteltävä eettisessä toimikunnassa, jos tutkimustulokset on tarkoitus julkaista kansainvälisellä foorumilla, missä eettisen toimikunnan käsittely vaaditaan
- luvat rekisteriviranomaisilta (esim. STM, Valvira)
- tutkijan on toimitettava henkilötietolain (523/1999) 10 §:n mukainen tieteellisen tutkimuksen rekisteriseloste: tietosuojavaltuutetun toimistoon, postiosoite: PL 315, 00181 Helsinki; [www.tietosuoja.fi](http://www.tietosuoja.fi).





Liite 5

Ensihoitokeskus  
Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymä  
Ensihoidon vastuulääkäri

TOIMINTAOHJE  
21.7.2013

#### VERIKAASUANALYYSIN OTTO ENSIHOIDOSSA

Päijät-Hämeen sote-kuntayhtymän ensihoitokeskuksen yksiköissä PH 121, 221, 321 sekä L4 on otettu käyttöön EPOC-verikaasuanalysaattori, jolla saadaan verikaasujen lisäksi tutkittua BE, HCO<sub>3</sub>, gluk, Na, K, Ca sekä HKR, Hb ja laktaatti.

Tällä ohjeella ohjeistetaan vaativan hoitotason yksiköille Astrupin otto seuraavissa tilanteissa:

- epäselvä tajunnan häiriö
- epäily hengitysvajauksesta
- epäily sepsiksestä
- hengityskoneeseen kytketyn potilaan seuranta
- epäily vakavasta myrkytyksestä (erityisesti korvikealkoholit, trisykliset masennuslääkkeet, neuroleptit)
- ensihoidon konsultin niin ohjeistaessa

Tutkimusnäyte otetaan ensisijaisesti a.radialiksesta kertapunktiolla hyvällä aseptisellä tekniikalla. Toissijaisesti a.femoraliksesta. Punktion jälkeen tulee pitää suonen päällä kompressiosidosta vähintään 5 min ajan.

Laskimonäytteeseen voidaan tyytyä tilanteissa, joissa tieto valtimoveren happiosapaineesta (paO<sub>2</sub>) ei vaikuta diagnostiikkaan tai ensihoitoon.

Valtimoverinäytettä voidaan yrittää ottaa korkeintaan kolmesti samasta suonestä. Useampia yrityksiä kuin kolme (3) tai toisen valtimon punktiota ei tule yrittää, vaan tällöin tutkitaan laskimonäyte.

Timo Jama  
Ylilääkäri  
Ensihoitokeskus

JAKELU PHSOTEY vaativan hoitotason ensihoitajat  
PHSOTEY kenttäjohtajat

TIEDOKSI Ensihoitopäällikkö Sami Rive  
Ylilääkäri Liisa Kokkonen, ensihoito- ja päivystyskeskus  
Osastonhoitaja Anri Leppänen, Akuutti24  
Ylilääkäri Risto Kuosa, anestesia-osasto  
Ylilääkäri Pekka Loisa, teho-osasto

## PÄIJÄT-HÄMEEN ENSIHOITOPALVELUN HOITOTASOT

### PERUSTASO

Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän ensihoitopalvelussa perustasoisella ensihoidolla tarkoitetaan seuraavaa palvelutasoa:

- Potilaan tutkiminen ja tilanarviointi; peruselintoimintojen häiriöiden tunnistaminen ja lisäavun hälyttäminen tarvittaessa
- Aikuisen pinnallisen perifeerisen laskimon kanylointi ja kristalloidi-infuusion aloittaminen
- Happihoidon aloitus korkeariskisellä potilaalla tai peruselintoimintojen häiriötilanteessa
- Painanta – puhallus -elvytyksen toteuttaminen sekä kammiovärinän defibrillointi neuvovalla defibrillaattorilla
- Hengitystien avaaminen manuaalisesti sekä hengitysteiden imu ja vierasesineen poisto Heimlichin manööverilla/selkäiskuilla tajuissaan olevalla potilaalla
- Maski-palje –ventilaation toteuttaminen sekä nieluputken käyttö elottomalla tai huonosti hengittävällä potilaalla
- Elottoman aikuisen hengitystien turvaaminen supraglottista hengityspotkea käyttäen
- Vammapotilaan tukeminen tyhjiöpatjalla ja kovakaulurilla, murtuminen lastoitus sekä hypotermian ehkäisy käyttäen asianmukaista suojausta
- Hypoglykemian tunnistaminen ja korjaus iv-glukoosilla tai im-glukagonilla konsultaation perusteella
- Kouristavan potilaan hoito bukkaalisella midatsolaamilla hoito-ohjeen mukaisesti
- Rintakipuisen potilaan tutkiminen 14-kytkentäisellä EKG:llä, nitrosuihkeen ja ASA:n käyttö hoito-ohjeen mukaisesti
- Vaikean anafylaktisen sokin hoito im-adrenaliinilla hoito-ohjeen mukaisesti
- Lääkehiilen annostelu myrkytystilanteessa tajuissaan olevalle potilaalle hoito-ohjeen mukaisesti
- Keuhko-obstruktion hoito salbutamoli-ipratropiumbromidi –inhalaatiolla konsultaation perusteella
- Lisäavun hälyttäminen aina peruselintoimintojen häiriötilanteessa tai korkeariskisen oireen takia
- Asianmukaisen ensihoitokertomuksen täyttäminen ja raportointi ylemmän hoitotason yksikölle sekä vastaanottavaan hoitolaitokseen
- Ennakoilmoituksen tekeminen kaikista korkeariskisistä potilaista (A-kuljetus)
- Terveystuonon tukitehtävien hoitaminen kenttäjohtajan tai tilannekeskuksen määräyksestä
- Muut ensihoitopalvelun kenttäjohtajan (L4) tai tilannejohtajan (L5) määräämät tehtävät
- Päivystävän lääkärin konsultaatio epäselvissä X-5 -tilanteissa ja kaikilla X-8 -tehtävillä

## HOITOTASO

Hoitotason ensihoitaja vastaa potilaan hoidosta H+P -yksikössä. Korkeariskisen tai peruselintoimintojen häiriötilanteessa potilaan hoito toteutetaan H-henkilön toimesta, P toimii tällöin kuljettajana.

Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän ensihoitopalvelussa hoitotasoisella ensihoidolla tarkoitetaan perustason toimenpiteiden lisäksi seuraavaa palvelutasoa:

- Sökkisen tai elottoman lapsen pinnallisen laskimon kanylointi
- Vena jugularis externan kanylointi elottomalla potilaalla
- I.O.-yhteyden avaaminen elottomalla potilaalla itsenäisesti ja muilla konsultoiden
- Elottoman intubointi suun kautta
- Adrenaliinin ja amidaronin käyttö elvytystilanteessa itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti
- Syvästi tajuttoman potilaan (=GCS 3) hengitystien turvaaminen nieluun asetettavan supraglottisen hengityspotken avulla, muilla konsultaation perusteella (sedaatio)
- Normoventilaation turvaaminen kapnografialla arvioiden intuboidulla tai supraglottisen hengityspotken asennuksen jälkeen manuaalisesti ventiloidulla potilaalla
- Murtuneen tai poispaikoiltaan olevan raajan/nivelen paikalleen asettaminen kipulääkityksen (alfentaniili) avulla itsenäisesti
- Rintakipuisen potilaan hoidon aloitus itsenäisesti suonensisäisellä morfiinilla hoito-ohjeen mukaisesti, jatkohoidon toteutus konsultoiden nitraatti-infuusiolla sekä iv-enoksapariinilla ja metoprololilla
- G10 annostelu hypoglykemiassa suoneen itsenäisesti
- Salbutamoli ja ipratropiini tai vastaavat valmisteet inhaloiden obstruktiossa itsenäisesti sekä iv-kortikosteroidin käyttö hoito-ohjeen mukaisesti
- Kipu- ja pahoinvointilääkityksen aloitus itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti, jatkohoito konsultoiden
- Loratsepaami ja midatsolaami suonensisäisesti kouristelun hoidossa itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti
- Muut lääkkeineet konsultoiden
- CPAP-hoidon aloitus itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti ja jatkohoito konsultoiden
- Nenä-maha- tai suu-mahakatetrin asettaminen itsenäisesti poislukien tajuton vammapotilas
- Ulkoinen tilapäistahdistus konsultoiden
- Hätäkardioversio kenttäänestesiassa konsultoiden
- Neulatorakosenteesi konsultoiden
- Toimiminen monipotilas- tai suuronnettomuustilanteessa L4:n määräämässä johtotehtävässä (luokittelu-, kuljetus- tai hoitojohtaja)
- Muut ensihoitopalvelun kenttäjohtajan (L4) tai tilannejohtajan (L5) määräämät tehtävät

## VAATIVA HOITOTASO

Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveystyöntekijän ensihoitopalvelussa vaativalla hoitotasoisella ensihoidolla tarkoitetaan perus- ja hoitotason lisäksi seuraavaa palvelutasoa:

- I.O.-yhteyden avaaminen kriittisesti sairaalla potilaalla itsenäisesti sekä luuydinkanavan puudutus tajuissaan olevalla
- V.jugularis externan kanylointi kriittisesti sairaalla potilaalla
- Nestehoitoon reagoimattoman matalan verenpaineen hoito noradrenaliini-infusiolla postresuskitaatiotilanteessa itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti ja muuten konsultoiden
- Tajuttoman, huonosti hengittävän tai uhkaavan hengitystietukos -potilaan hengitystien turvaaminen sedaatioissa orotrakeaalilla intubaatiolla konsultoiden
- Veri-kaasuanalyysin ottaminen ja tulkinta
- Intuboidun tai supraglottisella hengitysputkella hoidetun potilaan kytkeminen respiraattoriin hoito-ohjeen mukaisesti
- Sedaation toteuttaminen intuboidulla potilaalla propofoli-infuusiota käyttäen hoito-ohjeen mukaisesti
- Pitkittyneen kouristelun hoito fosfenytoiinilla hoito-ohjeen mukaisesti konsultoiden
- Hengitysvajauspotilaan hoito NIV- tai CPAP-moodia käyttäen hoito-ohjeen mukaisesti
- AMI/UAP-potilaan hoito nitraatti-infusiolla ja metoprololilla hoito-ohjeen mukaisesti itsenäisesti ja muiden lääkitysten konsultointi
- I.v-ASA:n käyttö tarvittaessa (jos p.o ei mahdollista) itsenäisesti
- STEMI-potilaan trombolyyttihoidon toteuttaminen konsultoiden
- Epäillyn syanidi-myrkytyksen vasta-ainehoidon toteutus hydroksikobalamiinilla itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti
- Naloksonin ja flumatseniilin annostelu opiaatti- tai bentsodiatsepiini-intoksikaatiossa itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti
- Natriumbikarbonaatti-infuusion aloitus todetussa vaikeassa metabolisessa asidoosissa, hyperkalemiassa tai trisyklisten antidepressanttien aiheuttamassa vakavassa intoksikaatiossa hoito-ohjeen mukaisesti
- Ulkoinen tilapäistahdistus itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti
- Hätäkardioversio kenttäanestesiassa itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti ja kiireellinen kardioversio konsultoiden
- Neulakorakosenteesi itsenäisesti jänniteilmarinnan hoito-ohjeen mukaisesti
- Neulakoniotomia hätähengitystienä itsenäisesti hoito-ohjeen mukaisesti
- Toimiminen ensihoitopalvelun tilannejohtajana (L5) kenttäjohtajan määräyksestä
- Toimiminen monipotilas- tai suuronnettomuustilanteessa hoitojohtajana (tai tilanteen mukaan luokittelu-/kuljetusjohtajana)

Timo Jama  
Yli lääkäri  
Ensihoitokeskus

JAKELU Ensihoitopalvelun työntekijät  
Kenttäjohtajat

TIEDOKSI Liisa Kokkonen, ensihoito- ja päivystyskeskus  
Sami Rive, ensihoitokeskus  
Markku Heikkilä, Päijät-Hämeen pelastuslaitos



Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymä  
Päijät-Hämeen ensihoitokeskus  
Keskussairaalankatu 7, 15850 Lahti  
Puhelinvaihe (03) 819 11  
www.phsotey.fi

## TOIMINTAOHJE

### ENSIHOITOPALVELUN YKSIKÖIDEN HÄLYTTÄMINEN PÄIJÄT-HÄMEEN SAIRAANHOITAPIIRIN ALUEELLA

Toimintaohje Hätäkeskuslaitokselle

Lahti 05.12.2012

Tämä hälytysohje korvaa kaikki aiemmat Päijät-Hämeen shp:n ensihoidon yksiköiden hälyttämistä koskevat ohjeet. Ohje astuu voimaan 31.12.2012 klo 09.

#### A-tehtävät

Hälytetään nopeimmin kohteen saavuttava ja tarkoituksenmukaisin ensihoitopalvelun yksikkö. Hälytetään lisäksi aina EPH L4 sekä lähin vaativan hoitotason yksikkö (EPH 121, 221, 321), mikäli tämä ei ole hälytetty jo lähimpänä yksikkönä.

Tehtäväkoodeihin 700, 701, 702, 711, 741, 744, 031 ja 032 hälytetään tukiyksiköksi lähin ensihoitokeskuksen siirtokuljetusyksikkö (EPH 041, 042, 051, 052) tai ensivasteyksikkö riippuen siitä, kumpi tavoittaa kohteen nopeammin.

Muihin A-tehtäviin hälytetään tukiyksikkö vain, mikäli se tavoittaa kohteen vähintään 10 minuuttia ennen ensihoitopalvelun yksikköä.

Lääkärihelikopteri (FH10, FH30) hälytetään voimassa olevien ERVA:n ensihoitokeskusten antamien hälytysohjeiden mukaisesti tai EPH L4:n määräyksestä.

A-tehtävät välitetään lisäksi tiedoksi vastuulääkärin (EPH L20) ja ensihoitopäällikön (EPH L40) sekä PH H11 triagehoitajan Virve-päätelaitteisiin.

#### B-tehtävät

Hälytetään nopeimmin kohteen saavuttava ja tarkoituksenmukaisin ensihoitopalvelun yksikkö.

Tukiyksikkö hälytetään vain, mikäli se tavoittaa kohteen vähintään 15 minuuttia ennen ensihoitopalvelun yksikköä.

#### C-tehtävät

Hälytetään lähin Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin ensihoitopalvelun yksikkö, joka tavoittaa kohteen 30 minuutin kuluessa hälytyksestä.

Ensivasteyksikköä ei hälytetä, ellei tiedossa ole poikkeuksellista pelastustoimen resurssia (vene, moottorikelkka, mönkijä tai ns. oven avaus) vaativa tehtävä.

#### D-tehtävät

Hälytetään lähin Päijät-Hämeen sairaanhoitopiirin ensihoitopalvelun yksikkö, joka tavoittaa kohteen 120 minuutin kuluessa hälytyksestä.

#### Muuta

793 -tehtäviin tai muihin terveyskeskuksiin tai sairaaloihin kohdistuviin tehtäviin ei hälytetä tukiyksikköä.

Ensihoitoyksikkö voi pyytää tukiyksikköä liitettäväksi tehtävään tai perua sen kohteesta saamiensa lisätietojen perusteella.

Ensihoitopalvelun kenttäjohtaja (EPH L4) päättää itsenäisesti liittyykö tehtävään vai määrääkö johtovastuun alueen vaativan hoitotason yksikölle (EPH X21 L5) tai muulle yksikölle. L4 muuttaa tarvittaessa hälytysvastetta alueellisen ensihoitovalmiuden edellyttämällä tavalla.

### Monipotilas – ja suuronnettomuustilanteet

#### 1. Altistuneita on 2-5:

Hälytetään yksi ensihoitopalvelun yksikkö jokaista punaiseksi/keltaiseksi epäiltyä altistunutta kohden sekä EPH L4. Mikäli voidaan olettaa altistuneiden olevan vihreitä, riittää yksi yksikkö kahta vihreää kohden.

#### 2. Altistuneita on 6-9:

Hälytetään viisi (5) lähintä alueen ensihoitopalvelun yksikköä kohteeseen sekä EPH L4.

Hälytetään kohteen nopeimmin tavoitettava lääkärihelikopteri.

EPH L4 määrää lisähälytykset. D-tehtävät jonoutetaan koko alueella.

Ilmoitus tekstiviestillä PH H11 triage-hoitajalle sekä EPH L20 ja L40 virkapuhelimeen.

#### 3. Suuronnettomuushälytys (altistuneita 10 tai enemmän):

Suuronnettomuushälytyksen määrää **lääkintäjohtaja (L3)** varmistuttuaan altistuneiden määrästä. Häätäkeskus hälyttää kohdan 2 mukaisen määrän ensihoitopalvelun yksiköitä ennakoivasti ilman erillistä määräystä (ns. ensimmäinen aalto).

EPH L4 toimii lääkintäjohtajana (L3) ja viestiliikenne siirretään alueen SERTI-kansioon. Poikkeustilanteessa L3:na voi toimia myös EPH L40 tai L20.

C- ja D-tehtävät jonoutetaan koko alueella.

Ensimmäisessä aallossa hälytetään viisi (5) lähintä alueen ensihoitopalvelun yksikköä kohteeseen (epäily suuronnettomuudesta riittää) sekä EPH L4.

Hälytetään kohteen nopeimmin tavoitettava lääkärihelikopteri. Varaudutaan toisen lääkärihelikopterin hälyttämiseen.

Toisessa aallossa hälytetään kolme (3) naapurisairaanhoidopiirien yksikköä, kun L3 on vahvistanut suuronnettomuuden.

Suuronnettomuushälytys PH H11 triage-hoitajalle ja EPH L20 ja L40 virkapuhelimiin kun 1. ja 2. hälytysaalto on hälytetty.

L3 määrää lisähälytykset sekä perustaa varayksiköt alueelle. Kullekin ensihoitoalueelle tulisi jäädä vähintään kaksi ensihoitopalvelun yksikköä (toinen voi olla siirtokuljetusyksikkö) päivittäistehtäviä (A-B –tehtävät) varten.

Timo Jama

Ensihoidon vastuulääkäri

Ensihoitokeskus, Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymä