



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# HAPPO-EMÄSTASAPAINOHÄIRIÖT, NIIDEN TULKINTA JA HOITO

Opas ja taskukortin laadinta hoitotyöhön

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Sosiaali- ja terveysala  
Sairaanhoitaja AMK  
Hoitotyö  
Toiminnallinen opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Sanna Koskimäki



Lahden ammattikorkeakoulu  
Hoitotyön koulutusohjelma

KOSKIMÄKI, SANNA:

Happo-emästasapainohäiriöt, niiden  
tulkinta ja hoito  
Opas ja taskukortin laadinta hoitotyöhön

Sairaanhoitotyön opinnäytetyö, 57 sivua, 21 liitesivua

Kevät 2014

TIIVISTELMÄ

---

Väestön ikääntyessä potilasmäärät kasvavat. Tämä luo uusia vaatimuksia sairaanhoitajien osaamiselle. Vahvan teoreettisen tietopohjan luominen on osa ammatillisen kasvun prosessia.

Sairaanhoitajan työn yksi tärkeimmistä osa-alueista on kliininen hoitotyö. Potilaan peruselintoimintojen tarkkailu ja hoito kuuluu sairaanhoitajan työtehtäviin niin vuodeosastoilla kuin akuutisti sairastuneiden hoitotyössä. Happo-emästasapainon häiriöt vaikuttavat potilaan hengityselimistöön ja aineenvaihduntaan.

Vakavimmillaan happo-emästasapainon häiriöt voivat johtaa kohtalokkaiseen rytmihäiriöihin tai verenkierron romahtamiseen. Hoitohenkilökunnan vaihtuvuus ja opiskelijoiden perehdytys kohti hoitotyön asiantuntijuutta edellyttää jatkuvaa koulutusta ja kirjallisen perehdytysmateriaalin olemassaoloa.

Näyttöön perustuva hoito kattaa tutkitun tiedon ja hoitajan oman kokemukseräisen tiedon käytön, ympäristön resurssien ja toimitilojen huomioimisen sekä potilaan ja hänen omaisiensa antaman tiedon hyödyntämisen. Näyttöön perustuvassa hoidossa toteutuu päätöksenteonprosessi, mikä mahdollistaa potilaalle parhaan mahdollisen hoidon ja takaa potilasturvallisuuden toteutumisen.

Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyi opas ja taskukortti happo-emästasapainosta, niiden tutkimisesta ja hoidosta. Oppaassa käsitellään valtimoverikaasuanalyysin tulkinta, happo-emästasapainon häiriöt, tarkkailu ja hoito. Taskukortti tuo tiivistetyn tiedon käden ulottuville. Opas ja taskukortti syventää sairaanhoitajien ja sairaanhoitajaopiskelijoiden kliinisen hoitotyön osaamista. Ne johdattavat kohti sairaanhoitajan työn asiantuntijuutta ja toimivat päätöksenteon välineenä.

Opinnäytetyötä ja sen tuotosta hyödynnetään Lahden ammattikorkeakoulun hoitotyön koulutusohjelmassa. Lisäksi opas ja taskukortti on Päijät-Hämeen Keskussairaalan käytettävissä sairaanhoitajaopiskelijoiden ja sairaanhoitajien perehdytykseen.

Asiasanat: happo-emästasapaino, asidoosi, alkaloosi, verikaasuanalyysi, hoitotyö, oppaat

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Nursing

KOSKIMÄKI, SANNA:

Disturbances in acid-base equilibrium  
and their treatment  
A guide book for nursing

Bachelor's Thesis in Nursing 57 pages, 21 pages of appendices  
Spring 2014

## ABSTRACT

---

As the population ages continuously, the amount of patients increases as well. This extra strain increases the need of competence for the education of nurses. It is part of the occupational growth to acquire a strong theoretical knowledge base.

One of the most important fields of nursing is clinical nursing. Monitoring and sustaining the vital functions of a patient is basic work, both on the wards and with those with acute diseases. Disturbances in the acid-base equilibrium affect the patient's respiratory system and metabolism. In the worst case, they may lead to fatal arrhythmia or shutdown of the circulatory system. Because of the turnover rate of nursing staff and for the proper orientation of nursing students, it is imperative that a written orientation program is available.

Evidence-based nursing ensures appropriate health care. It is a concept based on established knowledge and empiric knowledge of a nurse, resources available and taking into account the premises and knowledge given by the patient and his/her next of kin. In evidence-based nursing a decision-making process leads to the best possible treatment.

This thesis includes a guidebook and a pocket guide about the disturbances in acid-base equilibrium. The guidebook discusses the interpretation of blood gas analysis as well as monitoring and treatments of the disturbances in the acid-base equilibrium. The pocket guide makes this information available at hand. The guidebook and the pocket guide enhance the competence of nurses and nursing students in the area of clinical nursing. They lead towards expertise in acute nursing and function as tools in decision making.

This thesis and its output will be introduced to the study program of nursing in Lahti university of applied sciences. The guidebook and pocket guide will be taken into use for the orientation of nurses and nursing students in Päijät-Häme central hospital.

Keywords: acid-base equilibrium, acidosis, alkalosis, blood gas analysis, nursing, guidebooks

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	SAIRAANHOITAJAN AMMATILLINEN OSAAMINEN	4
2.1	Sairaanhoitajien koulutus	4
2.2	Näyttöön perustuva hoitotyö	5
2.3	Hoitotyön asiantuntijuus	6
3	TIEDONHANKINNAN KUVAUS	8
4	ELIMISTÖN PH-PITOISUUS JA HAPPO-EMÄSTASAPAINO	13
4.1	Elimistön pH-arvo	13
4.2	Happo-emästasapainon säätely	14
4.2.1	Kemialliset puskurijärjestelmät	14
4.2.2	Respiratorinen säätelyjärjestelmä	16
4.2.3	Munuaisissa tapahtuva säätely	17
5	VERIKAASUANALYYSI JA VIITEARVOT	19
5.1	Verikaasuanalyysin ottaminen	19
5.2	Verikaasuanalyysin viitearvoista poikkeavien arvojen merkitys	21
5.3	Verikaasuanalyysin tulkinta	22
6	ASIDOOSI	25
6.1	Metabolinen asidoosi	25
6.1.1	Krooninen munuaisten vajaatoiminta	28
6.1.2	Diabeettinen ketoasidoosi	29
6.2	Respiratorinen asidoosi	31
6.2.1	Krooninen respiratorinen asidoosi	32
6.2.2	Äkillinen respiratorinen asidoosi	32
6.2.3	Happihoito	33
7	ALKALOOSI	36
7.1	Respiratorinen alkaloosi	36
7.1.1	Sepsis respiratorisen alkaloosin aiheuttajana	37
7.2	Metabolinen alkaloosi	38
8	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET	40
9	OPINNÄYTETYÖPROSESSI	41

9.1	Opinnäytetyön luonne ja kohderyhmä	41
9.2	Prosessin kuvaus	41
9.3	Oppaan ja taskukortin toteuttaminen	43
9.4	Oppaan ja taskukortin arviointi	46
10	POHDINTA	48
	LÄHTEET	53
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tutkimukset osoittavat, että lähes joka kymmenes potilas kohtaa sairaalassa ollessaan haittatapahtuman. Haittatapahtumista 15 % liittyi lääkehoitoon ja 40 % operaatioon ja siitä toipumiseen. Oleellista on, että jopa puolet sairaalahoidon haittatapahtumista olisi ennaltaehkäistävässä. (Hoppu & Alanen 2012, 13.)

Päivystyshoitotyössä potilasturvallisuuden ongelmiksi on todettu lääkehoidon toteuttaminen, potilaan kliininen arviointi ja diagnostiikka sekä annettu hoito. Tapahtuvat virheet voivat olla suuria ja merkityksellisiä potilaan terveydelle ja koko terveydenhuollon kustannuksille. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2010, 37.)

Päivystyksessä työskentelevien sairaanhoitajien koulutus ei anna riittäviä valmiuksia työskennellä päivystyspoliklinikan vaativissa tehtävissä. Sairaanhoitajien peruskoulutukseen tulisi lisätä patofysiologian osaamista, hoidon kiireellisyyden ensiarviota, hätätilapotilaiden tunnistamista ja hoidon jatkuvaa seuranta. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2010, 33.)

Lankisen (2013) tutkimuksen mukaan sairaanhoitajaopiskelijoiden ja sairaanhoitajien välisessä osaamisessa oli suurimpia eroja äkillisen päätöksenteon ja triagen hallinnassa. Sairaanhoitajaopiskelijat arvioivat oman kliinisen osaamisen keskiarvoksi 64,8, tavoiteltavan osaamisen tason ollessa 80. Vähiten opiskelijat kokivat hallitsevansa diagnosointia tukevaa osaamista (ka 55,0). Myös sairaanhoitajat kokivat diagnosointia tukevan osaamisen heikoimmaksi osa-alueeksi omassa työssään (ka 79,0). (Lankinen 2013, 58.) Pahkalan, Lukkarisen ja Kääriäisen (2014) tutkimus hoitotyön opiskelijoiden kliinisestä osaamisesta tarjoaa vastaavia tuloksia. Opiskelijat kokivat kriittisesti sairaan potilaan akuuttihoitotyön heikoimmaksi osa-alueeksi. Jopa 29 % tutkimukseen osallistuneista koki osaamisensa tyydyttäväksi ja 12 % heikoksi. (Pahkala, Lukkarinen & Kääriäinen 2014, 21.)

Sairaalan sisällä tapahtuvat sydänpysähdykset eivät usein tule yllättäen. Valtaosalla elvytykseen joutuneista potilaista on havaittavissa jo tunteja aiemmin häiriöitä peruselintoiminnoissa. Näitä voivat olla muutokset hengitystiheydessä, verenpaineessa, happisaturaatiossa ja/tai sykkeessä. (Hoppu & Alanen 2012, 13-14.) Peruselintoimintojen havainnointi on tärkeää, jotta elimistöä uhkaavat happo-

emästasapainon häiriöt voidaan tunnistaa viiveettä (Alahuhta, Ala-Kokko, Kiviluoma, Perttilä, Ruukonen & Silfvast 2014, 54). Happo-emästasapainon häiriöissä potilaan hengitystiheys muuttuu (Käypä hoito 2006). Tutkimuksissa on havaittu puutteita sairaanhoitajien peruselintoimintojen häiriöiden seuraamisessa, kuten hengitystiheyden mittaamisessa (Hoppu & Alanen 2012, 14-15). Elektrolyyttitasapainon muutokset ovat tyypillisiä happo-emästasapainon häiriöissä, jolloin sydämen rytmihäiriöt ovat mahdollisia (Kaarlola, Larminen, Lundgrén-Laine, Pyykkö, Rantalainen & Ritmala-Castrén 2010, 54). Peruselintoimintojen häiriöiden, kuten rytmihäiriöiden havaitsemiselle on oleellista toistuva elintoimintojen mittaus, monitorointi, arviointi ja raportointi (Hoppu & Alanen 2012, 13-15). Hoppu & Alasen (2012) tutkimuksen mukaan vuodeosastoilla yksinkertaista monitorointia ei ehditä tai osata toteuttaa. Hoidon viivästymisen tai väärän tulkinnan seurauksena voi olla suunnittelematon tehohoito tai äkkikuolema (Hoppu & Alanen 2012, 13-15).

Muutokset peruselintoiminnoissa lisäävät sairaalakuolleisuutta. Yhden peruselintoiminnon häiriö lisää kuolleisuutta 8 %. Kolmen eri elintoiminnon häiriö nostaa 30 päivän kuolleisuutta 34 %. Kun häiriöitä on neljä tai enemmän, on kuolleisuus jopa 88 %. (Hoppu & Alanen 2012, 13.) Tehohoidon suorat, terveyssektorille syntyvät kustannukset ovat Suomessa noin 3 000-4 000 euroa hoitovuorokaudelta (Kekomäki 2012, 10).

Laadukkaalla ja kehittyvällä hoitotyöllä on suuri merkitys potilasturvallisuudelle. Laadukas peruselintoimintojen häiriöiden arviointi ja hoito vähentää potilaskuolleisuuden riskiä. Lisäksi laadukas näyttöön perustuva hoitotyö vähentää suunnittelemattomia tehohoitajaksoja, mikä säästää terveydenhuollon kustannuksia. Hoitajien ammattitaidon puute ja systeemivirheet voivat aiheuttaa suurta vahinkoa potilaan terveydelle, mikä ei ole rahalla mitattavissa.

Sairaanhoitajien työnkuva on muutoksessa. Hoitajien tehtäväkuvat uudistuvat ja lääkäreiltä siirtyy tehtäviä hoitohenkilöstölle. Laajentuvat tehtäväkuvat käsittävät hoidon tarpeen arviointia, äkillisissä terveysongelmissa hoitoon ohjaamista ja puhelinneuvontaa. (Utriainen, Ala-Mursula & Virokangas 2011, 30.)

Potilasmäärän kasvaessa akuutisti sairastuneiden määrä kasvaa. Kliinisten oireiden lisäksi happo-emästasapainoa seurataan valtimoverikaasunäytteillä. Monilla erikoissairaanhoidon osastoilla verikaasuanalyysin ottaminen on arkipäiväistä. Sairaanhoitaja voi olla ensimmäinen, joka tarkastelee laboratoriotuloksia. Tuolloin korostuu ymmärrys tuloksien tulkitsemiseen, jotta peruselintoimintoja uhkaavat tilat tunnistetaan viiveettä. (Woodrow 2004, 45).

Elimistön happo-emästasapainon häiriöt voivat olla niin pieniä, etteivät ne aiheuta potilaalle selvästi havaittavia oireita. On monia sairaanhoidon alueita, joissa happo-emästasapainoa tulkitsevia tutkimuksia otetaan harvoin. Tuolloin hoitajille ei synny rutiinia verikaasuanalyysin tulkintaan. Ammatillisen tiedon laajentaminen ja uuden teoreettisen tiedon omaksuminen on tärkeää, sillä ne tekevät hoitotyöstä mielenkiintoisempaa. Parhaimmillaan tuloksena on kokonaisvaltaisempaa hoitotyötä. (Woodrow 2004, 51-52.)

Vuonna 2013 opinnäytetyön tekijä oli hoitotilanteessa, jossa anestesia lääkäri kutsuttiin paikalle potilaan peruselintoimintojen heiketessä. Potilashuoneeseen tullessa anestesia lääkäri sanoi hoitohenkilöstölle: ”Tässä tilanteessa meidän ei tule olla kiinnostuneita potilaan korvaledessä kiertävän veren happisaturaatiosta, ottakaa hyvät ihmiset oikeita näytteitä”. Samassa huoneessa seisova opinnäytetyön tekijä oli ihmeissään. Karu todellisuus iski vasten kasvoja; koulu ei opeta aivan kaikkea. Häätätilapotilaiden tunnistaminen, hoidon kiireellisyyden arviointi ja seuranta vaatii muutakin, kuin korvaleden happisaturaatiota. Kriittisesti sairaan potilaan peruselintoimintojen arviointi ja hoito on haastavaa. Nykytilanteen tunnistamisen lisäksi tulisi ennakoida tulevaa, käyttää opittua teoriatietoa laadukkaasti hektisessä hoitotilanteessa.

Vuotta myöhemmin opinnäytetyön tekijä on edelleen yhtä ihmeissään. Pitkän hoitouran tehneet, ikääntyvät sairaanhoitajat ovat akuuteissa hoitotilanteissa kultaakin tärkeimpiä. Heidän rauhallisuutensa, laaja ymmärrys elimistön toimintatavoista ja hoitotyön keinoista tekee nuoren hoitajan nöyräksi. Ensimmäinen kosketus happo-emästasapainohäiriön kanssa ei unohdu, etenkin elvytykseen johtanut. Obduktio-osaston oven sulkeutuessa opinnäytetyön tekijällä oli mielessä yksi ajatus: ”Tästä on otettava selvää enemmän”.

## 2 SAIRAANHOITAJAN AMMATILLINEN OSAAMINEN

Tässä luvussa käsitellään sairaanhoitajan koulutusta, näyttöön perustuvaa hoitotyötä ja hoitotyön asiantuntijuuteen johtavaa ammatillista kasvua ja sen edellytyksiä.

Sairaanhoitajan osaaminen perustuu vahvaan teoreettiseen osaamiseen. Hyvä hoitotyö on näyttöön perustuvaa hoitotyötä, mikä edellyttää hyviä ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja. Sairaanhoitajan tulee hallita potilaan tilan, oireiden ja hoidon vaikuttavuuksien seuranta sekä kyetä tekemään tarvittavat johtopäätökset. Lisäksi sairaanhoitajan tulee hallita peruselintoimintojen kuten hengityksen, verenkierron ja tajunnantason tutkiminen, arvioiminen ja ylläpito. Elimistön normaalitilojen häiriötilanteissa sairaanhoitajan tulee kyetä toimimaan ripeästi terveydenhuollossa voimassa olevien toimintaohjeiden mukaisesti. Sairaanhoitaja on velvollinen itsensä ja alan ammatilliseen kehittämiseen. (Opetusministeriö 2006, 63-64.)

### 2.1 Sairaanhoitajien koulutus

Ammattikorkeakoulutuksen hoitotyön koulutusohjelmassa koulututetaan sairaanhoitajia erilaisiin hoitotyön tehtäviin. Tavoitteena on laaja-alainen ammattitaito, mikä mahdollistaa työskentelyn monipuolisissa tehtävissä. Sairaanhoitajakoulutuksen laajuus on 210 opintopistettä. (LAMK 2014, 2.)

Lahden ammattikorkeakoulussa happo-emästasyyppiä käsitellään anatomian ja fysiologian opinnoissa. Opinnot kattavat ihmisen koko elimistön, muun muassa virtsaneritys-, ruoansulatus- ja umpieritysjärjestelmät, verenkierto- ja hengitysjärjestelmän sekä veri- ja elimistön puolustusjärjestelmän. (LAMK 2014, 10.) Anatomian ja fysiologian opinnot ovat vain neljä opintopisteen kokonaisuus (LAMK 2014, 10.), joten happo-emästasyyppiä opetus jää hyvin pinnalliseksi.

Potilaan peruselintoimintojen arviointia ja hoitoa opetetaan Akuutisti sairastuneen hoitotyö -opintojaksossa. Opintojakson sisällössä on muun muassa peruselintoimintojen muutoksien tunnistaminen ja reagointi tilan vaatimalla tavalla. Lisäksi kokonaisuuteen kuuluu neste-, ravitsemus-, kivun- ja lääkehoidon

toteuttaminen. Myös kriisipsykologia kuuluu opintojakson sisältöön. (LAMK 2014, 29.) Opintojakson laajuus on vain kolme opintopistettä (LAMK 2014, 29), mikä ei mahdollista peruselintoimintojen häiriöiden ja hoidon perinpohjaista sisäistämistä. On todettu, että sairaanhoitajaopiskelijat ovat kokeneet akuutin hoitotyön heikoimmaksi osa-alueikseen (Pahkala ym. 2013, 21). Akuutin hoitotyön osaamisen kehittämisen tarpeisiin tulisi vastata myös sairaanhoitajien peruskoulutuksessa.

Sairaanhoitajaopiskelijat ovat huomattavan osan opinnoistaan ohjatussa harjoittelussa. Lahden ammattikorkeakoulussa ohjatun harjoittelun osuus on 90 opintopistettä, mikä sisältää 15 opintopistettä opinnäytetyötä. (LAMK 2014, 5.) Tutkimuksessa ”Hoitotyön opiskelijoiden kliininen osaaminen” (Pahkala ym. 2013, 22.) todetaan, että ohjatuilla harjoitteluilla ja sen laadulla on suuri merkitys hoitotyön opiskelijoiden kliiniseen osaamiseen. Opiskelijat ovat kokeneet kehittyneensä useiden ohjattujen harjoitteluiden aikana potilaan perus- ja kokonaishoidossa sekä kriittisesti sairaan potilaan akuuttihoitotyössä. Potilaan kokonaishoidon ymmärtämistä edistää teorian tiedon ja käytännön hoitotyön integroituminen, mikä mahdollistaa kliinisen hoidon osaamisen kehittymisen. (Pahkala ym. 2013, 22.)

## 2.2 Näyttöön perustuva hoitotyö

Näyttöön perustuvalla toiminnalla tarkoitetaan hoitotyötä, jossa hyödynnetään parasta saatavilla olevaa ajantasaista tietoa. Tiedon käyttö tulee harkita tilannekohtaisesti asiakkaan/potilaan hoidon tarpeen mukaisesti, jotta potilas saa parhaan mahdollisen hoidon. Näyttöön perustuvaksi tiedoksi hyväksytään luotettavat tutkimustiedot tai muu luotettavaksi arvioitu tieto, mikä täyttää asiantuntijuuden määritelmät. (Hoitotyön Tutkimussäätiö 2014.)

Hoitotyössä on pyrittävä näyttöön perustuvaan päätöksentekoon (Hoitotyön Tutkimussäätiö 2014). Näyttöön perustuvan päätöksenteon prosessi kattaa näyttöön perustuvan tutkimustiedon, hoitohenkilöstön kokemusperäisen tiedon, toimintaympäristön, saatavilla olevat resurssit sekä asiakkaalta itseltään ja hänen läheisiltään saatavan tiedon (Ahonen, Blek-Vehkaluoto, Ekola, & Uski-Tallqvist

2012, 16-17). Näyttöön perustuva päätöksenteko on suuresta kokonaisuudesta koostuva prosessi, mikä edellyttää tekijältään moniulotteista harkintaa (Hoitotyön Tutkimussäätiö 2014).

Näyttöön perustuvalla hoitotyöllä on suuri merkitys potilasturvallisuudelle (Ahonen ym. 2012, 16-17). Tutkittu tieto mahdollistaa sellaisten turhien hoitomenetelmien käyttämättä jättämisen, joilla ei ole vaikutusta potilaan hoidon lopputulokseen tai jotka voivat olla jopa haitaksi potilaan terveydentilalle. Myös eettinen näkökulma on merkittävä. Ei ole eettisesti oikein toteuttaa hoitotyön keinoja, joista potilas ei saa parasta mahdollista hyötyä tai hyödy lainkaan. (Hoitotyön Tutkimussäätiö 2014.)

Hoitosuositukset ovat asiantuntijoiden laatimia näyttöön perustuvia kannanottoja. Suositusten tarkoituksena on yhdenmukaistaa hoitoprosessia, jolloin paras mahdollinen tutkittu näyttö ohjaa potilaan saamaa hoitoa. (Ahonen ym. 2012, 20.) Elvytyksen Käypä hoito -suosituksen tavoite on tehostaa peruselintoimintojen häiriöiden tunnistamista ja taata sydänpysähdyspotilaille tehokkain hoito. Tehokas ja laadukas peruselvytys ja varhainen defibrillaatio parantaa potilaan ennustetta. (Käypä hoito 2011.) Elvytyksen laadulla on suuri merkitys elimistön happo-emästasapainolle, sillä elottomuus johtaa sekä metaboliseen että respiratoriseen asidoosiin (Kuisma, Holmström, Nurmi, Porthan & Taskinen 2013, 267). Huomioitavaa on, että Elvytyssuosituksen käyttöön saattaminen edellyttää henkilöstön määrätietoista koulutusta (Käypä hoito 2011).

### 2.3 Hoitotyön asiantuntijuus

Hoitotyössä ammatillinen kasvu edellyttää jatkuvaa kehittymistä. Ammatillinen kasvu on prosessi, joka rakentuu opiskelun ja kertyvien kokemusten kautta. Prosessiin vaikuttavat myös hoitajan yksilölliset tavoitteet ja motivaatio. (Liimatainen 2009, 11.) Prosessin onnistumisen edellytyksenä on jo koulutuksen aikana opittu kyky oman toiminnan reflektointiin (Korhonen, Korhonen & Holopainen 2010, 39). Prosessin edetessä syntyy hoitoalan asiantuntijuus. Asiantuntijuutta on kuvattu hoitoalalla kyvyksi tunnistaa, määritellä ja tulkita potilaan/asiakkaan tarpeita, sekä ottaa heidät osaksi päätöksentekoa. Kasvu

asiantuntijaksi näkyy hoitajan ajattelun ja toimintavalmiuksien kehittymisenä. (Liimatainen 2009, 11.)

Asiantuntijuuden säilyminen edellyttää jatkuvaa oman tiedon päivittämistä näyttöön perustuvan tiedon mukaisesti. Etenkin kliinisessä hoitotyössä tieto hoitomenetelmistä muuttuu jatkuvasti. (Korhonen ym. 2010, 41.) Esimerkiksi happo-emästasapainohäiriöiden lääkehoidon suositukseen on tullut oleellisia muutoksia viime vuosikymmeninä. Elvytyksen Käypä hoito -suosituksessa suositellaan elimistöä alkalisoiivan natriumbikarbonaatin käyttöä ainoastaan niissä tilanteissa, joissa tiedetään potilaan sydänpysähdyksen johtuneen asidoosista (Käypä hoito 2011). Terveyskirjastoon merkitty muutos vuonna 2000 on merkittävä (Terveyskirjasto 2000), sillä aiemmin natriumbikarbonaattia käytettiin elvytyksessä rutiininomaisesti korjaamaan elottomuudesta johtuvaa asidoosia (Kuisma ym. 2013, 278). Oman alan tutkimustiedon lukeminen on ajan hermoilla pysymisen edellytys. Alan nopea muutos ja hoitomenetelmien jatkuva kehitys edellyttää asiantuntijuuden säilyttämistä myös potilasturvallisuuden takaamiseksi. (Korhonen ym. 2010, 41.)

### 3 TIEDONHANKINNAN KUVAUS

Happo-emästasyapaino liittyy oleellisesti ihmisen fysiologiaan. Opinnäytetyön tietoperustassa on hyödynnetty ihmisen fysiologiaan, patofysiologiaan sekä hoitotieteeseen perustuvaa kirjallisuutta. Kirjallisuuden kautta hahmotettiin käsitystä ihmisen happo-emästasyapainon muodostumisesta ja normaalista fysiologisesta tasapainosta. Myös vitamielintoimintojen tarkkailua hahmotettiin kirjallisuuden kautta.

Happo-emästasyapainon kuvaamiseksi tehtiin tietokantahakuja (Medic, Pubmed, Cinahl ja Cochrane). Aineistoa haettiin tarkoituksella laajalla otteella.

Hakusanoina käytettiin hakutermejä happo-emästasyapaino, acid-base equilibrium, asidoosi ja alkaloosi. Tietokantoihin asetettiin rajauksiksi julkaisu vuosina 2000-2013, 2004-2013 ja hoitotieteellinen sisältö. Kuviossa 1 esitetään tietokantahaut. Artikkeleiden sisäänottokriteereiksi määriteltiin hoitotieteellinen sisältö, happo-emästasyapainohäiriöiden, oireiden, ennakkoinnin ja hoidon käsittely sairaanhoitajan työkuvaan sopien sekä valtimoverikaasuanalyysin näytteenotto. Karsintaa toteutettiin tarkastelemalla otsikoita ja abstrakteja. Kuviossa 2 kuvataan aineiston poissulkukriteereitä.

Tietokannasta Medic poimittiin otsikoiden jälkeen tarkasteluun 63 artikkelia. Abstraktin jälkeen tarkastelussa oli 12 artikkelia. Medic ei osoittunut kovin tuottoisaksi tietokannaksi, sillä lopulliseen tietoperustaan valikoitui kaksi hoitotyötä tukevaa opetuskäyttöön tarkoitettua julkaisua.

Tietokannasta Pubmed poimittiin otsikoiden mukaan tarkasteluun 61 artikkelia. Abstraktin jälkeen artikkeleita oli 18 kappaletta. Lopulliseen tietoperustaan ei valikoitunut yhtään artikkelia. Artikkelit olivat joko liian erikoisalaan suuntautuneita tai toistivat jo olemassa olevaa tietoperustan tietoa, jolloin ne eivät tuoneet lisäarvoa tietoperustaan.

Haun ajan-kohta	Tietokanta	Hakutermit	Hakutulos/Valittu määrä	Valitut tiedon lähteet
30.12.2013	Cinahl	Acid-base equilibrium (Limiters: Published Date: 2000101-20131230 Journal Subset: Nursing)	85/2	Coggon, J.2008. Arterial blood gas analysis 1: understanding ABG reports. Nursing Times no 18/2008, 28-29.  Fournier, M. 2009. Perfecting your acid-base balancing act. American Nurse Today 1/2009, 17-23.
30.12.2013	Pubmed	"acid-base equilibrium"[MeSH Terms] AND ("2009/04/26"[PDat]:"2014/04/24"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])	451/0	Tiedonhaun sisäänottokriteerit eivät toteutuneet
2.1.2014	Cochrane	Alkaloses (with qualifier(s): [Nursing – NU] OR Acidoses (with qualifier(s): [Nursing – NU] OR Acid-Base Equilibrium	385/0	Tiedonhaun sisäänottokriteerit eivät toteutuneet
2.2.2014	Medic	Akuuttihoitotyö (vuosiväli 2004-2014)	48/1	Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. 2013. Ensihoito. Helsinki: Sanoma Pro Oy
10.4.2014	Medic	happo-emästasyapaino OR asidoosi OR alkaloosi	112/1	Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. 2014. Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim

Kuvio 1. Tietokantahaut.

<p><b>Otsikon perusteella hylätyt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aineisto ei ole suomen- tai englanninkielinen</li> <li>- vaikeasti ymmärrettävät lääketieteelliset artikkelit</li> <li>- julkaistu ennen vuotta 2004</li> <li>- erikoisalaan suunnatut artikkelit (esim. anestesiologia, neonatologia)</li> </ul>	<p><b>Abstraktin perusteella hylätyt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ei käsittele aihetta riittävän hoitotieteellisesti</li> <li>- käsittelee aihetta liian suppeasti, lääkahoitoon tai somaattisiin sairauksiin painottaen</li> </ul>
---	--

Kuvio 2. Artikkeleiden poissulkukriteereitä otsikon ja abstraktin perusteella.

Tietokanta Cinahl tuotti 32 hoitotieteeseen sopivaa osumaa. Otsikon jälkeen tarkastelussa oli 9 artikkelia. Abstraktin jälkeen tarkastelussa oli 6 artikkelia. Artikkeleiden joukossa oli sisällön tarkemman lukemisen jälkeen monia tietoperustaan sopivia artikkeleita. Lopulta käyttöön valikoitui 2 kappaletta. Karsinnan suurin vaikutin oli saman tiedon toistuminen, jolloin artikkelit eivät tuoneet opinnäytetyölle lisäarvoa.

Tietokanta Cochrane tuotti kaikki osumat hakusanalla Acid-Base Equilibrium. Otsikoiden jälkeen valtaosa osumista karsiutui, sillä osumat käsitelivät happo-emästasapainoa liian suppeasti. Osumia yhdisti erikoisalaan suunnatut artikkelit, kuten anestesiologia, neonatologia, urheilulääketiede ja laihdutus. Lisäksi joukossa oli artikkeleita, jotka eivät täyttäneet hoitotieteelle suunnattuja sisäänottokriteereitä.

Aineiston hakua suoritettiin myös vapaasti hakemalla Google –hakukonetta käyttäen. Hakusanoina käytettiin muun muassa termejä “potilasturvallisuus” ja “elinikäinen oppiminen”. Opinnäytetyön tekijä luki opinnäytetyöprosessin aikana monia hoitotyön opinnäytteitä, tutkielmia ja väitöskirjoja. Myös näiden kautta kertyi tietoperustaa, kuten esimerkiksi Varpula, T., Linko, R., Pettilä, V., FINNALI-tutkijaryhmä. 2010. Äkillisen hengitysvajauksen esiintyvyys, hoito ja ennuste Suomessa – FINNALI-tutkimus. Katsaus. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Seuraavaksi analysoidaan poiminta tietoperustaan valikoituneista artikkeleista. Artikkeleita käsitellään tietoperustan sisäänottokriteereitä mukaillen.

Alahuhdan ym. (2014) julkaisu on luotu lääkäreiden, sairaanhoitajien ja ensihoitajien tarpeisiin. Julkaisu halutaan ottaa poiminnoissa esille, sillä julkaisulla on ollut tärkeä rooli opinnäytetyön tietoperustassa. Kirjassa kuvataan ymmärrettävästi ja perusteellisesti peruselintoimintojen häiriöiden patofysiologiaa, tunnistamista ja hoitoa. Ennen kaikkea kirja sisältää laajan osan alueen happo-emästasapainosta. Muut vastaavat julkaisut eivät tarjonneet yhtä kattavaa tietoa. Julkaisua voidaan pitää luotettavana. Se koostuu näyttöön perustuvasta tiedosta ja on julkaistu vuonna 2014. Alahuhdan ym. julkaisulla on merkitys tietoperustan kriittiselle viimeistelylle. Opinnäytetyön tietoperustaa verrattiin julkaisussa annettuun tietoon ja siten voitiin varmistua tietoperustan oikeasta asiasisällöistä.

Coggon (2008) käsittelee artikkelissaan valtimokaasuverenäytteellä saatavia arvoja ja niiden merkityksiä. Artikkelin helppokielistä asioiden ilmaisua hyödynnettiin tietoperustassa BE-arvon selvennyksen yhteydessä. Coggon esittää artikkelissaan emäsylimäärän ja BE-arvon ajattelua pullona, mihin elimistö kerää emästä mahdollista tarvetta varten.

Edwardin (2008) artikkeli käsittelee happo-emästasapainoa laajasti. Artikkelissa käsitellään patofysiologiaa, happo-emästasapainon fysiologinen muodostuminen ja tasapainon häiriintyessä tapahtuvat muutokset. Artikkelissa tuodaan hyvin esille tasapainon horjuessa koituvat oireet. On tärkeää, että sairaanhoitajat tietävät happo-emästasapainoa arvioidessaan elimistön kyvyn puskuroida happo-emästasapainon häiriöitä. Tieto pelkästä puskurijärjestelmän löytymisestä ei ole riittävä, vaan hoitohenkilöstön tulee rakentaa käsitys kuinka puskurijärjestelmät koostuvat. Tietoperustaan Edwardin artikkelista hyödynnettiin elimistön puskurijärjestelmässä toimivien puskurien ominaisuuksia. Taulukko mahdollisti elimistössä olevien puskuroiden, kuten bikarbonaatin, proteiinien ja ammoniakkin yksinkertaisen esittämisen, jolloin ne ovat helposti hahmotettavissa. Vastaavaa selkeää tietoa ei löytynyt muista lähteistä.

Fournierin (2009) artikkeli käsitteli happo-emästasapainoa syvällisesti. Artikkelin oli selkeästi hoitohenkilöstölle suunnattu. Fournier korosti artikkelissaan happo-emästasapainon häiriöiden, oireiden ja hoidon merkitystä hoitotyössä. Hän nosti

esille sairaanhoitajien työn merkityksen peruselintoimintojen häiriöiden havainnoinnissa ja siten happo-emästasapainon häiriöiden ennakoinnissa. Esille tuotiin respiratoriset sekä metaboliset kliiniset oireet. Artikkelin tarjosi tietoperustaan sisältöä valtimokaasuverenäytteen tulkinnasta. Fournier esitteli artikkelissaan vaiheittain etenevän mallin valtimoverikaasuanalyysin tuloksien tulkinnalle. Malli otettiin käyttöön opinnäytetyön tietoperustaan ja oppaaseen.

Näyttöön perustuva hoito on oleellinen osa potilasturvallisuuden toteutumiselle. Hoitotyön tutkimussäätiön artikkeli tuo opinnäytetyöhön sairaanhoitajan osaamisalueelle syvyyttä. Aihe avaa lukijaa ajattelemaan, että onnistunut hoitotyö ei ole ainoastaan näyttöön perustuvan tutkimustiedon hyödyntämistä. Näyttöön perustuvaa hoitotyötä toteuttaessa potilas saa onnistuneen päätöksenteon prosessin kautta parhaimman mahdollisen hoidon. Artikkelin merkitys opinnäytetyölle on pohjustaa lukijaa oivaltamaan oman ammatillisen kasvun päämääriä. Ilman näyttöön perustuvaa hoitoa kasvu hoitotyön asiantuntijaksi ei ole mahdollista. (Hoitotyön Tutkimussäätiö 2014.)

Woodrow (2004) käsittelee artikkelissaan happo-emästasapainoa laajasti. Artikkelin suurin merkitys on ollut opinnäytetyön tekijän tiedonhaun prosessin alkuvaiheessa. Artikkelin käsittelee happo-emästasapainoa tavalla, mikä laajensi opinnäytetyön tekijän omaa ajatusmaailmaa. Woodrown artikkelia hyödynnettiin opinnäytetyön johdannossa, herättämään lukijan mielenkiintoa hoitotyön merkityksellisyydelle oikean ja viiveettömän hoidon mahdollistajana. Woodrown toi tekstissään hyvin esille valtimoverikaasuanalyysin tulkinnan onnistumiselle tarvittavaa rutiinia.

## 4 ELIMISTÖN PH-PITOISUUS JA HAPPO-EMÄSTASAPAINO

Tässä luvussa käsitellään elimistön pH-arvon muodostumista sekä elimistön säätelymekanismeja vakaan happo-emästasapainon ylläpitämiseksi.

Ihmisen elimistö koostuu monista elinjärjestelmistä, jotka pyrkivät pitämään happo-emästasapainon vakaana. Elimistön vakaan tilan luominen ja erilaiset elimistön toiminnalliset tehtävät vaativat monen elinjärjestelmän yhteistyötä. Esimerkiksi sydämen ja verisuoniston yhteistyötä vaaditaan veren kuljettamiseksi kaikkialle elimistöön. (Sand, Sjaastad, Haug & Bjålie 2011, 100.)

### 4.1 Elimistön pH-arvo

Elimistön entsyymeillä on omat optimaaliset pH-arvonsa, missä ne toimivat parhaiten. Tämän vuoksi elimistö pyrkii pitämään happo-emästasapainon vakaana, sillä veren pH-arvon muutokset vaikuttavat suuresti elimistön aineenvaihduntaan. Elimistön pH-arvo eli happamuus määrittyy vetyionien ( $H^+$ ) mukaan. (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 2009, 382.) Vetyioni on elimistön pienin ioni, jolloin sen siirtyminen elimistössä on helppoa (Iivanainen & Syvänoja 2011, 12). Elimistön vetyionipitoisuuden laskiessa pH suurenee. Vastaavasti vetyionipitoisuuden noustessa pH pienenee. (Sand ym. 2011, 482.) Valtimoveren normaali pH on 7,35-7,45 (Alahuhta ym. 2014, 40).

Elimistön nesteissä on suuria happamuuseroja (Sand ym. 2011, 482).

Kudosnesteiden pH on valtimoveren pH-arvoa matalampi (n. 7,35), koska monet solujen aineenvaihduntatuotteet, kuten hiilidioksidi, pienentävät pH-arvoa (Nienstedt ym. 2009, 383). Haimanesteiden pH on 8,0, jotta emäksinen neste voi neutralisoida happaman mahansisällön ennen sen menoa ohutsuoleen (Sand ym. 2011, 482). Mahanesteiden pH on vain 2,0. Mahanesteiden happamuus mahdollistaa ruoan mukana tulevien bakteerien tuhoutumisen ja proteiineja pilkkovan pepsinogeenien muuttumisen pepsinoentsyymeiksi. Mahanesteiden on oltava hapanta, koska pepsini voi aktivoitua ja toimia vain alhaisessa pH-arvossa. (Sand ym. 2011, 400-401.)

## 4.2 Happo-emästasapainon säätely

Tässä luvussa käydään läpi elimistön keinoja säädellä happo-emästasapainoa. Ensin käsitellään kemialliset puskurijärjestelmät, sitten respiratorinen eli hengityksen kautta tapahtuva säätely. Lopuksi käsitellään munuaisten kautta tapahtuva happo-emästasapainon säätely.

Happo-emästasapaino muodostuu siis vetyionien määrästä elimistössä. Vetyioneja syntyy elimistön aineenvaihdunnassa: hiilihydraattien, valkuaisaineiden ja rasvan palamistuotteena. (Iivanainen & Syvänoja 2011, 121.)

Elimistö pyrkii pitämään pH-arvon vakaana säätelemällä happo-emästasapainon aineenvaihduntaa. Elimistö voi vaikuttaa happo-emästasapainoon laimentamalla vetyioneja, puskurijärjestelmillä sekä keuhko- ja munuaiskompensaatiolla. (Iivanainen & Syvänoja 2011, 121.)

### 4.2.1 Kemialliset puskurijärjestelmät

Puskurijärjestelmien avulla elimistö pyrkii viiveittä reagoimaan happo- tai emäslisäyksiin, ilman, että elimistön pH-arvo merkittävästi muuttuu (Alahuhta 2014, 40). Puskurijärjestelmään kuuluu elimistön kemiallisia aineita (Sand ym. 2011, 483) ja ne pystyvät puskuroimaan myös toisiaan (Alahuhta 2014, 40). Puskurijärjestelmään kuuluu happo, mikä voi luovuttaa vetyioneja. Emäs voi sitoa eli puskuroida ylimääräisiä vetyioneja. (Nienstedt ym. 2009, 383-384.)

Elimistön puskurijärjestelmiä on kuvattu kuviossa 3. Hiilihappo-bikarbonaatti-puskuri on solunulkoisen nesteen tärkeimpiä puskureita. Hiilihappo on vetyioneja vapauttava happo, jolloin pH-arvo laskee. Vastaavasti bikarbonaatti on vetyioneja sitova emäs, jolloin pH-arvo nousee. (Sand ym. 2011, 483). Elimistön hengitystoiminta kykenee reagoimaan pH-arvon laskuun muutamissa minuuteissa. Hengitystoiminnan reagointi tehostaa hiilihappo-bikarbonaattipuskurin toimintaa. (Alahuhta ym. 2014, 41.) Keuhkotuuletus säätelee elimistön hiilidioksidin määrää (Sand ym. 2011, 269.), kun taas munuaiset säätelevät elimistön bikarbonaatin määrää (Alahuhta ym. 2014, 41). Hiilihappo-bikarbonaattipuskurin suuri merkitys happo-emästasapainon säätelyssä perustuukin hiilidioksidin ja bikarbonaatin

suureen määrään elimistössä (Alahuhta ym. 2014, 41).

Hiilihappoa syntyy hiilidioksidin reagoiessa veden kanssa. Hiilihappo dissosioituu eli jakautuu vetyioniksi ja bikarbonaatti-ioniksi. Punasolujen hemoglobiini pystyy sitomaan osan vapautuvista vetyioneista. (Alahuhta ym. 2014, 41.)

Proteiinien puskurimerkitys on oleellinen solujen sisällä. Ne voivat vapauttaa ja sitoa vetyioneja. Fosfaatilla ei ole suurta merkitystä solun ulkoisen nesteen puskurina. Sen sijaan solun sisällä fosfaatin merkitys on oleellinen. Fosfaatti pystyy edesauttamaan tubulusnesteen kautta vetyioniylimäärän erittymistä virtsaan. (Alahuhta ym. 2014, 42.)

Ammoniakilla on suuri merkitys pH-arvon muutoksiin. Ammoniakin erityis lisääntyy pH-arvon laskiessa alle 7,35. Tuolloin ammoniakin erityis vaikuttaa elimistöön pH-arvoa nostavasti. Tarkasta ammoniakin muodostus- ja vaikutusmekanismista ei ole selvyttä, sillä alalla vallitsee monia erilaisia käsityksiä. (Alahuhta ym. 2014, 44.)

Kroonisessa metabolisessa asidoosissa luusta vapautuva kalsiumbikarbonaatti toimii elimistöön jakautuessaan puskurina (Alahuhta ym. 2014, 42).

	Puskuri	Kuvaus
Soluvälineste	Bikarbonaatti Fosfaatti ja proteiini	Metaboliset hapot Alhaiset pitoisuudet
Veri	Bikarbonaatti Hemoglobiini Plasmaproteiini Fosfaatti	Metaboliset hapot, tärkeä puskuri Tärkeä CO <sub>2</sub> ja H <sup>+</sup> puskuri Vähäinen puskurointi Alhaiset pitoisuudet
Solunsisäinen neste	Proteiini Fosfaatti	Tärkeä puskuri, solunulkoinen H <sup>+</sup> Tärkeä puskuri, H <sup>+</sup>
Virtsa	Fosfaatti Ammoniakki	Tärkein erittyvistä hapoista Tärkeä erittymisen puskuri, H <sup>+</sup>
Luu	Kalsiumkarbonaatti	Pitkäkestoinen metabolinen asidoosi

Kuvio 3. Elimistön puskurijärjestelmä (Edwards 2008.)

#### 4.2.2 Respiratorinen säätelyjärjestelmä

Hengityksen eri vaiheiden tarkoituksena on toteuttaa kaasujen vaihto ilman ja elimistön solujen välillä (Sand ym. 2011, 356). Keuhkotuuletus eli respiraatio toimittaa verenkierron kautta kudoksille riittävästi happea ( $O_2$ ) ja poistaa elimistössä syntyneen hiilidioksidin ( $CO_2$ ) (Kuisma ym. 2013, 301).

Kaulavaltimoiden haarautumiskohdissa ja aortankaaren seinämällä on valtimoveren happipitoisuutta ja pH-arvoa tarkkailevia reseptoreita (Sand ym. 2011, 374), mitkä välittävät tietoa aivorungossa ja ydinjatkoksessa olevalle hengityskeskuksesta (Kuisma ym. 2013, 301). Myös ydinjatkoksessa on hiilidioksidia ja happo-emästasyapainoa seuraavia aistimia (Kuisma ym. 2013, 301), jotka reagoivat aivo-selkäydin nesteen pH-arvon muutoksiin (Sand ym. 2011, 374). Hiilidioksidisyapaineen nousu aktivoi hengityskeskusta tehokkaammin kuin happiosapaineen lasku (Kuisma ym. 2013, 301).

Solujen aineenvaihdunnassa syntynyt hiilidioksidi diffundoituu soluista kudostenesteeseen ja edelleen hiussuoniin. Veren kulkeutuessa keuhkoihin alveoli-ilman suuri happiosapaine mahdollistaa hapen sitoutumisen hemoglobiiniin, jolloin vetyionien ja hiilidioksidin irtoaminen tehostuu. Samalla bikarbonaatti diffundoituu punasoluihin. Bikarbonaatti reagoi vetyionien kanssa muodostaen hiilidioksidia, mikä diffundoituu alveoli-ilmaan. Tällöin elimistön vetyionipitoisuus pienenee eikä se ole palaamassa valtimovereen, sillä se poistuu elimistön uloshengityksen mukana hiilidioksidina. Hiilidioksidia kutsutaan tästä syystä haihtuvaksi hapoksi. (Sand ym. 2011, 371.)

On huomioitava, että elimistön happeutuminen ja riittävä keuhkotuuletus eivät korreloi toisiaan, jos elimistölle annetaan lisähappea. Hiilidioksidin poistossa kriittinen vaihe on tuuletus pois keuhkorakkulasta. Happeutuminen alkaa huonontua, kun hiilidioksidipitoisuus kasvaa keuhkorakkulassa riittävän suureksi. Tuolloin ihminen menee tajuttomaksi. (Kuisma ym. 2013, 303-304).

Elimistön respiratorinen säätelyjärjestelmä voi häiriintyä, mikäli potilaalle annetaan hengityskeskusta lamaavia lääkkeitä (Sand ym. 2011, 373).

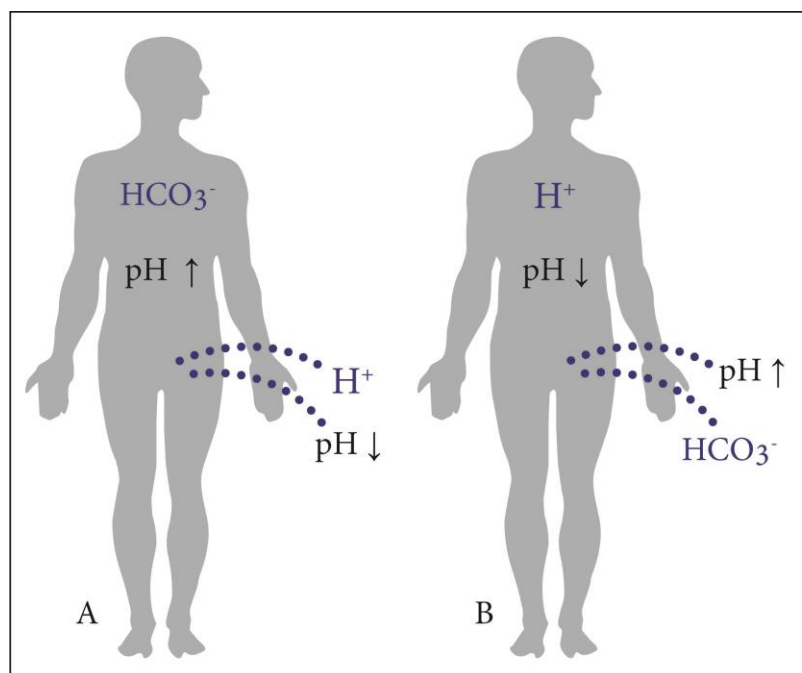
Keskushermostoon vaikuttavien kipulääkkeiden, opioidien, käyttöön liittyvä hengityksen lamaantumisen riski, joka voi johtaa kuolemaan. Opioidihoidosta

johtuvaa hengityksen lamaantumista hoidetaan naloksonilla, mikä on opioidireseptorien antagonisti. (Nurminen 2011, 298.)

#### 4.2.3 Munuaisissa tapahtuva säätely

Haihtumattomiksi hapoiksi kutsutaan niitä aineita, jotka eivät poistu keuhkojen uloshengityksen kautta. Happoja ovat muun muassa fosfori-, rikki- ja maitohappo. Ruokavalion kautta saatavat emäkset neutralisoivat noin puolet haihtumattomista hapoista, jos ihminen noudattaa tavanomaista pohjoismaista ruokavaliota. (Sand ym. 2011, 482-483.) Myös maksa ja kudokset osallistuvat elimistön happamien aineiden tuhoamiseen (Kuisma ym. 2013, 188).

Munuaisilla on tärkeä osa happo-emästasapainon säätelyssä. Munuaiset säätelevät elimistöstä vety- ja bikarbonaatti-ionitasoa pyrkien säilyttämään elimistön normaalin happo-emästasapainon. Elimistön happo-emästasapainosta riippuen munuaiset voivat lisätä tai vähentää vetyionien eritystä virtsaan. Samoin voidaan säädellä bikarbonaatti-ionien eritystä. (Vauhkonen & Holmström 2012, 426.) Kuviossa 5 on esitetty munuaiskompensaatiot. Ulosteen ja hien mukana erittyvä emäsmäärä on happo-emästasapainon säätelylle merkityksetön (Nienstedt ym. 2009, 383).



Kuvio 5. Munuaiskompensaatiot.

Kohdassa A elimistöön on kertynyt bikarbonaattia ( $\text{HCO}_3^-$ ), jolloin pH-arvo nousee. Munuaiset pyrkivät kompensoimaan happo-emästasapainoa erittämällä virtsaan vetyioneja ( $\text{H}^+$ ), jolloin pH-arvo laskee. Kuvassa B on päinvastainen tilanne. Elimistön pH-arvo pyrkii laskuun liiallisen vetyionikertymän vuoksi. Munuaiset pyrkivät kompensoimaan tilannetta erittämällä virtsaan enemmän bikarbonaattia, jolloin elimistön pH-arvo nousee. (Iivanainen & Syvänoja 2011, 121.)

## 5 VERIKAASUANALYYSI JA VIITEARVOT

Elimistön happo-emästasapainon tilaa tutkitaan valtimosta otettavilla valtimoverikaasunäytteillä. Luvussa käsitellään tyypillisimmät verikaasuanalyysiin tarvittavat välineet, näytteenotossa avustaminen, potilaan ohjaus ja hoito sekä verikaasuanalyysin tulkinta hoitotyön näkökulmasta.

### 5.1 Verikaasuanalyysin ottaminen

Verikaasuanalyysi eli astrup otetaan valtimoverestä nivustaipeesta, kyynärtaipeesta tai ranteen valtimosta. Näytteen ottaa lähes poikkeuksetta lääkäri. Potilas voi istua, jos näyte otetaan kyynärtaipeen tai ranteen valtimosta. Potilas valmistellaan kertomalla hänelle toimenpiteestä. Toimenpidettä varten varataan ihondesinfiointivälineet (denaturoitua alkoholia tai 0,5 % klooriheksidiiniliuosta), 2 ml ruisku, korkki ja injektioneula tai Arteria-Astrup-pakkaus. (Mustajoki, Alila, Matilainen & Rasimus 2010.) Kuviossa 6 on nähtävillä Arteria-Astrup-ruisku, eli niin sanottu hepariini-ruisku. Ruiskun lisäksi pakkaukseen kuuluu korkki ja sininen tyyny, mihin käytetyn neulan kärjen voi pistää, jotta vältetään pistotapaturmilta. On muistettava, ettei hepariini-ruisku sovellu injektion antamiseen. Pistokohtaa varten varataan steriilit taitokset ja hiekkapussi, jos näyte otetaan nivusesta. Ranteen tai kyynärtaipeen pistokohtaa varten varataan joustosidettä. (Mustajoki ym. 2010.)



Kuvio 6. Arteria-Astrup-ruisku ja injektioneula (Geeky Medics 2014).

Potilasta ohjataan ja tuetaan näytteenoton ajan. Potilaan on hyvä olla makuulla, etenkin jos näyte otetaan nivusesta. Näytteenottokättä tai -jalkaa tulee pitää paikallaan. (Ahonen ym. 2012, 437.) Kuviossa 7 on nähtävillä näytteenotto ranteen valtimosta. Näytteenottaja tunnustelee sormellaan neulan yläpuolelta arteriapulssin tuntumista, mikä helpottaa suonen löytymistä ja siten näytteen saantia. Arteria-Astrup-ruiskun mäntää ei tarvitse vetää näytettä ottaessa.



Kuvio 7. Näytteenotto ranteen valtimosta (Houstonmedpros 2014).

Näytteenoton jälkeen pistokohtaa tulee painaa napakasti steriileillä taitoksilla muutaman minuutin ajan. Tämän jälkeen taitoksien päälle asetetaan joko hiekkapussi tai joustoside. (Mustajoki ym. 2010.)

Näytteestä otetaan välittömästi ilma pois ruiskusta, jotta ilmakuplat eivät sekoitu näytteeseen. Myös korkki kiinnitetään ruiskuun välittömästi. (Mustajoki ym. 2010.) Ruiskua pyöritetään kämmien välissä ja käännellään noin 20 sekuntia, jotta hepariini liukenee ruiskun seinämiltä tasaisesti näytteeseen. Hepariini ehkäisee hyytymien muodostumista. Potilaalta tulee mitata ruumiinlämpö, sillä se vaikuttaa analysointituloksiin. Mikäli ruumiinlämpöarvoa ei ole saatavilla käytetään oletusarvoa 37 astetta. (PHSOTEY 2013.)

Jos potilaan tila edellyttää useita valtimoverinäytteitä, voi lääkäri laittaa potilaalle valtimokatettrin. Valtimokatetria käytettäessä potilaan tulisi olla valvontahoidossa. Katetri pysyy avoimena jatkuvalla nestehuuhtelulla. Jos käytössä ei ole suljettua verinäytteenottojärjestelmää, tulee ennen valtimoverinäytteen ottoa imeä ruiskuun noin 1-2 ml verta, mikä heitetään pois. Näin katetri puhdistetaan huuhtelunesteestä ja voidaan varmistaa verinäytteen puhtaus. (Ahonen ym. 2012, 437.)

Näyte tutkitaan välittömästi analysaattorilla tai pakataan potilaan nimitarralla varustettuna kylmäpakkaukseen ja toimitetaan analysoitavaksi laboratorioon. Näyte on analysoitava 30 minuutin kuluessa (Mustajoki ym. 2010.), sillä näytteen happiosapaine alkaa laskea nopeasti (Ahonen ym. 2012, 437).

Verikaasuanalyysillä saadaan seuraavat arvot:

- happo-emästasapaino, pH, viitearvo 7,35-7,45
- hiilidioksidiosapaine, PaCO<sub>2</sub>, viitearvo 4,5-6,0 kPa
- standardibikarbonaatti, StHCO<sub>3</sub>, viitearvo 22-26 mmol/l
- base excess eli emäsyylimäärä, BE, viitearvo -2,5-(+2,5)
- happiosapaine, PaO<sub>2</sub>, viitearvo yli 10 kPa
- happisaturaatio eli happikyllästeisyys, SO<sub>2</sub>, viitearvo > 95 % (Jama 2009).

## 5.2 Verikaasuanalyysin viitearvoista poikkeavien arvojen merkitys

*Happamuuden* häiriöt näkyvät pH-arvojen muutoksissa. Elimistö on emäksinen eli alkaloosissa, jos pH on yli 7,45. Elimistö on hapan eli asidoosissa, jos pH on alle 7,35. (Iivanainen & Syvänoja 2011, 320.)

*Hiilidioksidin* määrän häiriöt näkyvät hiilidioksidiosapaineessa. PaCO<sub>2</sub>-arvon ollessa alle 4,5, tuulettaa hengitys hiilidioksidia liian tehokkaasti, seurauksena on hypokarbia. Vaarana on respiratorinen eli hengityksestä johtuvan alkaloosin kehittyminen. PaCO<sub>2</sub>-arvon ollessa yli 6 ei hengitys tuuleta hiilidioksidia riittävästi, jolloin seurauksena on hyperkarbia. Vaarana on respiratorisen asidoosin kehittyminen. (Iivanainen & Syvänoja 2011, 320.)

*Hapen* määrän häiriöt näkyvät happiosapaineessa.  $\text{PaO}_2$ -arvon ollessa alle 10, on vaarana elimistön hapenpuute eli hypoksia. Suuri happiosapaine ei aiheuta tilapäisesti vaaraa aikuiselle terveelle ihmiselle. Suurta happiosapainetta eli hyperoksiaa on kuitenkin pyrittävä välttämään, sillä pitkään jatkuessa hyperoksia voi aiheuttaa keuhkovaurioita. (Iivanainen & Syvänoja 2011, 320.)

*Bikarbonaatin* häiriöt kuvaavat elimistön happamuutta ja emäksisyyttä.  $\text{StHCO}_3$  arvon ollessa alle 22 mmol/l, elimistö on happamoitunut.  $\text{StHCO}_3$  arvon ollessa yli 26 mmol/l, elimistö on emäksinen. (Iivanainen & Syvänoja 2011, 320.)

*Emäsyylimäärä* näkyy BE-arvosta. Alle -2,5 oleva BE kertoo elimistön olevan hapan ja yli 2,5 emäksinen. (Iivanainen & Syvänoja 2011, 320.) Emäsyylimäärää voidaan kuvata ajattelemalla elimistöön pullo, mikä kerää sisäänsä emästä elimistön mahdollista tarvetta varten. Jos elimistön pH-arvo esimerkiksi laskee, tulee veri happamaksi. Tällöin elimistö ottaa pullosta emästä ja tasapainottaa sillä happamuutta. Tasapainotuksesta johtuen elimistön pullossa ei ole enää emästä jäljellä ja negatiivinen BE-arvo on muodostunut. (Coggon 2009, 29.)

### 5.3 Verikaasuanalyysin tulkinta

Hoitotyössä korostuu happo-emästasapainon häiriöiden tunnistus ja ennakointi riskitekijöiden avulla. Erityisesti on huomioitava elektrolyyttihäiriöiden riski, happojen ja emäksien mahdollinen menetys, ventilaation häiriöt ja munuaisten toiminnan häiriöt. (Fournier 2009, 19-20.)

Verikaasuanalyysin tulokset ja tulkinta helpottavat potilaan tilan ja hoidon tehon seurantaa. Verikaasuanalyysi antaa monia testituloksia, mutta jo kolmen arvon perusteella voidaan tehdä päätelmiä elimistön happo-emästasapainosta. Nämä kolme arvoa ovat pH,  $\text{PaCO}_2$  ja  $\text{HCO}_3^-$ . (Fournier 2009, 18-19.)

Fournierin (2009) mukaan verikaasuanalyysin tulkintaa helpottaa, jos hoitaja merkitsee verikaasuanalyysistä saatavat arvot ja vertaa niitä seuraavien vaiheiden mukaisesti viitearvoihin:

VAIHE 1: Merkitse arvot pH,  $\text{PaCO}_2$  ja  $\text{HCO}_3^-$ .

VAIHE 2: Vertaa arvoja viitearvoihin. Jos tulos viittaa liialliseen happoon,

merkkää H. Jos tulos viittaa liian suureen emäkseen, merkkää E. Jos arvo on viitearvon sisäpuolella, merkkää N.

Muistutuksena:                   pH viitearvo 7,35-7,45  
   PaCO<sub>2</sub> viitearvo 4,5-6,0 kPa  
   PaO<sub>2</sub> viitearvo yli 10 kPa  
   StHCO<sub>3</sub><sup>-</sup> viitearvo 22-26 mmol/l  
   BE viitearvo -2,5-(+2,5)

pH alle viitearvon: happoa

pH yli viitearvon: emästä

PaCO<sub>2</sub> alle viitearvon: emästä

PaCO<sub>2</sub> yli viitearvon: happoa

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> alle viitearvon: happoa

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> yli viitearvon: emästä

VAIHE 3. Jos olet merkinnyt saman merkinnän kahteen tai kolmeen arvoon, ympyröi ne. Jos ympyröit pH:n ja PaCO<sub>2</sub>:n, potilaalla on respiratorinen tila. Jos ympyröit pH:n ja HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:n, potilaalla on metabolinen tila. Jos ympyröit kaikki kolme arvoa, potilaalla on respiratorinen ja metabolinen happo-emästasapaino häiriö.

	pH	PaCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Kompensaatio
Respiratorinen asidoosi	H (↓)	H (↑)	N	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E (↑)
Respiratorinen alkaloosi	E (↑)	E (↓)	N	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> H (↓)
Metabolinen asidoosi	H (↓)	N	H (↓)	PaCO <sub>2</sub> E (↑)
Metabolinen alkaloosi	E (↑)	N	E (↑)	PaCO <sub>2</sub> H (↓)

↑ viitearvon yläpuolella

↓ viitearvon alapuolella

N viitearvojen sisällä

Kuvio 8. Laboratoriotuloksien mukaisesti ympyröityjä arvoja.

VAIHE 4: Voit selvittää kompensaation katsomalla arvoa, jota et ympyröinyt. Jos arvo on siirtynyt vastakkaiseen suuntaan ympyröityjen arvojen kanssa, elimistön kompensaatio on mahdollinen. Jos arvo on viitearvojen sisällä kompensaatiota ei

ole tapahtunut. Jos pH on normaali elimistö on kompensoinut häiriön. (Fournier 2009, 18-19.)

Esimerkkejä valtimokaasuverinäytteen tuloksista ja happo-emästasapainon tulkinnoista esitetään kuviossa 9.

Respiratorinen alkaloosi		Respiratorinen asidoosi	
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
Metabolinen alkaloosi		Metabolinen asidoosi	
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
Respiratorinen ja metabolinen alkaloosi		Respiratorinen ja metabolinen asidoosi	
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
Osittain kompensoitunut respiratorinen alkaloosi		Osittain kompensoitunut respiratorinen asidoosi	
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
Osittain kompensoitunut metabolinen alkaloosi		Osittain kompensoitunut metabolinen asidoosi	
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
Kompensoitunut respiratorinen alkaloosi		Kompensoitunut respiratorinen asidoosi	
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
Kompensoitunut metabolinen alkaloosi		Kompensoitunut metabolinen asidoosi	
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

Kuvio 9. Esimerkkejä happo-emästasapainon häiriöistä. Arvot ovat saatavilla valtimoverikaasunäytteellä. Happo-emästasapainohäiriön diagnosointiin tarvitaan potilaan tilasta myös muita tietoja. (Kaarlola ym. 2010, 59.)

## 6 ASIDOOSI

Tässä luvussa käsitellään metabolista ja respiratorista asidoosia. Aihetta lähestytään asidoosin muodostumisen kautta. Sen jälkeen käsitellään metabolinen asidoosi ja sairaanhoitajan työn kannalta tärkeät krooninen munuaisten vajaatoiminta, ketoasidoosi ja laktaattiasidoosi, mitkä ovat metabolisen asidoosin muotoja. Respiratorisen asidoosin yhteydessä käsitellään myös keuhkohtaumataudista johtuvaa kroonista respiratorista asidoosia. Luvussa käsitellään myös happihoitoa, sillä se on oleellinen hoitotyön keino potilaan oirehtiessa hengityksen kautta.

Asidoosissa valtimoveren vetyionipitoisuus ( $H^+$ ) on suurentunut, jolloin pH-arvo laskee alle 7,35 (Sand ym. 2011, 484). pH-arvon laskiessa alle 7,2 asidoosin kliiniset oireet tulevat näkyville. Asidoosi on henkeä uhkaava pH-arvon laskiessa alle 7,0. Alhainen pH-arvo aiheuttaa häiriöitä elimistön säätelymekanismeille, jolloin osa lääkeaineista menettävät tehonsa (muun muassa vasopressorit ja insuliini). (Kaarlola ym. 2010, 56.) Sydänpysähdyksessä elimistöön kertyy hiilidioksidia ja laktaattia, jolloin kehittyy respiratorinen ja metabolinen asidoosi (Kuisma ym. 2013, 268).

Elimistö voi kokea asidoosia voimakkaan lihastyön aikana, jolloin elimistöön muodostuu suuria määriä maitohappoa. Tilaa kutsutaan normaaliksi fysiologiseksi reaktioksi eikä se tarvitse hoitoa. (Nienstedt ym. 2009, 385.)

### 6.1 Metabolinen asidoosi

Metabolinen asidoosi on yleisin happo-emästasapainon häiriö, mikä häiritsee koko elimistön entsyymien toimintaa. Mahdolliset oireet tulee tunnistaa, sillä tilan kehittyminen on varhainen merkki elimistöä uhkaavasta vaaratilanteesta. (Alahuhta, Ala-Kokko, Kiviluoma, Perttilä, Ruokonen & Silfvast 2010, 54.)

Metabolisessa asidoosissa verikaasuanalyyseissä on havaittavissa elimistön bikarbonaatin ja emäsyylimäärän lasku. Tämän seurauksena pH-arvo laskee asidoosiin, alle 7,35.  $CO_2$ -osapaine nousee, jolloin elimistö pyrkii kompensoimaan tilaa sekundaarisella hyperventilaatiolla, jotta  $CO_2$  laskisi.

(Takkunen, Ala-Kokko, Perttilä & Ruokonen 2006, 254.) Standardibikarbonaatti ( $\text{HCO}_3^-$ ) laskee alle 22 mmol/l ja emäsyylimäärä (BE) on alle -3. Kudoshypoksia aiheuttaa laktaattiasidoosia, jolloin fB-laktaatti on yli 2 mmol/l.  $\text{PaCO}_2$  on normaali, kunnes elimistö kompensoi asidoosia ja hypokapnia kehittyy. Tuolloin  $\text{PaCO}_2$  laskee.  $\text{SvO}_2$  arvon ollessa alle 65 kertoo se kudosten hapenpuutteesta. (Karlola ym. 2010, 56.)

Tilaan johtaa elimistön liiallinen bikarbonaatin menetys, kuten vaikea ripuli, pitkittynyt oksentelu, ruuansulatuskanavan ongelmat (Karlola ym. 2010, 56), ileostomia tai haimafisteli (Takkunen ym. 2006, 255). Maksan vajaatoiminta, munuaisten vajaatoiminta, kaliumia säästävät diureetit ja runsas NaCl 0,9 % -infuusio voivat johtaa metaboliseen asidoosiin. Riittämätön kudosten hapentarjonta johtaa laktaattiasidoosiin. Myös diabeteksen, alkoholin ja paaston aiheuttamat ketoosit sekä myrkytykset (etyleeniglykoli, metanoli, isopropanoli, paraldehydi, salisylaatti) johtavat asidoosiin. (Karlola ym. 2010, 56.)

Oireet ovat hyvin epäspesifiset. Oireina voi esiintyä heikkoutta, ruokahaluttomuutta, sekavuutta, takykardiaa ja kuivumisen oireita. (Alahuhta ym. 2010, 55.) Kuten aiemmin mainittiin, yksi tärkeimmistä oireista on hyperventilaatio, jolla elimistö pyrkii respiratorisesti kompensoimaan elimistöön kertynyttä vetyionipitoisuutta ja poistamaan hiilidioksidia. Asidoosin pahentuessa esiintyy tajunnan häiriöitä aina koomaan asti. (Karlola ym. 2010, 56.) On huomioitava, että lievä metabolinen asidoosi voi olla oireeton (Alahuhta ym. 2010, 55).

Kuviossa 10 on esitetty metabolisen asidoosin vaikutuksia elimistöön. Hemodynaamiset vaikutukset tulevat esille pH-arvon laskiessa alle 7,2. Tuolloin sydänlihaksen pumppaustoiminta voi huonontua ja keuhkoverenkiertoon syntyy vasokonstriktio, mikä kuormittaa sydämen oikeaa kammiota. Verenpaine laskee arteriolien sileän lihaksen vasodilataation vuoksi ja verenkierto voi olla vaarassa romahtaa. Alhaisen pH-arvon vuoksi muun muassa vasopressorit ja insuliini menettävät tehonsa. (Karlola ym. 2010, 56.) Asidoosi nopeuttaa hengityslihasten väsymistä, mikä on riski erityisesti keuhkosairaille potilaille (Alahuhta ym. 2010, 55-56). Tila voi johtaa hengitysekshaustioon, jolloin hengitystä joudutaan

tukemaan (Takkunen ym. 2006, 254). Asidoosi altistaa hyperkalemialle (Fournier 2009, 19), jolloin voi esiintyä rytmihäiriöitä (Kaarlola ym. 2010, 56).

Verenkiertohäiriöt	Sydämen minuuttivirtauksen lasku Sydämen johtumishäiriöt Valtimoiden laajeneminen Keuhkovaltimoiden vasokonstriktio ja keuhkovaltimopaineen nousu
Hapen kuljetuksen huononeminen	Hemoglobiinin hapensitoutumiskyvyn aleneminen
Neuromuskulaariset häiriöt	Hengityslihasten heikkous Hengityslama Ihotunnon alenema
Metabolian kiihtyminen	Proteiinihukka Luun demineralisaatio
Maha-suolikanavan oireet	Pahoinvointi Vatsakipu
Elektrolyyttihäiriöt	Hyperkalemia Hyperkalsemia Hyperurikemia Hyperkalsiuria

Kuvio 10. Metabolisen asidoosin vaikutuksia elimistöön (Alahuhta ym. 2010, 54).

Kuviossa 11 on esitetty metabolisen asidoosin syitä ja tutkimustuloksia. Hoito mahdollistuu korjaamalla tilan aiheuttanut syy. Aiheuttajaa tutkitaan ottamalla verikaasuanalyysi, laktaatti, elektrolyytit, kreatiniini ja elimistön myrkky- ja lääkeainemääritykset. Hemodynamiikka stabiloidaan riittävällä nestehoidolla, hapentarjonnalla ja tarvittaessa vasoaktiivisten lääkkeiden avulla. (Kaarlola ym. 2010, 56.) Nestehoito on kuitenkin mietittävä tarkkaan, sillä runsas nesteytys syventää asidoosia, mikäli korvausliuoksissa ei ole bikarbonaattia (Alahuhta ym. 2010, 59). Vaikean asidoosin hoitoon (pH alle 7,0) voidaan käyttää veren alkalisointiin natriumbikarbonaattia. Natriumbikarbonaatin hyöty on vain hetkellinen, se antaa lisää aikaa perussyyn tutkinnalle ja vahvistaa hemodynamiikkaa. Tarvittaessa voidaan turvautua dialyysiin. (Kaarlola ym. 2010, 56.)

Tutkimustulos	Mahdollinen syy
Kaliumpitoisuus kohonnut	Uremia tai munuaisten vajaatoiminta
Kalium pienentynyt	Bikarbonaatin menetys ja hyperkloremia tai lääkevaikutus
Anionivaje suurentunut	Metanoli- tai etyleeniglykolimyrkytys Laktaattiasidoosi
Veressä ketoaineita	Salisylaattimyrkytys
Osmolal Gap suurentunut	Korvikealkoholimyrkytys, liimanhaistelu

Kuva 11. Metabolisen asidoosin syitä ja löydöksiä (Alahuhta ym. 2010, 56).

### 6.1.1 Krooninen munuaisten vajaatoiminta

Metabolinen asidoosi on tyypillistä pitkälle edenneessä kroonisessa munuaisten vajaatoiminnassa (Vauhkonen & Holmström 2012, 463). Kohtalaisen normaalina säilyvät natriumin, kaliumin, vetyionien ja veden erityis virtsaan munuaisten vajaatoiminnan vaikeimmille tasoille asti (Ahonen ym. 2012, 614.) Munuaisten nefronien tuhoutuessa säätely lopulta pettää ja elimistöön alkaa kertyä vettä sekä veren kalium- ja vetyionipitoisuudet nousevat. Seurauksena on metabolinen asidoosi. (Vauhkonen & Holmström 2012, 463.)

Kroonista munuaisten vajaatoimintaa sairastavan potilaan metabolinen asidoosi voi ilmetä rasituksessa hengenahdistuksena. Asidoosin mahdollisuus on tärkeää huomioida, jotta tilaa ei sekoiteta anemiaan tai mahdolliseen sydäntautiin (Ahonen ym. 2012, 616). Potilaille annetaan kalsiumbikarbonaattia (Vauhkonen & Holmström 2012, 465), sillä asidoosi lisää proteiinikataboliaa (Ahonen ym. 2012, 616), jolloin potilas menettää lihasmassaa, laihtuu ja veren proteiinien määrä vähenee (Vauhkonen & Holmström 2012, 465). Mikäli konservatiiviset hoitomuodot eivät ole riittäviä voidaan potilaalle harkita aktiivihoidoja, kuten dialyysia (Vauhkonen & Holmström 2012, 466).

### 6.1.2 Diabeettinen ketoasidoosi

Elimistö happamoituu ketoaineiden kertyessä elimistöön (Vauhkonen & Holmström 2012, 376), mikä johtuu happamien ketoaineiden kertymisestä vereen rasvakudoksessa tapahtuvan epätäydellisen palamisen vuoksi (Ahonen ym. 2012, 562). Tilaan johtaa täydellinen insuliinin puute (Ahonen ym. 2012, 562) ja ketoaineita kertyy insuliinin vastavaikuttajahormonien (glukagoni, kortisoli, katekoliamiinit, kasvuhormonit) lisääntyneestä erityksestä (Vauhkonen & Holmström 2012, 376). Ketoasidoosiin johtaa tuore tyypin 1 diabetes, insuliinihoidon laiminlyönti ja/tai diabeetikon tulehdussairaudet. Myös sydäninfarkti ja muut akuutit sairaudet voivat johtaa diabetestä sairastavan ketoasidoosiin. (Vauhkonen & Holmström 2012, 376.) Tyypin 2 diabetespotilaille ei kehity ketoasidoosia, mutta heidän verensokerinsa voi nousta yli 15 mmol/l, esimerkiksi infektioiden seurauksena. Seurauksena voi olla nestetasapainon häiriöitä ja tajuttomuutta. Tilaa kutsutaan ei-ketoottiseksi koomaksi. (Sora, Larkio, Manninen-Kauppinen & Vierula 2000, 280.)

Ketoasidoosin oireina ilmenee huonontunutta yleistilaa, vatsakipuja, pahoinvointia, syvää Kussmaulin hengitystä/hyperventilaatiota (Vauhkonen & Holmström 2012, 376) ja asetonista johtuvaa hengityksen hapanimelää hajua (Ahonen ym. 2012, 562). Ketoasidoosipotilaat ovat usein kuivuneita ja takykardisia. Myös maha voi aristaa. (Vauhkonen & Holmström 2012, 376.)

Verikokeissa todetaan plasman kohonnutta glukoosipitoisuutta (yli 15 mmol/l). Asidoosista johtuen pH ja BE ovat laskeneet, mikä viittaa metaboliseen asidoosiin. (Vauhkonen & Holmström 2012, 376.) Lisäksi voi esiintyä hyperkalemia, hyponatremia, korkea kreatiniini ja hemoglobiini sekä virtsan runsashappoisuus ja -sokerisuus (Sora ym. 2000, 280).

Hoidossa on huomioitava, että ketoasidoosi on aina hätätilanne. Potilaan hengitystä, tajunnantaso (GCS\*) ja ihoa (punakat kasvot, kuiva iho ja suu) tulee tarkkailla. Potilaan janontunne on saattanut lisääntyä. Myös näön hämärtymistä

\*Glasgow'n kooma-asteikolla arvioidaan potilaan tajunnantaso. Arviointi perustuu kolmeen osa-alueeseen: silmien avaaminen (maksimipisteet 4), puhevaste (maksimipisteet 5) ja paras liikevaste (maksimipisteet 6). GCS tulos on 3-15 pistettä. (Terveyskirjasto 2008.)

voi esiintyä. (Ahonen ym. 2012, 564.) Ketoasidoosipotilas tulisi aina hoitaa ympäristössä, missä on mahdollisuus monitorivalvontaan (Ahonen ym. 2012, 565).

Diabeettista ketoasidoosia hoidetaan tehokkaalla nestehoidolla (NaCl 0,9 %), insuliini- ja kaliumhoidolla (Käypä hoito 2013). Insuliini on annosteltava joko lihakseen tai laskimoon, sillä kuivumisesta johtuen ihon alle pistettäessä insuliini ei imeydy tehokkaasti. Nykyisin suositellaan jatkuvaa infuusiota suoraan suoneen. Asidoosissa kalium ajautuu solun sisältä ulkoiseen tilaan, joten verikokeet voivat näyttää hyperkalemiaa. (Vauhkonen & Holmström 2012, 376-377.)

Hyperkalemiasta ei kuitenkaan ole todellisuudessa kyse (Vauhkonen & Holmström 2012, 376-377), sillä insuliinihoito ajaa kaliumia soluihin, jolloin voi seurata hypokalemia mikäli kaliumhoitoa ei aloiteta samanaikaisesti insuliinihoidon kanssa (Käypä hoito 2013). Asidoosin ollessa vaikea on riski sydämen rytmihäiriöille ja hengityskeskukseen lamaantumiselle. Tästä johtuen vaikeassa ketasidoosissa (pH alle 7,1) voidaan harkita natriumbikarbonaatin antoa suonen sisäisesti. (Vauhkonen & Holmström 2012, 376-377.)

Potilaan ohjauksessa tulee kiinnittää huomiota tilan laukaisevaan syyhyn. Jos ketoasidoosin aiheuttaa hoidon laiminlyönti, tulee tehostaa diabeteksen hoidon ja asiakokonaisuuksien ymmärtämistä. Potilas tarvitsee usein pidempiaikaista ohjausta, hoitomotivaation kohentamista ja omahoidon tukemista. Tulee varmistaa, että potilas ymmärtää mihin hoidon laiminlyönti johtaa ja mitä elimistössä tuolloin tapahtuu. Infektion aiheuttamassa ketoasidoosissa tulee potilaan kanssa kerrata sairaspäivien hoito-ohjeet. (Mustajoki ym. 2010, 464.)

### 7.1.3. Laktaattiasidoosi

Laktaattiasidoosi on metabolisen asidoosin tila, jossa veren pH-arvo ja bikarbonaattipitoisuus ovat pienentyneet ja veren laktaatti- eli maitohappopitoisuus on suurentunut (yli 2 mmol/l). Laktaattiasidoosipotilaat kuuluvat yleensä tehohoidon piiriin, sillä yli 5 mmol/l:n laktaattiarvoilla kuolevuus nousee 60 %:iin kolmen vuorokauden ja 80 %:iin kymmenen vuorokauden seurannassa. (Alahuhta ym. 2010, 60.)

Laktaattiasidoosiin johtaa riittämätön kudoshapetus. Tilaan johtaneita syitä ovat verenkiertovajaukset, kuten hypotensio, hypoksemia, syanoosi, sepsis, sydämen vajaatoiminta ja viileännihkeä ääreisosien iho. (Alahuhta ym. 2010, 61.)

Hoidossa tulee turvata ja parantaa hemodynamiikka ja kudosten hapensaantia. Mahdollista hengitysvajausta ja kudospesuosiota tulee hoitaa. Lisäksi arvioidaan nestehoidon tarve. Muita hoidontarpeita ovat mahdollisen sepsiksen hoito ja toksiinien (esim. korvikealkoholit) poisto elimistöstä. Laktaattiasidoosia pahentaa metformiini ja nitroprussidi, joten näiden lääkeaineiden anto tulee keskeyttää. pH-arvon ollessa matala voidaan hoidossa käyttää bikarbonaattia. (Alahuhta ym. 2010, 61-62.)

## 6.2 Respiratorinen asidoosi

Respiratorisessa asidoosissa hiilidioksidin poistuminen keuhkoista ei ole yhtä tehokasta kuin elimistön tuottama hiilidioksidimäärä (Sand ym. 2011, 485), jolloin veren hiilidioksidipitoisuus ( $\text{PaCO}_2$ ) nousee (Karlola ym. 2010, 54). Respiratorinen asidoosi voi kehittyä äkillisesti, jolloin tila on hengenvaarallinen. Keuhkosairauksista johtuen respiratorinen asidoosi voi olla krooninen, jolloin se ei ole henkeä uhkaava. Kroonisessa tilassa hiilidioksidiosapaine on jatkuvasti koholla, mutta pH on normaali. (Karlola ym. 2010, 54.)

Hoidon tärkeimpiä kohtia ovat avoimen hengitystien varmistaminen, riittävä ventilaatio (Varpula ym. 2010), hapetuksen parantaminen, elimistön hiilidioksidituotannon rajoittaminen ja elektrolyyttitasapainon häiriöiden korjaaminen (Karlola ym. 2010, 54). Tajunnantilaa tulee seurata, aspiraatoriski arvioida sekä arvioida potilaan hengitystaajuutta ja hengitystyötä kliinisesti. Tekoilmatietä edellyttävät tajunnan heikkeneminen, kriittisesti lisääntynyt hengitystyö, hengityksen pysähdykset sekä puutteellinen tai hidas hoitovaste noninvasiivisiin hoitoihin. (Varpula ym. 2010.) Natriumbikarbonaattia ei tule käyttää respiratorisen asidoosin hoidossa, sillä bikarbonaatti metaboloituu elimistössä hiilidioksidiksi ja siten pahentaisi asidoosia (Karlola ym. 2010, 55).

### 6.2.1 Krooninen respiratorinen asidoosi

Kroonisen respiratorisen asidoosin tyypillisin aiheuttaja on vaikea keuhkohtaumatauti. Elimistö pystyy aluksi kompensoimaan tilannetta, jolloin keuhkojen huonoimmilla alueilla perfuusion pienentyessä paremmin toimivat alueet kompensoituvat yliventilaatioon. Tällöin ventilaation minuuttitilavuus lisääntyy vähentäen hiilidioksidipitoisuutta. Minuuttitilavuuden noustessa happo-emästasapaino ja happautuminen voivat pysyä normaalilla tasolla. Sairauden edetessä ventilaation lisäys ei onnistu eikä ventilaatio ole elimistön tarpeisiin riittävä, jolloin kehittyy hypoksemia ja respiratorinen asidoosi. (Alahuhta ym. 2010, 70.) Myös astma, keuhkokuume, keuhkoedeema, etenevä keuhkosairaus, lihavuus sekä alahengitysteiden, keuhkoparenkyymin ja -verisuoniston sairaudet voivat aiheuttaa respiratorista asidoosia (Kaarlola ym. 2010, 55).

Kroonisen respiratorisen asidoosin oireina ovat hengenahdistus, vinkuvat tai hiljentyneet hengityssänet, päänsärky, sydämentykytys, väsymys ja uneliaisuus. Joissakin tapauksissa potilaat voivat jopa nukahdella. Hengityskeskuseräisessä asidoosissa hengitystapa on huokaileva ja taajuus matala. Keuhkosairauksien yhteydessä hengitystaajuus voi olla korkea. (Alahuhta ym. 2010, 71.)

Verikaasuanalyysissä pH-arvo voi vaihdella metabolisen kompensatioasteen mukaan. pH-arvo voi olla lievästi alentunut, jolloin elimistö on osittain kompensoinut happo-emästasapainon häiriötä. Täysin kompensoituneessa tilassa pH-arvo on normaali ja ylikompensoituneessa tilassa pH-arvo on lievästi koholla. PaCO<sub>2</sub> on kohonnut, PaO<sub>2</sub> matala, jolloin elimistöllä on hypoksemia. Koholla olevat BE- ja bikarbonaattiarvot osoittavat tilan kroonisuuden. (Kaarlola ym. 2010, 55.) Hoidossa pyritään normaaliin pH-tasoon. Kroonisessa tilassa ei pyritä normaaliin hiilidioksiditasoon. (Kaarlola ym. 2010, 55.)

### 6.2.2 Äkillinen respiratorinen asidoosi

Äkillinen respiratorinen asidoosi syntyy ventilaatiovajauksesta, hengityskeskusten toiminnan häiriintymisestä tai hengitystä lamaavien lääkkeiden vaikutuksesta. Myös rintakehän vammat, hengitystiehaumat sekä

alahengitysteiden, keuhkoparenkyymin ja -verisuoniston sairaudet ja niihin liittyvät sydämen vajaatoiminta tai tulehduksellinen tapahtuma voivat aiheuttaa respiratorista asidoosia. (Kaarlola ym. 2010, 55.)

FINNALI-tutkimuksen (Varpula ym. 2010) mukaan äkillisen hengitysvajauksen kroonisia ja välittömiä riskitekijöitä ovat muun muassa keuhkohtaumatauti, krooninen sydänsairaus, diabetes, ylipaino, hermo- tai lihassairaus sekä tupakointi. Riskitekijöiksi 48 tuntia ennen hengitysvajauksen alkua todettiin sydämen vajaatoiminnan dekompenzaatio, intoksikaatiot, tajuttomuus, leikkaus, keuhkokuume ja muu hengitystieinfektio sekä aspiraatio. Myös sepsis, pankreatiitti, vaikea trauma ja massiivinen verensiirto todettiin riskitekijöiksi, mutta näiden osuus oli huomattavasti pienempi.

Äkillisen respiratorisen asidoosin oireina esiintyy matalaa hengitystaajuutta ja -syvyyttä. Tajunnantila voi olla laskenut aiheuttaen sekavuutta, uneliaisuutta ja desorientaatiota. Elektrolyyttitasapaino häiriintyy aiheuttaen hyperkalemiaa, jolloin sydämen toiminnassa voi olla häiriöitä. On huomioitava, että lasku vaikeasteiseen asidoosiin voi tapahtua vain muutamassa minuutissa. Respiratorinen asidoosi tulee varmistaa ottamalla verikaasuanalyysi. (Kaarlola ym. 2010, 54.)

Verikaasuanalyysissä pH on laskenut alle 7,32 ja hiilidioksidipitoisuus ( $\text{PaCO}_2$ ) on yli 6,0 kPa. Samanaikaisesti kehittyy hypoksemiaa ja  $\text{PaO}_2$  laskee. Standardibikarbonaatti ( $\text{HCO}_3^-$ ) ja emäsyylimäärä (BE) pysyvät normaalina. (Kaarlola ym. 2010, 54.)

### 6.2.3 Happihoito

Spontaanisti hengittävän potilaan happihoidolla tarkoitetaan sisäänhengitysilman happipitoisuuden lisäämistä yli 0,21:n. Happihoito on aiheellista, jos huoneilmaa hengittävän potilaan  $\text{SaO}_2$  on alle 90 % tai valtimoveren happiosapaine  $\text{PaO}_2$  on alle 8 kPa tai jos  $\text{PaO}_2$  on potilaan tiedossaolevaa normaaliarvoa pienempi. On kuitenkin huomioitava, että liiallinen hapenanto saattaa vaimentaa ventilaatiota ja lisätä hiilidioksidiretentiota, jos potilaalla on krooninen hengitysvajaus. Keuhkohtaumataudin pahenemisvaiheessa happihoito voidaan toteuttaa

venturinaamarilla tai viiksillä. Asidoosin vaikeutumista ja hiilidioksidiretentiota ei tutkimuksien mukaan tuolloin tapahdu. (Käypä hoito 2006.)

CPAP-hoidolla tarkoitetaan kasvo- tai nenänaamarin avulla toteuttavaa jatkuvaa positiivista ilmatiepainehoitoa, mikä aloitetaan tavallisimmin 5-10 cmH<sub>2</sub>O:n paineella. Painetta säädetään hoitotavoitteiden saavuttamisen mukaan. CPAP-hoito vähentää intubaation ja mekaanisen ventilaation tarvetta sekä vähentää sairaalakuolleisuutta erityisesti vasemman kammion vajaatoiminnasta johtuvassa hengitysvaikeudessa. CPAP-naamarihoidon oletetaan olevan hyödyllinen myös lievässä tai kohtalaisessa hypoksemiaan johtavassa keuhkokuumeessa tai akuutissa keuhkovauriossa, mutta hoidolta puuttuu tutkimusnäyttö. (Käypä hoito 2006). CPAP-hoidon vasta-aiheita ovat ilmarinta, sydämen rakenteellinen toimintahäiriö, hypovolemia, tuore kasvojen vamma tai leikkaus, ruoansulatuskanavan yläosan tuore vamma tai leikkaus, oksentelu ja pahoinvointi (Kaarlola ym. 2010, 23-24).

Noninvasiivinen ventilaatio eli NIV tarkoittaa mekaanisen ventilaation toteuttamista hengityslaitteella ilman tekoilmätietä. NIV-hoito onnistuu noin 49-79 %:ssa tapauksista. Hoidon onnistumiseen vaikuttavat asidoosin ja perustaudin vaikeusaste sekä potilaan yleistila. (Käypä hoito 2006.) Hoidon onnistumisen edellytyksenä on potilaan spontaani hengittäminen, yhteistyökyky sekä ymmärrys tiiviin naamarin tarkoituksesta. NIV-hoidon vaikutuksien tulisi näkyä puolen tunnin kuluessa. (Kaarlola ym. 2010, 30.) Keuhkohtaumataudin pahenemisvaiheessa NIV-hoitoa tulisi harkita jo sillon, kun potilaalla on lievä respiratorinen asidoosi, joka ei korjaannu lääke- ja happihoidolla ensimmäisten tuntien aikana (Käypä hoito 2006). NIV-hoidon vasta-aiheita ovat hengityksen tai sydämen pysähdys, epävakaata hemodynamiikka, tajuttomuus tai vaikea sekavuus, tuore kasvojen vamma tai leikkaus, ruoansulatuskanavan yläosan tuore vamma tai leikkaus, ylähengitysteiden ahtauma, oksentelu ja ilmarinta ilman toimivaa pleuradreeniä. Hoidossa tulee seurata pulssioksimetriä sekä toistuvia verikaasuanalyyskejä. Vaikeassa respiratorisessa asidoosissa (pH alle 7,3) NIV-hoito tulee aloittaa olosuhteissa, joissa ripeä siirtyminen invasiiviseen respiratorihoitoon on mahdollista. (Käypä hoito 2006.) Potilaan verenpainetta tulee seurata syketaajuuden ja verenpaineen osalta. Myös jatkuva 12-kanavainen

EKG on oleellinen ainakin hoidon alussa, sillä NIV saattaa lisätä sydäniskemian riskiä. Hoidon aikana potilaan tajuntaa tulee seurata. On myös huomioitava ilman kertymisen mahdollisuus vatsaan. Ilman kertymisen merkkejä ovat pahoinvointi, oksentelu ja vatsakivut. Tarvittaessa tulee asettaa nenä-mahaletku aspiraatoriskin vuoksi. (Kaarola ym. 2010, 31.)

## 7 ALKALOOSI

Tässä luvussa käsitellään respiratorista ja metabolista alkaloosia. Aihetta lähestytään alkaloosin muodostumisen kautta. Respiratorisen alkaloosin yhteydessä esitellään lyhyesti myös sepsis, sillä se on yksi merkittävistä respiratorisen alkaloosin aiheuttajista.

Alkaloosissa elimistö menettää happoja tai elimistöön kertyy liikaa emästä, jolloin pH-arvo nousee yli 7,46:een (Sand ym. 2011, 484). Veren hiilidioksidipitoisuuden ( $\text{PaCO}_2$ ) laskiessa voimakkaasti kehittyy respiratorinen alkaloosi.

Standardibikarbonaatin ( $\text{HCO}_3^-$ ) ja emäsylimäärän (BE) noustessa kehittyy metabolinen alkaloosi. Alkaloosissa ilmenee aluksi lieviä neurologisia oireita, mutta ne voivat yltyä lopulta kouristuksiin ja tajuttomuuteen. Valtimoiden supistuuessa ilmenee vasokonstriktiota. Lisäksi sydämen minuuttivirtaus vähenee, mikä altistaa rytmihäiriöille. Alkaloosi vaikeuttaa hapen siirtymistä kudostasolla soluihin. (Kaarlola ym. 2010, 53.)

### 7.1 Respiratorinen alkaloosi

Respiratorisen alkaloosin syinä ovat kipu, hysteria tai tarkoituksen mukainen ylihengittäminen, hengityskeskusvamma tai -sairaus, keskushermostoa stimuloiva lääkitys (esim. salisylaatti), astmakohtaus, hypermetabolinen tautitila kuten kuume tai sepsis. Lisäksi liiallinen ventilaatio sopimattomilla hengityslaitesäädöillä voi aiheuttaa respiratorisen alkaloosin. (Kaarlola ym. 2010, 57.) Myös pitkä oleskelu korkeilla paikoilla tai huonosti ilmastoidussa tilassa voi johtaa respiratoriseen alkaloosiin (Iivanainen & Syvänoja 2008, 125). 10 %:lla hengenahdistuspotilaista tilan syynä ovat psyykkiset syyt, joista yleisin on paniikkihäiriö. Paniikkikohtauksen oireena voi esiintyä hyperventilaatiota, joka voi johtaa respiratoriseen alkaloosiin. (Kuisma ym. 2013, 327.) Elimistö pyrkii kompensoimaan alkaloosia metabolisesti (Iivanainen & Syvänoja 2008, 125).

Respiratorisen alkaloosin oireina ilmenee syvä, nopea ja haukkova hengitys, josta seuraavat suuret kertavolyymit, käsien ja jalkojen puutuminen, huimaus, näköoireet ja lihasspasmit. Vaikea alkaloosi johtaa tajuttomuuteen ja kouristeluun. (Kaarlola, ym. 2010, 57.) Paniikkihäiriöpotilaalla oireita hallitsee

hyperventilaatio. Potilas saattaa pystyä puhumaan hetkittäin normaalisti. Potilaan happisaturaatio on suuri huoneilmaa hengittäessä ja potilas voi kokea rintakipua. EKG:ssä voi esiintyä ST-laskua. Paniikkihäiriöpotilaalla ilman loppumisen tunne on hyvin vahva. Alkaloosi muuttaa lihasten supistumisherkkyyttä, joten kyynärvarren pakkoliikkeitä voi esiintyä. (Kuisma ym. 2013, 327.) Verikaasuanalyyseissä on havaittavissa pH yli 7,32, PaCO<sub>2</sub> alle 4,5 kPa, matala kaliumtaso alle 3,6 mmol/l ja matala ionisoitunut kalsiumtaso alle 1,15 mmol/l. (Kaarlola ym. 2010, 57).

Respiratorista alkaloosia hoidetaan perussyyn korjauksella. Hoitoa tulee seurata kapnometrian ja verikaasuanalyyseiden avulla. Hyvä kivunhoito ja riittävä sedaatio helpottavat hengitystä. Tarvittaessa tulee toteuttaa kajoava ventilaatio. (Kaarlola ym. 2010, 57.) Paniikkihäiriöstä kärsivää potilasta tulee rauhoittaa ja pyrkiä hiilidioksiditason nostamiseen (Kaarlola ym. 2010, 57). Paperipussiin hengittämistä tai happinaamarin asettamista kasvoille ilman happivirtausta ei enää suositella, sillä lisäteho on rajallinen ja hoito voi johtaa vakaviin haittoihin mikäli tilan taustalla onkin hapenpuute tai asidoosi (Kuisma ym. 2013, 327). Hoidossa voidaan käyttää myös anksiolyyttejä, eli ahdistusta poistavaa lääkitystä. Myös elektrolyyttihäiriöt on korjattava. (Kaarlola ym. 2010, 57.) Jos potilasta on hoidettu paniikkihäiriöpotilaana, mutta oireet eivät hellitä puolen tunnin sisällä, on syytä miettiä muita diagnooseja, kuten anafylaksiaa, asidoosia, keuhkoemboliaa, sepsistä, SAV:tä tai myrkytystä (Kuisma ym. 2013, 327).

#### 7.1.1 Sepsis respiratorisen alkaloosin aiheuttajana

Respiratorisen alkaloosin voi aiheuttaa myös sepsis. Sepsiksessä tulehdusoireiden lisäksi potilaalla on havaittavissa pinnallinen ja nopea hengitys, matala verenpaine, sekavuutta tai uneliaisuutta. (Vauhkonen & Holmström 2012, 523.) Sepsiksen hoidossa ja seurannassa tulee kiinnittää huomiota verenkiertoon, hengitystoimintaan ja eritykseen. Hoidossa on pyrittävä mahdollisimman varhaiseen neste- ja antibioottihoitoon ja mahdollisten komplikaatioiden estoon. (Vauhkonen & Holmström 2012, 525.) Septiseen sokkiin mennessä tila johtaa nestetasapainon häiriöön, jolloin hiussuonten seinämien läpäisykyky vedelle lisääntyy ja isotonin neste siirtyy soluvälitilaan. Neste ei ole tällöin verenkierron

käytettävissä ja syntyy hypovolemia. (Kuisma ym. 2013, 218.) Tilaan liittyy myös sydämen pumppausvoiman heikkous. On huomioitava, että septinen sokki on ”lämmen sokki”, eli potilaan raajat ovat lämpimät sokin alkuvaiheessa. Sepsis voi edetä septiseen sokkiin muutamassa tunnissa. (Vauhkonen & Holmström 2012, 524.)

## 7.2 Metabolinen alkaloosi

Metaboliseen alkaloosiin johtaa bikarbonaatin liiallinen käyttö, liiallinen asetaatti parenteraalisessa ravitsemuksessa, massiivinen verensiirto tai runsas laktaattipitoisuuden sisältävä nestehoito (alkaloosi seuraa 24-48 tunnin kuluttua), voimakas diureettihoido, ripuli, oksentelu, mahaimu tai laksatiivien yliannostelu (Kaarlola ym. 2010, 58). Piilevä hypovolemia on oleellisin metabolisen alkaloosin ylläpitäjä (Alahuhta ym. 63.) ja tavallisemmin sen aiheuttaa voimakas diureettihoido (Kaarlola ym. 2010, 58). Hypovolemiassa on usein natriumkloridin puute, jolloin elimistö vähentää natriumin poistoa pitääkseen yllä riittävän verivolyymien. Samalla elimistö lisää kaliumin ja vetyionien eritystä. (Alahuhta ym. 2010, 63.)

Oireina havaitaan hidasta ja huokailevaa hengitystä, joka johtaa hyperkapniaan ja hypoksiaan, päänsärkyä, pahoinvointia, sekavuutta, tetaniaa, kouristelua ja hypokalemia. Hypofosfatemian ollessa esiintyy myös rytmihäiriöitä. (Kaarlola ym. 2010, 58.) Potilaan nestetasapainoa tulee tarkkailla tilaan mahdollisesti johtaneen hypovolemian varalta. Tyypillisesti hypovolemiassa verenkierto sentralisoituu. Hyväkuntoisen nuoren potilaan elimistön kompensoitomekanismit voivat peittää jopa 30 %:n nestemenetykset. Tämän ylittävät nestemenetykset johtavat takykardiaan, takypneaan, heikkoon perifeeriseen pulsaatioon, ääreisosien viilenemiseen, hypotensioon, diureesin loppumiseen ja tajunnantason alenemiseen. Riskinä on hypovoleeminen sokki ja muun muassa sydänlihaskeskemia. (Kuisma ym. 2013, 216.)

Verikaasuanalyysissä havaitaan pH yli 7,45, standardibikarbonaatti ( $\text{HCO}_3^-$ ) yli 26 mmol/l, emäylimäärä (BE) yli +3.  $\text{PaCO}_2$  on aluksi normaali, kunnes elimistö alkaa kompensoimaan tilaa ja seuraa sekundaarinen hypoventilaatio ja  $\text{PaCO}_2$

nousee. Kaliumtaso on usein matala (alle 3,5 mmol/l) ja ionisoitunut kalsiumtaso matala (alle 1,15 mmol/l). (Kaarlola ym. 2010, 58.)

Metabolista alkaloosia hoidetaan perussyyn korjauksella. pH:n tavoitetasoksi riittää alle 7,55. Nestemenetys tulee korjata ja verivolyymi palauttaa.

Elektrolyyttitasot korjataan. Mikäli diureetit ovat aiheuttaneet metabolista alkaloosia voidaan tilaa korjata asetatsoliamidilla. Ääritapauksissa voidaan turvautua hemofiltratioon tai dialyysihoitoon. (Kaarlola ym. 2010, 58.)

## 8 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön aiheena on happo-emästasyapainohäiriöt, niiden tulkinta ja hoito hoitotyön näkökulmasta. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää sairaanhoitajaopiskelijoiden ja sairaanhoitajien osaamista happo-emästasyapainohäiriöiden oireiden havaitsemisessa ja hoidossa. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa opas ja taskukortti hoitotyöhön.

Opinnäytetyöllä ei ole tilaajaa tai toimeksiantajaa. Opinnäytetyön tuotoksena syntyvä opas ja taskukortti toimitetaan Lahden ammattikorkeakoulun ja Päijät-Hämeen Keskussairaalan vapaaseen käyttöön.

Opinnäytetyön lyhyen aikavälin tarkoituksena on tarjota sairaanhoitajaopiskelijoille ja sairaanhoitajille helposti ymmärrettävä kokonaisuus, mikä kehittää heidän kliinisen hoitotyön osaamista ja parantaa näyttöön perustuvan hoitotyön päätöksentekoa. Tarkoituksena on, että opinnäytetyö kehittää sairaanhoitajaopiskelijoiden ammatillista osaamista happo-emästasyapainohäiriöstä, niiden oireista ja hoidosta.

Opinnäytetyön pitkän aikavälin tarkoituksena on kehittää hoitohenkilöstön perehdyttämistä, hoitoalan ammatillista osaamista ja ammattikorkeakoulussa tapahtuvaa sairaanhoitajien koulutusta. Opinnäytetyö toimii osana hoitotyön asiantuntijuuden kasvun prosessissa. Erityisesti opinnäytetyö vastaa sairaalassa tapahtuvien happo-emästasyapainohäiriöistä johtuvien peruselintoimintojen häiriöiden havaitsemisen puutteisiin. Hoitoalan ammatillisen osaamisen kehittymisen kautta pitkän aikavälin tarkoituksena on potilasturvallisuuden parantaminen. Parhaimmillaan opinnäytetyö johtaa laadukkaampaan hoitotyöhön, mikä vähentää potilaiden kohtaamia haittatapahtumia.

## 9 OPINNÄYTETYÖPROSESSI

### 9.1 Opinnäytetyön luonne ja kohderyhmä

Toiminnallisessa opinnäytetyössä opinnäytetyöllä on kohderyhmä. Opinnäytetyön produkti tehdään kohderyhmälle tai sen käytettäväksi. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 38-39). Opinnäytetyö on luonteeltaan toiminnallinen. Opinnäytetyön raportin lisäksi produktina eli tuotoksena syntyy opas ja taskukortti happo-emästasyönsäpään häiriöistä ja hoidosta.

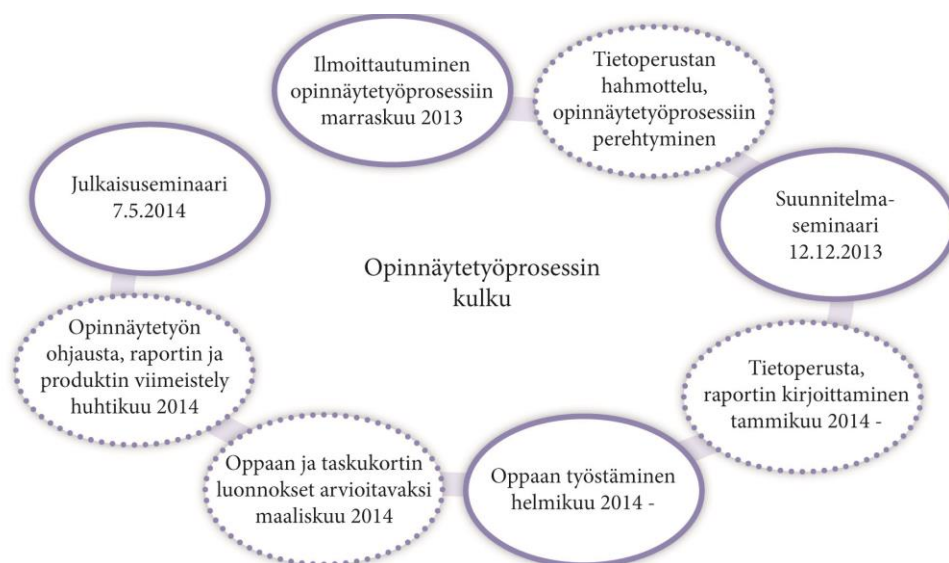
Opinnäytetyön raportissa happo-emästasyönsäpään on lähestytty fysiologiselta suunnalta. Ymmärrys elimistön toimintaperiaatteista ja fysiologisen työnsäpään säätelystä ovat oleellisia happo-emästasyönsäpään ymmärtämiseksi. Fysiologisen käsittelyn lisäksi aihetta käsiteltiin hoitotyön näkökulmasta: oireet, tutkimukset ja hoito.

Opinnäytetyön kohderyhmänä ovat sairaanhoitajaopiskelijat ja sairaanhoitajat. Erityisesti opinnäytetyössä korostuu akuutin hoitotyön osa-alueet, kriittisesti sairaan potilaan tilan arviointi ja hoito happo-emästasyönsäpäänhäiriöiden näkökulmasta. Opinnäytetyö palvelee opinnoissa jo edenneitä sairaanhoitajaopiskelijoita, sillä happo-emästasyönsäpään häiriöiden havainnointi ja hoito edellyttää laaja-alaisempaa hoitotyön ymmärrystä. Työelämän kohderyhmänä ovat erityisesti akuutissa hoitotyössä työskentelevät sairaanhoitajat. Opinnäytetyö hyödyttää myös vuodeosastoilla työskenteleviä hoitajia, sillä se tarjoaa keinoja potilaan tilan tarkkailuun ja hoitotyön päätöksentekoon.

### 9.2 Prosessin kuvaus

Aihe opinnäytetyölle varmistui syksyllä 2013. Syksyn aikana opinnäytetyön tekijä kävi keskusteluja opinnäytetyön tarpeellisuudesta hoitotyön opettajien, opiskelijoiden ja erikoissairanhoidossa työskentelevien sairaanhoitajien kanssa. Keskustelut vahvistivat ajatusta opinnäytetyön tarpeellisuudesta. Myös hoitoalan

tutkimustulokset päivystys- ja akuuttihoitotyön kehittämistarpeista lisäsi kiinnostusta opinnäytetyön aiheelle.



Kuvio 12. Opinnäytetyöprosessin kulku.

Opinnäytetyöprosessin kulkua on kuvattu kuviossa 12. Loka- ja marraskuussa alkoi tutustuminen opinnäytetyön aiheeseen, hoitotieteellisiin artikkeleihin ja alan kirjallisuuteen. Opinnäytetyön tekijän syventävä hoitotyön harjoittelu tehostetun hoidon osastolla lisäsi tekijän omaa ammattiosaamista happo-emästasynteesin häiriöistä ja hoidosta. Tämä mahdollisti laajemman perspektiivin hakemisen opinnäytetyön tietoperustan hahmottamiselle. Ilmoittautuminen opinnäytetyöprosessiin tapahtui marraskuussa 2013. Tuolloin alkoi myös perehtyminen opinnäytetyön ammatillisiin vaatimuksiin ja opinnäytetyöprosessiin. Tekijä syventyi opinnäytetyön rakenteeseen, prosessin läpiviemiseen ja arviointiin.

Osallistuminen suunnitelmaseminaariin tapahtui joulukuussa 2013. Tuolloin täsmentyivät myös opinnäytetyön rakenne ja keskeisimmät asiat. Opinnäytetyön tuotoksena syntyvälle oppaalle etsittiin joulukuussa 2013 arvioijia. Arvioinnin tarkoituksena oli sairaanhoitajaopiskelijoiden ja sairaanhoitajien kommentit oppaan toimivuudesta, joiden perusteella opasta kehitettiin kohderyhmälle sopivaksi. Oppaan arvioinnissa käytettiin pääosin opinnäytetyön tekijän opiskelu- ja työkontakteja.

Opinnäytetyön tietoperustaa työstettiin joulukuusta 2013 helmikuuhun 2014. Tuona aikana toteutettiin valtaosa tiedonhausta tietokantoja hyödyntäen. Tietokantahakuja toteutettiin Lahden ammattikorkeakoulun Hoitajankadun toimipisteessä. Lisäksi toimipisteessä toimivaa tietokeskusta hyödynnettiin ammattikirjallisuuden ja -artikkeleiden löytymiseksi. Myös opinnäytetyön tekijän työharjoittelupaikan tiedonlähteitä hyödynnettiin Päijät-Hämeen keskussairaalassa.

Opinnäytetyön raporttia kirjoitettiin sopivien tiedonlähteiden löytyessä. Tietoperustan rakentuessa helmikuussa 2014 otettiin prosessin osaksi myös produktina syntyvän oppaan työstäminen. Oppaan rakenne muuttui prosessin edetessä, sillä tiedon määrä osoittautui ennakoitua runsaammaksi. Oppaan laajuuden kasvaessa päätettiin kokonaisuuteen liittää taskukortti.

Oppaasta ja taskukortista muotoutuivat ensimmäiset luonnokset maaliskuun vaihteessa 2014. Tuolloin luonnokset toimitettiin arvioitavaksi. Arvioinneille annettiin aikaa 2 viikkoa. Tuon jälkeen opasta ja taskukorttia kehitettiin saatujen arviointien mukaisesti. Oppaan ja taskukortin arviointia käsitellään tarkemmin luvussa 9.4.

Opinnäytetyön raportti viimeisteltiin huhtikuussa 2014. Tuolloin hyödynnettiin myös opinnäytetyön ohjausta. Opinnäytetyön ohjaustapaamisessa opinnäytetyön tekijä sai rakentavaa palautetta ja perusteltuja kehitysehdotuksia opinnäytetyön raporttiin ja tuotokseen. Näiden kommenttien perusteella opinnäytetyötä kokonaisuudessaan viimeisteltiin intensiivisesti parin viikon aikana.

Oppaan ja taskukortin kehitystyö toteutettiin palautteita mukailleen huhtikuun lopulla 2014, jolloin myös opinnäytetyön raportti viimeisteltiin. Julkaisuseminaari pidettiin 7.5.2014.

### 9.3 Oppaan ja taskukortin toteuttaminen

Oppaan lopulliseksi kooksi muodostui A5-kokoinen, 18-sivuinen nidottu julkaisu. Lisäksi syntyi A6-kokoinen, 4-sivuinen taskukortti. Tuotokset ovat värillisiä, mutta niiden suunnittelussa on otettu huomioon toimivuus myös

mustavalkotulostuksessa. Opas ja taskukortti julkaistaan pdf-tiedostoina, joita on mahdollisuus tulostaa vapaasti hyödynnettäväksi.

Oppaan suunnitteluvaiheessa todettiin, ettei materiaali mahdu pieneen taskumalliseen oppaaseen. Oppaan tekijä piti tiedollista sisältöä tärkeämpänä, kuin oppaan formaattia. Tästä syystä päätettiin, että taskumallisesta oppaasta luovutaan ja siirrytään laajempaan julkaisuun. Oppaaseen sisällytetään taskukortti. Taskukortti sisältää oleelliset asiat oppaasta: happo-emästasyyden tulkinta, happo-emästasyydenhäiriöiden oireet ja syyt.

Hyvän julkaisun ulkoasussa on huomioitu valinnat olennaisen ja epäolennaisen välillä. Taitto tuo lukijalle selkoa julkaisun sisällöstä, ohjaa katsetta kohti oleellista ja rytmittää visuaalista näkymää. Onnistunut taitto ja ulkoasu erottaa julkaisun toisista julkaisuista, viestii lähettäjästään ja ohjaa lukijaa. (Pesonen & Tarvainen 2001, 14.) Opinnäytetyön tuotoksena syntyvä opas taitettiin Adobe InDesign-ohjelmistolla. Apuna käytettiin myös Adoben tuoteperheeseen kuuluvia Photoshop- ja Illustrator-ohjelmistoja. Lopullinen opas on värillinen pdf-muotoinen julkaisu. Oppaan tulostusta ja nidontaa on helpotettu sivunumeroilla. Oppaan taitossa ja ulkoasussa on huomioitu jatkuvuus ja selkeys. Värimaailma on pidetty hillittynä.

Marginaalit ovat sivua kehystäviä alueita, joissa ei ole tekstisisältöä.

Marginaaleilla on oleellinen merkitys sivun ja aukeaman tunnelmaan, optisen keskipisteen, ilmavuuden ja valoisuuden kautta. Sisämarginaleilla on erityinen merkitys julkaisun luettavuuden suhteen. (Pesonen ym. 2001, 16.) Oppaassa on käytetty reiluja marginaaleja, joilla on helpotettu tekstin lukemista ja luotu tyhjän tilan vaikutelmaa.

Tyhjän tilan hallittu käyttö on hyvän visuaalisen suunnittelun merkkejä. Tyhjä tila kehystää ja kiinnittää huomiota. Se mahdollistaa katseen ohjaukseen, ulkoasun kevennykseen ja antaa voimaa visuaaliselle suunnittelulle. Tyhjällä tilalla ulkoasua voidaan jakaa ja rytmittää paremmin, kuin erottavilla linjoilla ja kehyksillä. Liiallinen linjojen käyttö tuottaa ilmeeseen liikaa visuaalista hälyä, täyttää tilaa ja voi olla luotaantyöntävä. Liiallinen elementtien käyttö estää oleellista erottumasta. (Pesonen ym. 2001, 48.) Oppaan taitossa tyhjästä tilasta on

jouduttu paikoin tinkimään. Tekijä on miettinyt oleellisen asiasisällön määrää suhteessa oppaan kokoon ja ulkoasuun. Oppaan koko muuttui suunnitteluprosessin aikana suuremmaksi materiaalin runsaudesta johtuen. Oppaan kohderyhmän huomioiden ja asiasisällön tärkeyttä ajatellen asiasisältö on merkittävää, joten oppaassa on paikoin aavistuksen liikaa sisältöä sen pinta-alaan nähden. Taitossa on kuitenkin pyritty huomioimaan ilmavuus ja raikkaus. Myös tyhjää tilaa on kunnioitettu jättämällä ylimääräisiä elementtejä pois, kuitenkin sisällyttäen visuaalisia kehyksiä erottamaan viestiä muun muassa happoemästasapainon häiriöiden oireita ja syitä viestiessä.

Tekstin helppolukuisuus on hyvän julkaisun peruselementtejä.

Helppolukuisuuteen vaikuttavat muun muassa fontin koko, merkkiväli, sanaväli, rivin pituus, tekstin asettelu ja palstan väri. Ennen kaikkea on huomioitava, että helppolukuisuus on myös kaikkien edellä mainittujen suhdetta toisiinsa. (Pesonen ym. 2001, 34.) Oppaan typografia on yksinkertainen koostuen Minion Pro -kirjasinperheestä. Typografista vaihtelua on luotu vaikuttamalla fontin kokoon, kursivointiin ja suuraakkosiin.

Oppaan tekstisisällössä pyrittiin kiinnittämään huomiota kielen selkeyteen. Joitakin ammatillisia termejä pyrittiin selventämään, mutta tarkoituksella ammattitermistöä on jätetty oppaaseen. Opinnäytetyön tekijän näkemyksen mukaan ammattitermistön ymmärrys on osa ammattitaitoa, joten hoitohenkilöstölle ja alan opiskelijoille suunnatussa julkaisussa niiden käyttö on perusteltua. Ammattitermistö myös edesauttaa opasta lukevien alan opiskelijoiden ammatillista kehitystä.

Kuva on tehokas viestinvälittäjä. Kuvat luovat mielikuvia, tunnelmia ja jopa väittämiä. Kuva luo yhdellä silmäyksellä vastaanottajaan sanomia, jotka parhaimmillaan kestävät syvemmänkin katselun. Parhaimmillaan kuva viestii moniulotteisuudesta ja antaa tilaa oivalluksille. (Pesonen ym. 2001, 49.)

Oppaassa kuvat ovat rakennettu osaksi visuaalista ilmettä. Opinnäytetyön raportissa kuvallista hahmottamista on käytetty runsaammin, mutta kuvioita ei tarkoituksella ole otettu oppaaseen yhtä runsaasti. Oppaassa kuvamateriaalia hyödynnetään ohjaamaan lukijaa hahmottamaan sisällön aihealuetta. Oppaan

aukeaman kertoessa respiratorisesta happo-emästasyapainon häiriöstä kuvaelementeillä viestitään ihmisen elimistön hengityselimistöön. Viestinnässä on hyödynnetty myös värimaailmaa. Vastaavasti metabolisessa happo-emästasyapainon häiriössä kuvaelementit viittaavat sisäelimiin.

#### 9.4 Oppaan ja taskukortin arviointi

Arviointia varten oppaasta tulostettiin värilliset nidotut julkaisut. Ennen arviointia opas oikoluettiin. Oppaan ja taskukortin arviointiin luotiin saatekirje (LIITE 1) ja arviointilomake (LIITE 2). Opasta arvioitiin arviointilomaketta hyödyntäen. Lomakkeella esitettiin avoimia kysymyksiä ulkoasun, rakenteen, asiasisällön ja hyödynnettävyyden suhteen. Lisäksi oli tilaa omille kommenteille ja parannusehdotuksille. Mahdollisuus myös palautteen annolle avoimen keskustelun kautta mahdollistettiin.

Arviointia saatiin viideltä sairaanhoitajaopiskelijalta ja kolmelta hoitotyön opettajalta Lahden ammattikorkeakoulusta. Lisäksi opasta arvioitiin Päijät-Hämeen keskussairaalan tehostetun hoidon osastolla ja ensihoidossa työskentelevän sairaanhoitajan toimesta. Lahden ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelija sanoi:

*Tehohoidon harjoittelussa olen hyödyntänyt opasta ja tähän mennessä vastaukset ovat löytyneet siitä (...)Happo-emästasyapainon häiriöt esiintyvät hyvinkin erilaisissa muodoissa, mutta tämän oppaan avulla niiden tulkitseminen helpottuu. Taskukorttiin on saatu hyvin tiivistettyä oleellisimmat ja yleisimmät asiat, joita tarvitaan happo-emästasyapainon häiriötilojen kartoittamisessa.*

Opiskelijoiden palaute oppaasta ja taskukortista oli kannustava. Tiedollinen osuus koettiin haastavaksi, mutta selkeäksi. Kaksi opiskelijaa antoi palautetta ammatillisten termien ymmärrettävyydestä. Näitä olivat ”hyperkapnia” ja ”hypoksia”. Opiskelijat eivät olleet varmoja mitä termit tarkoittavat ja siten termit heikensivät heidän luetun ymmärtämistä. Hoitotyölle tyypillisemmät termit ”hyperventilaatio”, ”hemodynamiikka” ja ”vasopressorit” ymmärrettiin paremmin. Kaikki opiskelijat kokivat oppaan ja taskukortin toisiaan tukeviksi. He uskoivat materiaalista olevan hyötyä opiskelun aikana ja tulevaisuuden hoitotyössä. Kaikki olivat yhtä mieltä, että opas ja taskuopas oli koulun hoitotyön

opetusta tukevaa ja rikastuttavaa materiaalia. Oppaan ja taskukortin rakenne koettiin hyväksi ja ulkoasu hienoksi.

Hoitotyön opettajien palaute oli monipuolisempaa. Kokonaisuus koettiin onnistuneeksi, tyylikkääksi ja akuuttihoitotyön opetusta hyödyttäväksi. Opettajat kokivat samat ammatilliset termit vaikeasti ymmärrettäväksi, kuin opiskelijat. Lisäksi parannusehdotuksia tuli taskukortin sisällön asetteluun. Myös oppaan viestinnälliseen selkeyteen annettiin kehitysehdotuksia.

Päijät-Hämeen keskussairaalaasta saatu palaute edusti työelämää. Tehostetun hoidon osaston osasto- ja apulaisosastohoitajat välittivät yhden koostetun arvioinnin. Opas ja taskukortti koettiin hyödylliseksi nuorten hoitajien ja opiskelijoiden perehdytyksessä. Kokeneille hoitajille oppaan ja taskukortin sisältö on tuttua. Osasto- ja apulaisosastohoitajat olivat tarkastelleet opasta ja taskukorttia myös sisällöllisesti. Asiavirheitä tai puutteita ei löytynyt. ”Painoon vaan”, oli apulaisosastonhoitajan kommentti.

Ensihoidon hoitajan kommentit olivat mutkattoman ripeitä, sillä hän ilmoitti kokonaisuuden näyttävän hyvältä ja kertoi ottaneensa taskukortin jo käyttöön, sillä se sopi hyvin hänen työssään käyttämänsä muistikirjansa sisältöön.

Yhteenvetona saadut arvoinnit olivat sen tyyppisiä, kuin opinnäytetyön tekijä odotti. Suuria muutoksia oppaaseen ja taskuoppaaseen ei tullut. Opinnäytetyön tekijä päätti toteuttaa kaikki tulleet korjausehdotukset, sillä ne olivat kokonaisuuteen nähden järkeviä ja hyvin perusteltuja. Kaksi ammattitermiä selvennettiin, taskukortti muutettiin pystyformaattista vaakamaattiin rakenteen ja luettavuuden parantamiseksi. Lisäksi oppaan taulukkoon laitettiin korostuksia, jotta oleellinen tieto hahmottuisi selkeämmin. Lisäksi muutettiin kahta lauseenrakennetta paremmin ymmärrettävään muotoon.

## 10 POHDINTA

Peruselintoimintojen tarkkailussa ja hätätilapotilaiden tunnistamisessa on havaittu osaamisen puutteita sekä sairaanhoitajilla (Hoppu & Alanen 2012, 13-14) että sairaanhoitajaopiskelijoilla (Pahkala ym. 2014, 12). Potilasmäärien kasvaessa akuutisti sairastuneiden määrä kasvaa (Woodrow 2004, 45), mikä luo lisää vaatimuksia tulevaisuuden hoitotyölle. Hoitohenkilöstön kiire, muuttuvat työympäristöt ja haasteellinen potilasaineisto on riski peruselintoimintojen havaitsemiselle ja onnistuneelle hoitotyön päätöksenteolle.

Happo-emästatapainohäiriöiden havaitseminen ja hoito edellyttää näyttöön perustuvan hoitotyön toteutumista, yhdenmukaisia seurantaparametreja ja virheetöntä terveydenhuollon ammattihenkilöstön välistä kommunikaatiota. Laadukas hoitotyön päätöksenteko on ennen kaikkea potilasturvallisuutta.

Näyttöön perustuva hoitotyö mahdollistaa potilaalle parhaan mahdollisen hoidon. Sairaanhoitajan tulee kyetä soveltamaan päätöksenteonprosessissa omaa hoitotyön kokemusta, potilaan ja omaisten näkemyksiä, ympäristön resursseja sekä näyttöön perustuvaa tutkimustietoa. (Hoitotyön Tutkimussäätiö 2014.) Kirjalliset suositukset ja ohjeet helpottavat hoitotyön päätöksentekoa.

Hoitosuosituksukset ovat asiantuntijoiden laatimia näyttöön perustuvia kannanottoja, joiden tarkoituksena on yhdenmukaistaa potilaiden samaa hoitoa (Ahonen ym. 2012, 20). Elvytyksen Käypä hoito -suositus kehoittaa hoitolaitoksia määrittämään potilaskohtaisesti miten peruselintoimintoja kuvaavia parametreja mitataan (Käypä hoito 2011). Päijät-Hämeen Keskussairaalassa seurantaparametreilla, eli niin sanotuilla MET-kriteereillä on määritelty muun muassa hengitystaajuus, syke, systolinen verenpaine, tajunta ja happisaturaatio. Seurantaparametrit ovat oleellinen osa peruselintoimintojen tarkkailua ja mahdollistavat oireiden yhdenmukaisen kirjaamisen. Valtaosalla elvytykseen joutuneista potilasta on ollut havaittavissa jo tunteja aiemmin häiriöitä peruselintoiminnoissa (Hoppu & Alanen 2012, 13), joten yhdenmukaiset seurantaparametrit helpottavat hoitotyön päätöksentekoa ja vähentävät hoitoviiveitä. Hoidon viivästyminen tai väärät hoitokeinot voivat pahimmillaan johtaa potilaan menehtymiseen.

Hoitotyötä ohjaavat kirjalliset ohjeistukset. Glasgow Coma Score (GCS) asteikko mahdollistaa yhdenmukaisen potilaan tajunnan tason arvioinnin ja seurannan hoidon edetessä (Terveysportti 2008). On kuitenkin huomioitava, että potilaan tajunnan tasoa, kuten myös muita peruselintoiminnan häiriöitä tulee arvioida ja kirjata säännöllisesti, jotta mahdolliset muutokset voidaan havaita ja niihin reagoida viiveettä.

Suullisen ja kirjallisen tiedon virheetön välittyminen on tärkeää potilas- ja työturvallisuuden kannalta. On todettu, että monimutkaisissa terveydenhuollon ympäristöissä kommunikaation ongelmat myötävaikuttavat noin 70 prosenttiin terveydenhuollon haittatapahtumista. Kommunikaation ongelmiin on pyritty vastaamaan ISBAR -menetelmän avulla. Menetelmän tavoitteena on johdonmukainen ja yhtenäinen tiedon välitys esimerkiksi potilasraportoinnin yhteydessä. (Sairaanhoitajaliitto 2014.)

Yhtenäiset seurantaparametrit helpottavat happo-emästaspainoa uhkaavien tilojen havaitsemista. Keuhkohtaumatauti on neljänneksi yleisin kuolemaan johtavaa sairaus maailmassa ja Suomessa diagnosoituja sairastuneita on noin 200 000. On arvioitu, että keuhkohtaumataudin esiastetta sairastavia on noin 200 000 ihmistä. (Hengityслиitto 2014.) Keuhkohtaumataudin pahenemisvaiheen merkkejä ovat muun muassa lisääntynyt hengenahdistus, hengityksen vinkunat ja turvotukset (Käypä hoito 2009). Keuhkohtaumatauti aiheuttaa happo-emästasapainon häiriöitä, joten kliinisten oireiden havainnointi ja verikaasuanalyysin ottaminen ja tulkinta ovat tärkeitä hoidon tarpeen arviointia tehdessä (Käypä hoito 2009).

Sepsis on terveydenhuollon tavallinen ongelma ja sen varhainen toteaminen ja hoidon nopea aloitus parantaa potilaan ennustetta. Sepsiksen tyypillinen oire on tihentynyt hengitys (Käypä hoito 2014), mikä saattaa johtaa respiratoriseen alkaloosiin (Fournier 2009, 19). Sepsiksen varhainen toteaminen ja viiveettä aloitettu hoito on tärkeää, sillä vakava sepsis johtaa peruselintoimintojen ja tajunnan häiriöihin (Käypä hoito 2014). Septisen potilaan yleistilan heiketessä tyypillisiä löydöksiä voivat olla samanaikaisesti respiratorinen asidoosi, metabolinen laktaattiasidoosi ja metabolinen alkaloosi (Christensen & Chen 2012,

75). Septiseen sokkiin liittyvät happo-emästasapainohäiriöt ovat yhteydessä sepsiksen suureen kuolleisuuteen (Käypä hoito 2014).

On tyypillistä, että happo-emästasapainohäiriöiden diagnostiikka kuuluu lääkäreiden työtehtäviin. On tilanteita, jolloin sairaanhoitaja on ensimmäinen, joka tarkastelee potilaan laboratoriotuloksia. Elimistöä uhkaavassa vaaratilanteessa on tärkeää, että sairaanhoitaja osaa reagoida ripeästi. Opas ja taskukortti kehittävät sairaanhoitajien diagnosointia tukevaa hoitotyötä. Asiantuntijuuden kehittymisen kautta hoitajat pystyvät varhaisempaan peruselintoimintoja uhkaavien häiriöiden havaitsemiseen ja hoitoon. Myös hoidon vasteen arviointi kehittyy. Asiantuntijuuden kehittyminen mahdollistaa tuottavamman moniammatillisen yhteistyön.

Opas ja taskukortti täydentävät sairaanhoitajaopiskelijoiden ja sairaanhoitajien tietoa happo-emästasapainon häiriöistä, niiden tarkkailusta ja hoidosta. Lisäksi oppaassa ja taskukortissa tuodaan esille kliinisen havainnoinnin keskeisiä osa-alueita. Taskukorttia on helppo kuljettaa taskussa hoitotyötä tehdessä. Näin hoitaja voi hektisessä hoitotilanteessa tarkistaa havaitsemiensa oireiden tai valtimokaasuverinäytteen tulkinnan. Voidaan todeta, että opinnäytetyön tavoitteena syntynyt opas ja taskukortti toimivat hoitotyön päätöksenteon välineenä ja parantavat siten potilasturvallisuutta.

Opinnäytetyön oppaalla ja taskukortilla on merkitys sairaanhoitajien perehdytykseen ja mentorointiin. Erityisesti opas palvelee nuorten sairaanhoitajien perehdytystä ja erikoissairanhoidossa työskenteleviä hoitajia. Happo-emästasapainoa tarkkaillaan akuuttihoitotyössä, kuten tehostetun hoidon osastoilla, tarkkailussa ja ensihoidossa. Näille osastoille oppaalla ja taskukortilla on selvä hyöty.

Hoppu & Alasen (2012) tutkimuksessa on todettu, että vuodeosastoilla on puutteita potilaan voinnin kliinisessä arvioinnissa. Oppaalla ja taskukortilla on merkitystä vuodeosastojen hoitohenkilöstön perehdytykselle, asiantuntijuuden kasvulle ja siten hoitotyön laadun ja potilasturvallisuuden kehittymiselle.

Opinnäytetyön pitkän aikavälin tarkoituksena on kehittää sairaanhoitajien peruskoulutuksen akuuttihoitotyön opetusta. Opinnäytetyötä ja sen tuotoksia voidaan hyödyntää teoreettisena opetusmateriaalina. Opasta ja taskukorttia voidaan hyödyntää akuuttihoitotyön simulaatio-opetuksessa peruselintoimintojen häiriöiden kliinisen hoitotyön osa-alueilla sekä hoitotyön päätöksenteon opetuksessa. Lisäksi opas ja taskukortti ovat työvälineitä opiskelijoille ohjattuun harjoitteluun. Opiskelijat voivat täydentää omaa tietämystään, käyttää opasta ja taskukorttia oman ammatillisen havainnoinnin ja päätöksenteon pohdintaan.

Opinnäytetyöprosessin aikana Lahden ammattikorkeakoulun akuutin hoitotyön opettajat osoittivat kiinnostusta opinnäytetyötä kohtaan. Hoitotyön opettajat tunnustivat opinnäytetyön ja sen tuotoksena syntyvän oppaan sekä taskukortin hyödyllisiksi akuuttihoitotyön opetussuunnitelmaan. Näillä perusteilla voidaan olla toiveikkaita happo-emästasapainon, häiriöiden ja hoidon laajemman opetuksen mahdollisuuksista tulevaisuuden hoitotyön koulutusohjelmassa.

Opasta ja taskukorttia arvioineet Lahden ammattikorkeakoulun opiskelijat totesivat työn opintojaan täydentäväksi. Käyty keskustelut ja arvioinnit osoittivat selvän tarpeen opinnäytetyölle ja sen tuotokselle.

Voidaan todeta, että opinnäytetyö on täyttänyt sen tavoitteet. Opinnäytetyölle on todettavissa selvä tarve ja sen toteuttaminen on ollut tarkoituksenmukaista. Myös pitkän aikavälin tavoitteiden toteutumisen suhteen voidaan olla hyvin toiveikkaita.

Opinnäytetyö ei ollut luonteeltaan tutkimus, mutta siihen voidaan soveltaa luotettavan tieteellisen tutkimuksen periaatteita. Hyvän tieteellisen käytännön keskeisiä asioita ovat muun muassa toimintatapojen rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6). Lisäksi työssä tulee ottaa huomioon muiden tutkijoiden tekemän työn kunnioitus, erityisesti kiinnittämällä huomiota heidän julkaisuihinsa viittaamalla ja antamalla heidän saavutuksilleen niiden ansaitseman arvon. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.)

Opinnäytetyö on toteutettu hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Työn toteutuksessa on huomioitu laajasti alan ammattikirjallisuutta ja artikkeleita. Tietoperustaa laatiessa on kiinnitetty huomiota huolellisuuteen ja lähteiden riittävän laajaan tarkasteluun. Opinnäytetyön tuotoksena syntyneessä oppaassa

lähdeviittauksia ei ole toteutettu raportissa käytetyn tavan mukaisesti. Lähdeviittaukset on jätetty oppaan teksteistä pois, jotta teksti olisi helpommin luettavissa ja ulkoasu selkeämpi. Lähteet on mainittu oppaan takakannessa. Oppaan ja taskukortin asiasisällön virheettömyyteen pyydettiin tarkistusta Päijät-Hämeen keskussairaalan tehostetun hoidon osaston osastonhoitajilta. Asiavirheitä ei todettu missään prosessin vaiheessa.

Opinnäytetyön tekijä uskoo, että alati muuttuvan ja kehittyvän akuutin ja kliinisen hoitotyön sektorilta löytyy tulevaisuudessa hyviä tutkimusaiheita. Jatkotutkimusaiheiksi ehdotetaan tutkimusta Lahden ammattikorkeakoulun opiskelijoiden kliinisen ja akuuttihoitotyön osaamisen tasosta. Aiheen rajausmahdollisuudeksi esitetään peruselintoimintojen patofysiologian, oireiden havainnoinnin ja hoidon osaamista. Tekijä näkee myös toiminnalliselle opinnäytetyölle tarvetta. Verkko-opiskelu on tullut osaksi ammattikorkeakouluopetusta. Kattava verkkomateriaali peruselintoimintojen patofysiologiasta, oireiden havainnoinnista ja hoidosta audiovisuaalisin keinoin toteutettuna mahdollistaisi kiinnostavan ja opiskelijoiden tietoperustaa vahvistavan kokonaisuuden. Toteutuksessa olisi myös mahdollisuudet moniammatilliselle yhteistyölle Lahden ammattikorkeakoulun muiden koulutusalojen kanssa.

## LÄHTEET

Ahonen, O., Blek-Vehkaluoto, E., Ekola, S. & Uski-Tallqvist, T. 2012. Kliininen hoitotyö. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruukonen, E. & Silfvast, T. 2010. Nestehoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruukonen, E. & Silfvast, T. 2014. Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Christensen, M. & Chen, F. 2012. Advanced arterial blood gas analysis in septic shock: A Singaporean nursing case review. Intensive and Critical Care Nursing 29/2013, 70-77.

Coggon, J. 2008. Arterial blood gas analysis 1: understanding ABG reports. Nursing Times no 18/2008, 28-29.

Edwards, S., 2008. Pathophysiology of acid base balance: The theory practice relationship. Intensive and Critical Care Nursing 24/2008, 28-40.

Fournier, M. 2009. Perfecting your acid-base balancing act. American Nurse Today 1/2009, 17-23.

Geedy Medics. 2014. Blood Bottles Guide [viitattu 10.5.2014] Saatavilla: <http://geekymedics.com/2014/02/20/blood-bottles-guide>.

Hengityслиitto. 2014. Keuhkohtaumatauti [viitattu 15.5.2014]. Saatavilla: <http://www.hengityслиitto.fi/hengityssairaudet/keuhkohtaumatauti#.U3i61SjTnDs>

Hoitotyön Tutkimussäätiö. 2014. Näyttöön perustuva hoito [viitattu 20.4.2014]. Saatavilla: <http://www.hotus.fi/hotus-fi/nayttoon-perustuva-toiminta>.

Hoppu, S. & Alanen, P. 2012. Onko sairaalassa tapahtuva sydänpysähdys ehkäistävissä? – kokemuksia TAYS:sta. Tehohoito 1/2012, 13-19.

Houstonmedpros. 2014. Images [viitattu 10.5.2014] Saatavilla:

<http://www.houstonmedpros.com/images/what-is-arterial-blood-gas.jpg>

Iivanainen, A. & Syvänoja, P. 2011. Hoida ja kirjaa. Helsinki:

Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Jama, T. 2009. Verikaasuanalyysi ja happo-emästatapainon tutkiminen. Lääkäriin käsikirja. Kustannus Oy Duodecim.

Kaarlola, A., Larminen, M., Lundgrén-Laine, H., Pyykkö, A., Rantalainen, T. & Ritmala-Castrén, M. 2010. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Kekomäki, M. 2012. Kannattaako tehohoito? Tehohoito 1/2012, 10-11.

Korhonen, A., Korhonen, T. & Holopainen, A. 2010. Asiantuntijuus ja näyttöön perustuva toiminta. Tutkiva Hoitotyö 3/2010, 38-42.

Kuisma, M., Holsmtröm, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. 2013.

Ensihoito. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Käypä hoito. 2006. Äkillisen hengitysvajauksen hoito [viitattu 2.2.2014].

Suomalainen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Anestesiologiyhdistyksen asettama työryhmä. Saatavilla:

<http://www.terveyskirjasto.fi/xmedia/hoi/hoi50045.pdf>.

Käypä hoito. 2009. Keuhkohtaumatauti [viitattu 10.5.2014]. Saatavilla:

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi06040>.

Käypä hoito. 2011. Elvytys [viitattu 10.5.2014]. Saatavilla:

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi17010#NaN>.

LAMK. 2014. Opinto-opas Lahden ammattikorkeakoulu[viitattu 14.5.2014].

Saatavilla: <http://www.lamk.fi/koulutus/opinto-opas/Documents/ops1415-st-sairaanhoitaja.pdf>.

Lankinen, I. 2013. Päivystyshoitotyön osaaminen valmistuvien

sairaanhoitajaopiskelijoiden arvioimana. Turku: Turun yliopisto. Väitöskirja.

Liimatainen, A. 2009. Sairaanhoidajan asiantuntijuuden kehittyminen perusterveydenhuollossa. Tapaustutkimus laajennetusta tehtäväkuvasta. Kuopio: Kuopion yliopisto. Lisensiaatintutkielma.

Mustajoki, A., Alila, A., Matilainen, E. & Rasimus, M. 2010. Sairaanhoidajan käsikirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Mustajoki, P. 2013. Asidoosi [viitattu 10.11.2013]. Lääkärikirja Duodecim. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00656](http://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=dlk00656).

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S. 2009. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 18. uudistettu painos. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Nurminen, M-L., 2011. Lääkehoito. Helsinki: WSOYpro Oy.

Opetusministeriö. 2006. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2006:24. Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon: Koulutuksesta valmistuvien ammatillinen osaaminen, keskeiset opinnot ja vähimmäisopintopisteet [viitattu 1.12.2013] Saatavissa: <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2006/liitteet/tr24.pdf?lang=fi>.

Pahkala, T., Lukkarinen, H. & Kääriäinen, M. 2013. Hoitotyön opiskelijoiden kliininen osaaminen. Hoitotiede 1/2013, 12-23.

Pesonen, S., Tarvainen, J. 2001. Julkaisun tekeminen. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.

PHSOTEY. 2013. Päijät-Hämeen Keskussairaala verikaasututkimukset [viitattu 2.5.2014]. Laboratoriotutkimukset – kliininen kemia. Saatavilla PHSOTEY -tunnuksin: <http://infokanava.ad.phks.fi/tulosryhmat/laaketieteellistenpalvelujenkeskus/tiedot.php?uusiatk=0806&ala=K&vy=4010&haku=happo&tunniste=1382&vy=4010>.

Sairaanhoitajaliitto. 2014. Potilasturvallisuus [viitattu 15.5.2014]. Saatavissa: [http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/sairaanhoitajan\\_tyo\\_ja\\_hoitotyon/hoitotyon\\_keitaminen/potilasturvallisuus](http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/sairaanhoitajan_tyo_ja_hoitotyon/hoitotyon_keitaminen/potilasturvallisuus).

Sand, O., Sjaastad ø., Haug, E. & Bjålie, J. 2011. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOYpro Oy.

Sora, T., Larkio, M., Manninen-Kauppinen, E. & Vierula, S. 2000. Akuuttisairaanhoidon opas. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim ja SHKS.

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö. 2010. Yhtenäiset päivystyshoidon perusteet. Työryhmän raportti [viitattu 20.3.2014]. Saatavissa: [http://www.stm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1082856&name=DLFE-11049.pdf](http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=1082856&name=DLFE-11049.pdf).

Takkunen, O., Ala-Kokko, T., Perttilä, J. & Ruokonen, E. 2006. Tehohoito-opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Terveyskirjasto. 2000. Natriumbikarbonaatin käyttö elvytyksessä [viitattu 10.5.2014]. Kustannus Oy Duodecim. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=nix00101#R1](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=nix00101#R1).

Terveyskirjasto. 2008. Glasgow Coma Score ja sen arviointi [viitattu 23.4.2014]. Kustannus Oy Duodecim. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=nix00135#T1](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=nix00135#T1).

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa [viitattu 4.10.2014]. Saatavissa: [http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf).

Utriainen, K., Ala-Mursula, L. & Virokannas, H., 2011. Näkökulmia sairaanhoitajien työhyvinvointiin. Tutkiva Hoitotyö 1/2011, 29-36.

Varpula, T., Linko, R. & Pettilä, V., FINNALI-tutkijaryhmä. 2010. Äkillisen hengitysvajauksen esiintyvyys, hoito ja ennuste Suomessa – FINNALI-tutkimus. Katsaus. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Vauhkonen, I. & Holmström, P. 2012. Sisätaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

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

Woodrow, P. 2004. Arterial blood gas analysis. Nursing Standard no 21/2004, 45-52.

## LIITTEET

Liite 1. Saatekirje

Liite 2. Arviointilomake

Liite 3. Opas

Liite 4. Taskukortti

## LIITE 1. Saatekirje

Hyvä vastaanottaja,

työstän opinnäytetyötä aiheesta happo-emästasapaino, tuotoksena opas hoitotyöhön. Tavoitteena on luoda alan opiskelijoille ja sairaanhoitajille opas, mikä täydentää ja syventää ammatillista osaamista sekä helpottaa käytännön hoitotyötä. Oppaaseen sisältyy 16 sivuinen julkaisu ja taskukortti.

Tämän kirjeen liitteenä on luonnos oppaasta ja taskukortista. Pyydän teitä ystävällisesti kertomaan palautteenne oppaasta oheisen arviointilomakkeen avulla. Valmiit vastaukset voitte jättää kirjekuoreen. Vastausaikaa on 23.4.2014 asti.

Antamanne palaute on arvokasta ja tärkeää. Opasta kehitetään palautteen mukaisesti. Opas julkaistaan toukokuussa 2014.

Oppaan arviointiin osallistuvat sairaanhoitajaopiskelijoita ja hoitotyön opettajia Lahden ammattikorkeakoulussa. Lisäksi opasta arvioidaan osastonne lisäksi ensihoidon hoitajien toimesta.

Oppaan arviointi on vapaaehtoista.

Kiitos vaivannäöstänne!

Yhteistyöstä kiittäen,

Sanna Koskimäki

sairaanhoitajaopiskelija  
(yhteystiedot)  
Lahden ammattikorkeakoulu

## LIITE 2. Arviointilomake

Happo-emästasapaino - opas hoitotyöhön  
Sanna Koskimäki, opinnäytetyö, Lahden ammattikorkeakoulu

### ARVIOINTILOMAKE

#### 1. Mielipiteenne oppaan ulkoasusta

---

---

---

---

---

#### 2. Mielipiteenne oppaan rakenteesta

---

---

---

---

---

#### 3. Mielipiteenne oppaan asiasisällöstä

---

---

---

---

---

#### 4. Koetteko oppaan hyödylliseksi omaan työhönne/opintoihinne

---

---

---

---

---

#### 5. Muuta kommentoitavaa tai parannusehdotuksia

---

---

---

---

---

LIITE 3. OPAS



# Happo- emästasapaino

OPAS HOITOTYÖHÖN

# VERIKAASUANALYYSI

Verikaasuanalyysi tarkoittaa valtimoverestä otettavaa verinäytettä, joka kuvaa elimistön happo-emästasapainoa ja kaasujen vaihtoa. Analyysilla saadaan tietää seuraavat arvot:

- **Happo-emästasapaino, pH, viitearvo 7,35-7,45**

Happamuuden häiriöt näkyvät pH-arvojen muutoksissa. Elimistö on emäksinen eli alkaloosissa, jos pH on yli 7,45. Elimistö on hapan eli asidoosissa, jos pH on alle 7,35.

- **Hiilidioksidiosapaine, PaCO<sub>2</sub>, viitearvo 4,7-6,0 kPa**

Hiilidioksidin määrän häiriöt näkyvät hiilidioksidiosapaineessa. PaCO<sub>2</sub>-arvon ollessa alle 4,7 hengitys tuulettaa hiilidioksidia liian tehokkaasti, mistä seuraa hypokarbia. Vaarana on respiratorinen eli hengityksestä johtuvan alkaloosin kehittyminen. PaCO<sub>2</sub>-arvon ollessa yli 6 hengitys ei tuuleta hiilidioksidia riittävästi. Vaarana on respiratorisen asidoosin kehittyminen.

- **Happiosapaine, PaO<sub>2</sub>, viitearvo yli 10 kPa**

Hapen määrän häiriöt näkyvät happiosapaineessa. PaO<sub>2</sub>-arvon ollessa alle 10 vaarana on elimistön hapenpuute eli hypoksia. Suuri happiosapaine ei aiheuta tilapäisesti vaaraa aikuiselle terveelle ihmiselle. Suurta happiosapainetta eli hyperoksiaa on kuitenkin pyrittävä välttämään, sillä pitkään jatkuessa hyperoksia voi aiheuttaa keuhkovaurioita.

- **Standardibikarbonaatti, StHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, viitearvo 22-26 mmol/l**

Bikarbonaatin häiriöt kuvaavat elimistön happamuutta ja emäksisyyttä. StHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-arvon ollessa alle 22 mmol/l elimistö on happamoitunut. StHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-arvon ollessa yli 26 mmol/l elimistö on emäksinen.

- **Base excess eli emäsyylimäärä, BE, viitearvo -2,5-(+2,5)**

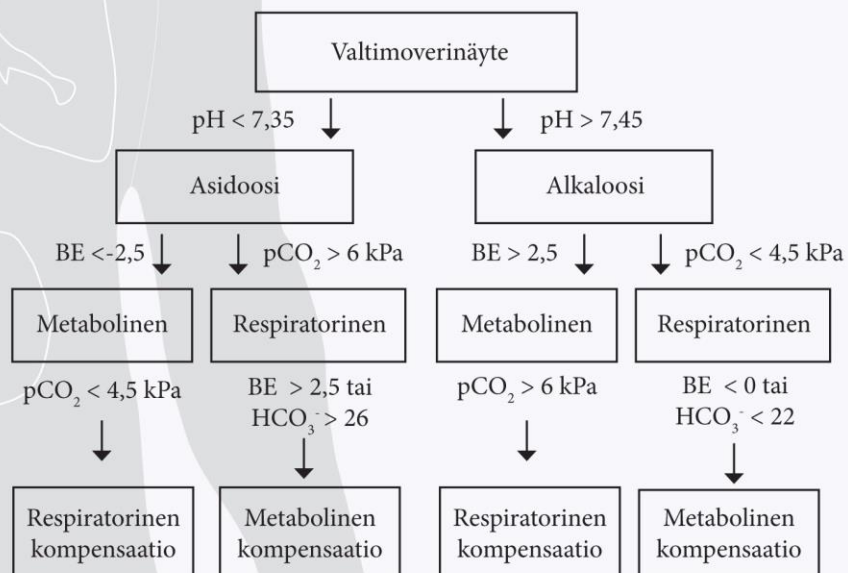
Emäsyylimäärä näkyy BE-arvosta. Alle -2,5 BE kertoo elimistön olevan hapan ja yli 2,5 BE emäksinen.

# TULKINTA

Valtimoverestä otetun verikaasuanalyysin tulkinta kuuluu sairaanhoitajan ammattiosaamiseen. Verikaasuanalyysin tulkinta mahdollistaa henkeä uhkaavien happo-emästasapainohäiriöiden havaitsemisen ja hoidon aloittamisen viiveettä.

Verikaasuanalyysin tuloksia voidaan lähteä tulkitsemaan usealla eri tavalla. Oppaassa on esitelty kaksi tapaa. Sivulla 5 on esimerkkejä happo-emästasapainon häiriöiden tulkinnoista.

## VERIKAASUANALYYSIN TULKINTA TAULUKOLLA



Mikäli kompensaatio ei ole looginen, kyseessä voi olla sekamuotoinen happo-emästasapainon häiriö.

# TULKINTA

Kolmen verikaasuanalyysin arvon perusteella voidaan tehdä päätelmiä elimistön happo-emästasapainosta. Nämä kolme arvoa ovat pH, PaCO<sub>2</sub> ja HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Verikaasuanalyysin tulkintaa voi lähteä tekemään seuraavilla vaiheilla:

**VAIHE 1:** Merkitse arvot pH, PaCO<sub>2</sub> ja HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

**VAIHE 2:** Vertaa arvoja viitearvoihin. Jos tulos viittaa liialliseen happoon, merkkää H. Jos tulos viittaa liian suureen emäkseen, merkkää E. Jos arvo on viitearvon sisäpuolella, merkkää N.

Muistutuksena: pH viitearvo 7,35-7,45  
PaCO<sub>2</sub> viitearvo 4,7-6,0 kPa  
PaO<sub>2</sub> viitearvo yli 10 kPa  
StHCO<sub>3</sub><sup>-</sup> viitearvo 22-26 mmol/l  
BE viitearvo -2,5-(+2,5)

pH alle viitearvon: happoa  
pH yli viitearvon: emästä  
PaCO<sub>2</sub> alle viitearvon: emästä  
PaCO<sub>2</sub> yli viitearvon: happoa  
HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> alle viitearvon: happoa  
HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> yli viitearvon: emästä

**VAIHE 3:** Jos olet merkinnyt saman merkinnän kahteen tai kolmeen arvoon, ympyröi ne. Jos ympyröit pH:n ja PaCO<sub>2</sub>:n, potilaalla on respiratorinen tila. Jos ympyröit pH:n ja HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:n, potilaalla on metabolinen tila. Jos ympyröit kaikki kolme arvoa potilaalla on respiratorinen ja metabolinen happo-emästasapainohäiriö.

**VAIHE 4:** Voit selvittää kompensaation katsomalla arvoa, jota et ympyröinyt. Jos arvo on siirtynyt vastakkaiseen suuntaan ympyröityjen arvojen kanssa, elimistön kompensaatio on mahdollinen. Jos arvo on viitearvojen sisällä, kompensaatiota ei ole tapahtunut. Jos pH on normaali, elimistö on kompensoinut häiriön.

Respiratorinen alkaloosi		Respiratorinen asidoosi	
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
Metabolinen alkaloosi		Metabolinen asidoosi	
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
Respiratorinen ja metabolinen alkaloosi		Respiratorinen ja metabolinen asidoosi	
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
Osittain kompensoitunut respiratorinen alkaloosi		Osittain kompensoitunut respiratorinen asidoosi	
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
Osittain kompensoitunut metabolinen alkaloosi		Osittain kompensoitunut metabolinen asidoosi	
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
Kompensoitunut respiratorinen alkaloosi		Kompensoitunut respiratorinen asidoosi	
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
Kompensoitunut metabolinen alkaloosi		Kompensoitunut metabolinen asidoosi	
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

# METABOLINEN *asidoosi*

Metabolinen asidoosi on yleisin happo-emästasapainon häiriö. Metabolisessa asidoosissa elimistön bikarbonaatti ja emäsymäärä laskee. Tämän seurauksena pH-arvo laskee alle 7,35. Veren hiilidioksidi pitoisuus nousee, jolloin elimistö pyrkii kompensoimaan tilaa sekundaarisella hyperventilaatiolla, jotta hiilidioksidipitoisuus laskisi. Asidoosi on henkeä uhkaava pH:n laskiessa alle 7,0.

Metabolisen asidoosin syntyminen on varhainen merkki elimistöä uhkaavasta vaaratekijästä. Pahimmillaan metabolinen asidoosi voi johtaa elottomuuteen. Hemodynaamiset vaikutukset tulevat esille pH-arvon laskiessa alle 7,2. Tuolloin sydänlihaksen pumppaustoiminta voi huonontua ja keuhkoverenkiertoon syntyy vasokonstriktio, mikä kuormittaa sydämen oikeaa kammiota. Verenpaine laskee arterioliensileän lihaksen vasodilataation vuoksi. Verenkierto voi olla vaarassa romahtaa. Osa käytettävistä lääkeaineista, muun muassa vasopressorit ja insuliini, menettävät tehonsa. Asidoosi nopeuttaa hengityslihasten väsymistä, mikä on riski erityisesti keuhkosairaille potilaille.

## TUTKIMINEN JA SEURANTA:

- syyn selvittäminen  
*verensokeri, ketoaineet, alkoholi, verikaasuanalyysi, laktaatti, elektrolyytit, kreatiniini, myrky- ja lääkeainemääritykset*
- ruuansulatuselimistön toiminta
- diureesi
- hengitystaajuus
- tajunnantaso
- monitoriseuranta  
*rytmihäiriöt*

## HOITO:

- avoimen hengitystien varmistus
- riittävä hapentarjonta  
*tarvittaessa vasoaktiivien käyttö*
- nestehoito
- elektrolyyttihäiriöiden korjaaminen
- myrkytystapauksissa dialyysi
- asidoosin aiheuttaneen tilan korjaaminen
- vaikeassa asidoosissa  
"ajan ostaminen"  
natriumbikarbonaatilla  
*Hyöty hetkellinen, antaa lisää aikaa perussyyn hoidolle ja parantaa hemodynamiikkaa.*

### OIREET

Heikkous	Kuivumisen oireet
Ruokahaluttomuus	Hyperventilaatio
Sekavuus	<i>respiratorinen kompensatio</i>
Takykardia	Tajunnan häiriöt
<i>hyperkalemia</i>	Kooma

### SYYT

Bikarbonaatin menetys  
*ripuli, oksentelu, ruuansulatuskanavan ongelmat, ileostomia, haimafisteli*

Maksan vajaatoiminta

Munuaisten vajaatoiminta

Kaliumia säästävät diureetit

Runsas NaCl 0,9 % -infuusio

Riittämätön kudosten hapentarjonta

Ketoosit  
*diabetes, alkoholi, paasto*

Myrkytykset  
*etyleeniglykoli, metanoli, isopropanoli, paraldehydi, salisylaatti*

### VAIKUTUKSET ELIMISTÖÖN

Verenkiertohäiriöt  
*valtimoiden laajeneminen, sydämen minuuttivirtauksen lasku ja johtumishäiriöt*

Hapen kuljetuksen huononeminen

Metabolian kiihtyminen  
*hengityslama, hengityslihasten heikkous, ihotunnon alenema*

Maha-suolikanavan oireet  
*pahoinvointi, vatsakipu*

Elektrolyyttihäiriöt  
*hyperkalemia, hyperkalsemia, hyperurikemia, hyperkalsiuria*

UHKAAVA ASIDOOSI, pH alle 7,2  
hemodynaamiset vaikutukset tulevat esille  
*vasopressorit ja insuliini menettävät tehonsa*

## DIABEETTINEN KETOASIDOOSI

Diabeettinen ketoasidoosi kehittyy ketoaineiden kertyessä elimistöön, jolloin elimistö happamoituu. Tila johtuu insuliinin puutteesta ja ketoaineet muodostuvat rasvahappojen hapettumistuotteista. Ketoaineita kertyy elimistöön insuliinin vastavaikuttajahormonien (glukagoni, kortisoli, katekoliamiinit, kasvuhormonit) lisääntyneestä erityksestä.

Ketoasidoosiin johtaa tuore tyypin 1 diabetes, insuliinihoidon laiminlyönti ja/tai diabeetikon tulehdussairaudet. Myös sydäninfarkti voi johtaa diabetestä sairastavan ketoasidoosiin.

### OIREET

Huonontunut yleistila	Asetonin haju hengityksessä
Vatsakivut	Takykardia
Pahoinvointi	Kuivuminen
Syvä Kussmaulin hengitys/hyperventilaatio	

Verikokeissa todetaan plasman kohonnutta glukoosipitoisuus (yli 15mmol/l). Asidoosista johtuen pH ja BE ovat laskeneet, mikä viittaa metaboliseen asidoosiin. Lisäksi voi esiintyä hyperkalemia, hyponatremia, korkea kreatiniini ja hemoglobiini sekä virtsan runsashappoisuus ja -sokerisuus.

Potilaan hengitystä, tajunnantaso (GCS) ja ihoa tulee tarkkailla. Potilaan janontunne on saattanut lisääntyä. Myös näön hämärtymistä voi esiintyä. Ketoasidoosipotilas tulisi aina hoitaa ympäristössä, jossa on mahdollisuus monitorivalvontaan.

Diabeettista ketoasidoosia hoidetaan nestehoidolla ja jatkuvalla insuliinihoidolla. Insuliini on annosteltava joko lihakseen tai laskimoon, sillä kuivumisesta johtuen ihon alle pistettäessä insuliini ei imeydy tehokkaasti. Neste- ja insuliinihoito korjaa yleensä asidoosin.

Potilaan ohjauksessa tulee kiinnittää huomiota tilan laukaisevaan syyhyn. Jos ketoasidoosin aiheuttaa hoidon laiminlyönti, tulee tehostaa diabeteksen hoidon ja asiakokonaisuuksien ymmärtämistä. Potilas tarvitsee usein pidempiaikaista ohjausta, hoitomotivaation kohentamista ja omahoidon tukemista. Infektion aiheuttamassa ketoasidoosissa tulee potilaan kanssa kerrata sairaspäivien hoito-ohjeet.



## LAKTAATTIASIDOOSI

Laktaattiasidoosi on metabolisen asidoosin tila, jossa veren pH-arvo ja bikarbonaattipitoisuus on pienentynyt ja veren laktaatti- eli maitohappopitoisuus on suurentunut (yli 2 mmol/l). Laktaattiasidoosi potilaat kuuluvat yleensä tehohoidon piiriin, sillä yli 5 mmol/l:n laktaatti-arvoilla kuolevuus nousee 60 %:iin kolmen vuorokauden ja 80 %:iin kymmenen vuorokauden seurannassa.

Laktaattiasidoosiin johtaa riittämätön kudoshapetus. Tilaan johtaneita syitä ovat verenkiertovajaukset, kuten hypotensio, hypoksemia, syanoosi, sepsis, sydämen vajaatoiminta ja viileännihkeä ääreisosien iho.

Hoidossa tulee turvata ja parantaa hemodynamiikka ja kudosten hapensaantia. Mahdollista hengitysvajausta ja kudospesuutiota tulee hoitaa. Lisäksi arvioidaan nestehoidon tarve. Muita hoidontarpeita ovat mahdollisen sepsiksen hoito ja toksiinien (esim. korvikealkoholit) poisto elimistöstä. Laktaattiasidoosia pahentaa metformiini ja nitroprussidi, joten näiden lääkeaineiden anto tulee keskeyttää. pH-arvon ollessa matala voidaan hoidossa käyttää bikarbonaattia.

## KROONINEN MUNUAISTEN VAJAATOIMINTA

Metabolinen asidoosi on tyypillistä pitkälle edenneessä kroonisessa munuaisten vajaatoiminnassa. Elimistön natriumin, kaliumin, vetyionien ja veden eritysvirtsan säilyminen yleensä kohtalaisen normaaleina munuaisten vajaatoiminnan vaikeimmille tasoille asti. Munuaisten nefronien tuhoutuessa säätely lopulta pettää ja elimistöön alkaa kertyä vettä sekä veren kalium- ja vetyionipitoisuudet nousevat. Elimistöön kertyvä vetyionipitoisuus aiheuttaa metabolisen asidoosin.

Potilaille annetaan usein kalsiumbikarbonaattia p.o., sillä asidoosi lisää kataboliaa. Kataboliassa proteiineja hajoaa enemmän kuin niitä syntyy, ja potilas menettää lihassmassaa, laihtuu ja veren proteiinien määrä vähenee.

Mikäli konservatiiviset hoitomuodot eivät ole riittäviä, voidaan potilaalle harkita aktiivihaitoja, kuten dialyysia.

# RESPIRATORINEN *asidoosi*

Respiratorisessa asidoosissa hiilidioksidin poistuminen keuhkoista estyy keuhkoventilaation heikentyessä. Hiilidioksidituotannon ollessa eliminaatiota suurempi veren hiilidioksidipitoisuus nousee, jolloin tajunta heikkenee ja ääritapauksissa sydän pysähtyy. Respiratorinen asidoosi voi kehittyä äkillisesti, jolloin se on hengen vaarallinen tila.

Keuhkosairauksista johtuen respiratorinen asidoosi voi olla krooninen, jolloin se ei ole henkeä uhkaava. Kroonisessa tilassa hiilidioksidiosapaine on jatkuvasti koholla, mutta pH voi olla normaali. Suuri emäsyylimäärä (BE) paljastaa kroonisen tilan. Elimistö pyrkii kompensoimaan tilaa metabolisesti. Kompensaatio alkaa vaikuttamaan noin 12 tunnissa. Ventilaatiotuki tulee aloittaa, jolloin tavoitteena on normaali pH, mutta ei normaali hiilidioksidipitoisuus.

## TUTKIMINEN JA SEURANTA:

- hengityksen apulihaksien käyttö  
*Näkyvä käyttö viittaa hengitysvaikeuteen.*
- hengitysäntien kuuntelu  
*Vinkuvat ja hiljentyneet hengitysäänet viittaavat krooniseen tilaan.*
- hengitystaajuus
- tajunnantaso
- SaO<sub>2</sub>
- verikaasuanalyysi

## HOITO:

- ventilaatiovajauksen korjaaminen  
*hengitystien avaaminen, NIV, intubaatio*
- keuhkoputkia laajentavat ja ja limakalvoja hoitavat lääkkeet
- happeutumisen  
*happiviikset, happinaamari*
- elimistön hiilidioksidituotannon rajoittaminen
- elektrolyyttihäiriöiden korjaaminen
- taustasyyn selvittäminen ja hoitaminen
- krooninen tila ei vaadi hoitotoimenpiteitä, ellei potilaan hapetukseen tai hiilidioksidin tuuletukseen tule häiriöitä



## ÄKILLINEN RESPIRATORINEN ASIDOOSI

### OIREET

Matala hengitystaajuus ja -syvyys	Rytmihäiriöt
Alentunut tajunnantaso	<i>hyperkalemia</i>
Veren vähähappisuus	

### SYYT

Ventilaatiovajaus	Hengitystieahtama
Hengityskeskusten toiminnan häiriintyminen tai -sairaus	Alahengitysteiden, keuhkoparenkyymin ja -verisuoniston sairaudet
Hengitystä lamaavat lääkkeet	
Rintakehän vammat	

## KROONINEN RESPIRATORINEN ASIDOOSI

### OIREET

Hengenahdistus	Päänsärky
Vinkuvat tai hiljentyneet hengityssäät	Sydämentykytys
Huokaileva ja matala hengitystaajuus	Väsymys ja uneliaisuus

### SYYT

Keuhkohtaumatauti	Lihavuus
Astma	Alahengitysteiden, keuhkoparenkyymin ja -verisuoniston sairaudet
Keuhkokuume	
Keuhkoedeema	
Etenevä keuhkosairaus	

# METABOLINEN *alkaloosi*

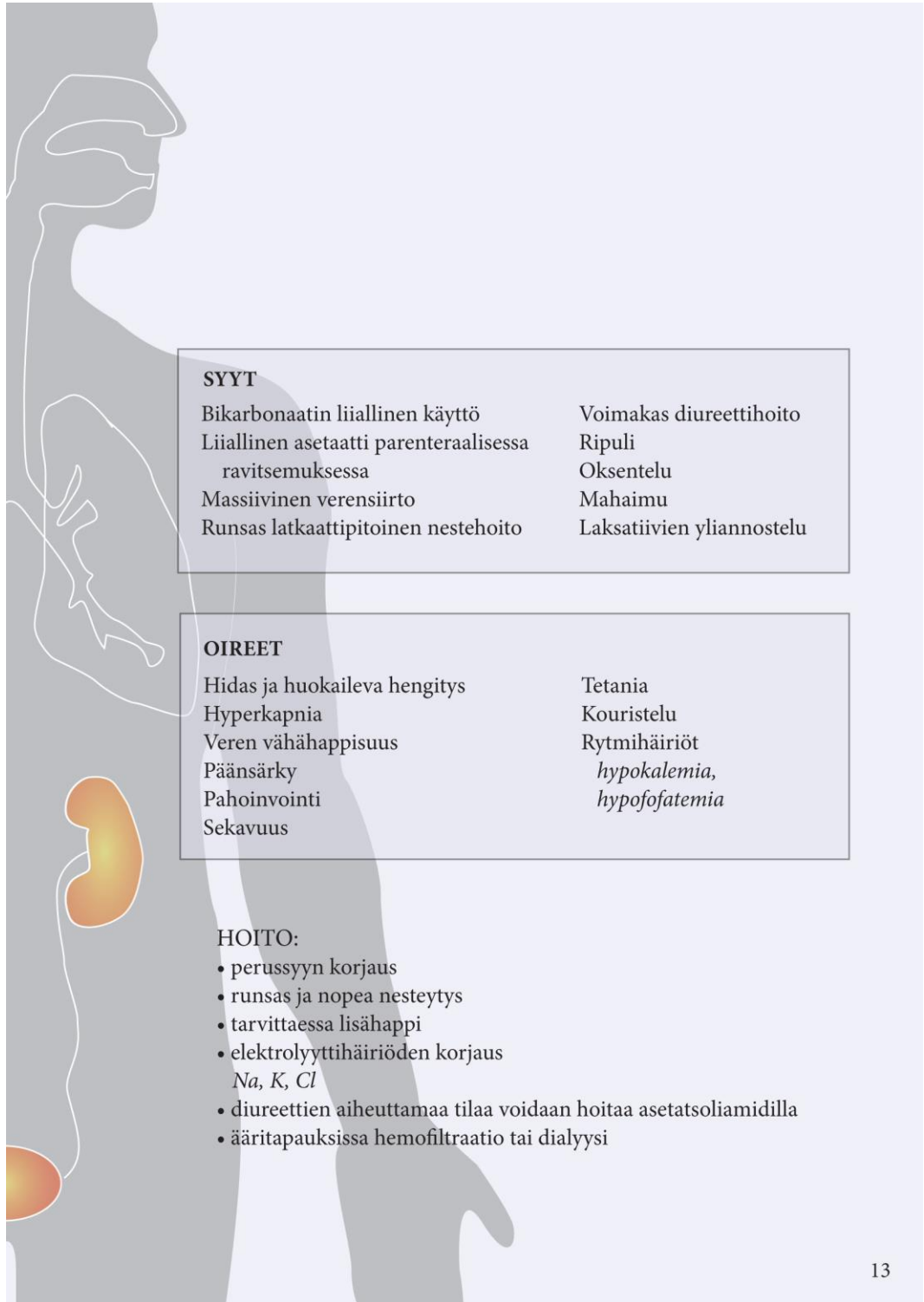
Alkaloosissa elimistö menettää happoja tai elimistöön kertyy liikaa emästä. Tuolloin pH nousee yli normaalin, 7,46:een. Standardibikarbonaatin ( $\text{HCO}_3^-$ ) ja emäsylimäärän (BE) noustessa kehittyy metabolinen alkaloosi. Elimistö pyrkii kompensoimaan tilaa sekundaarisella hypoventilaatiolla.

Alkaloosissa ilmenee aluksi lieviä neurologisia oireita, mutta ne voivat yltyä lopulta kouristuksiin ja tajuttomuuteen. Valtimoiden supistuessa ilmenee vasokonstriktiota. Lisäksi sydämen minuuttivirtaus vähenee, mikä altistaa rytmihäiriöille. Alkaloosi vaikeuttaa hapen siirtymistä kudostasolla soluihin.

Piilevä hypovolemia on oleellisin metabolisen alkaloosin ylläpitäjä ja tavallisemmin sen aiheuttaa voimakas diureettihoido. Hypovolemiassa on usein natriumkloridin puute, jolloin elimistö vähentää natriumin poistoa pitääkseen yllä riittävän verivolyymin. Samalla elimistö lisää kaliumin ja vetyionien eritystä. Hyväkuntoisen nuoren potilaan elimistön kompensoitomekanismit voivat peittää jopa 30 %:n nestemenetykset.

## TUTKIMINEN JA SEURANTA:

- hengitystaajuus
- hyperkapnia (veren suuri hiilidioksidipitoisuus)
- happamien tuotteiden liiallinen menetys mahasta  
*ripuli, oksentelu, nenä-mahaletku*
- elektrolyyttimenetyksen seuranta
- monitorointi  
*altistaa rytmihäiriöille, jos hypokalemia ja hypofosfatemia*
- verikaasuanalyysi



#### SYYT

Bikarbonaatin liiallinen käyttö	Voimakas diureettihoito
Liiallinen asetaatti parenteraalisessa ravitsemuksessa	Ripuli
Massiivinen verensiirto	Oksentelu
Runsas latkaattipitoinen nestehoito	Mahaimu
	Laksatiivien yliannostelu

#### OIREET

Hidas ja huokaileva hengitys	Tetania
Hyperkapnia	Kouristelu
Veren vähähappisuus	Rytmihäiriöt
Päänsärky	<i>hypokalemia,</i>
Pahoinvointi	<i>hypofofatemia</i>
Sekavuus	

#### HOITO:

- perussyyn korjaus
- runsas ja nopea nesteytys
- tarvittaessa lisähappi
- elektrolyyttihäiriöiden korjaus  
*Na, K, Cl*
- diureettien aiheuttamaa tilaa voidaan hoitaa asetatsoliamidilla
- ääritapauksissa hemofiltratio tai dialyysi

# RESPIRATORINEN *alkaloosi*

Respiratorinen alkaloosi kehittyy veren hiilidioksidipitoisuuden laskiessa voimakkaasti alle 4,5 kPa. Alle viitearvojen oleva BE tai  $\text{HCO}_3^-$ -arvo paljastaa elimistön metabolisen kompensoinnin.

10 %:lla hengenahdistuspotilaista tilan syynä on psyykkiset syyt, joista yleisin on paniikkihäiriö. Paniikkikohtauksen oireena voi esiintyä hyperventilaatiota, joka voi johtaa respiratoriseen alkaloosiin. Paperipussiin hengittämistä tai happinaamarin asettamista kasvoille ilman happivirtausta ei enää suositella, sillä lisäteho on rajallinen ja hoito voi johtaa vakaviin haittoihin, mikäli tilan taustalla onkin hapenpuute tai asidoosi.

Respiratorisen alkaloosin voi aiheuttaa myös hypermetaboliset tautitilat, kuten sepsis. Sepsiksessä tulehdusoireiden lisäksi potilaalla on havaittavissa pinnallinen ja nopea hengitys, matala verenpaine, sekavuutta tai uneliaisuutta. Sepsiksen hoidossa ja seurannassa tulee kiinnittää huomiota verenkiertoon, hengitystoimintaan ja eritykseen. Hoidossa on pyrittävä mahdollisimman varhaiseen neste- ja antibioottihoitoon ja mahdollisten komplikaatioiden estoon.

Septisen shokin tila johtaa nestetasapainon häiriöön, jolloin hiussuonten seinämien läpäisykyky vedelle lisääntyy ja isotoninen neste siirtyy soluvälitilaan. Neste ei ole tällöin verenkierron käytettävissä ja syntyy hypovolemia. Tilaan liittyy myös sydämen pumppausvoiman heikkous. On huomioitava, että septinen shokki on ”lämmen shokki”, eli potilaan raajat ovat lämpimät shokin alkuvaiheessa. Sepsis voi edetä shokkiin muutamassa tunnissa.



### SYYT

Kipu  
Hysteria  
Tarkoituksenmukainen  
ylihengittäminen  
Hengityskeskusvamma tai  
-sairaus  
Keskushermostoa stimuloiva  
lääkitys

Astmakohtaus  
Hypermetabolinen tautitila  
*kuume, sepsis*  
Liiallinen ventilaatio ja  
väärät hengityslaitesäädöt

### OIREET

Syvä, nopea ja haukkova hengitys,  
suuret kertavolyymit  
Käsien ja jalkojen puutuminen  
Huimaus

Näköoireet  
Lihasspasmit  
Tajuttomuus  
Kouristelu

### TUTKIMINEN JA SEURANTA:

- potilaan yleistila  
*kipu, hysteria*
- paniikkihäiriö  
*voi esiintyä rintakipua ja EKG:ssä  
ST-laskua, korkea pulssi*
- hengitystaajuus
- hypokapnia (veren vähäinen  
hiilidioksidipitoisuus)  
*hypokapnian aiheuttama  
aivosuonten supistuminen voi  
aiheuttaa hapenpuutetta aivoissa*
- hypermetabolinen tautitila  
*kuume, sepsis*
- verikaasuanalyysi

### HOITO:

- perussyyn korjaus
- hysteerisen potilaan  
rauhottaminen
- anksiolyytit
- kivunhoito ja riittävä sedaatio
- tarvittaessa kajoava ventilaatio
- elektrolyyttitasapainon  
korjaaminen

Lähteet:

Ahonen, O., Blek-Vehkaluoto, E., Ekola, S. & Uski-Tallqvist, T. 2012. Kliininen hoitotyö. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. 2010. Nestehoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Perttilä, J., Ruokonen, E. & Silfvast, T. 2014. Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Coggon, J. 2008. Arterial blood gas analysis 1: understanding ABG reports. Nursing Times no 18/2008, 28-29.

Edwards, S., 2008. Pathophysiology of acid base balance: The theory practice relationship. Intensive and Critical Care Nursing 24/2008, 28-40.

Fournier, M. 2009. Perfecting your acid-base balancing act. American Nurse Today 1/2009, 17-23.

Iivanainen, A. & Syvänoja, P. 2011. Hoida ja kirjaa. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Jama, T. 2009. Verikaasuanalyysi ja happo-emästasyyppäyksen tutkiminen. Lääkärin käsikirja. Kustannus Oy Duodecim.

Kaarlola, A., Larminen, M., Lundgrén-Laine, H., Pyykkö, A., Rantalainen, T. & Ritmala-Castrén, M. 2010. Teho- ja valvonta-hoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

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

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S. 2009. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 18. uudistettu painos. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

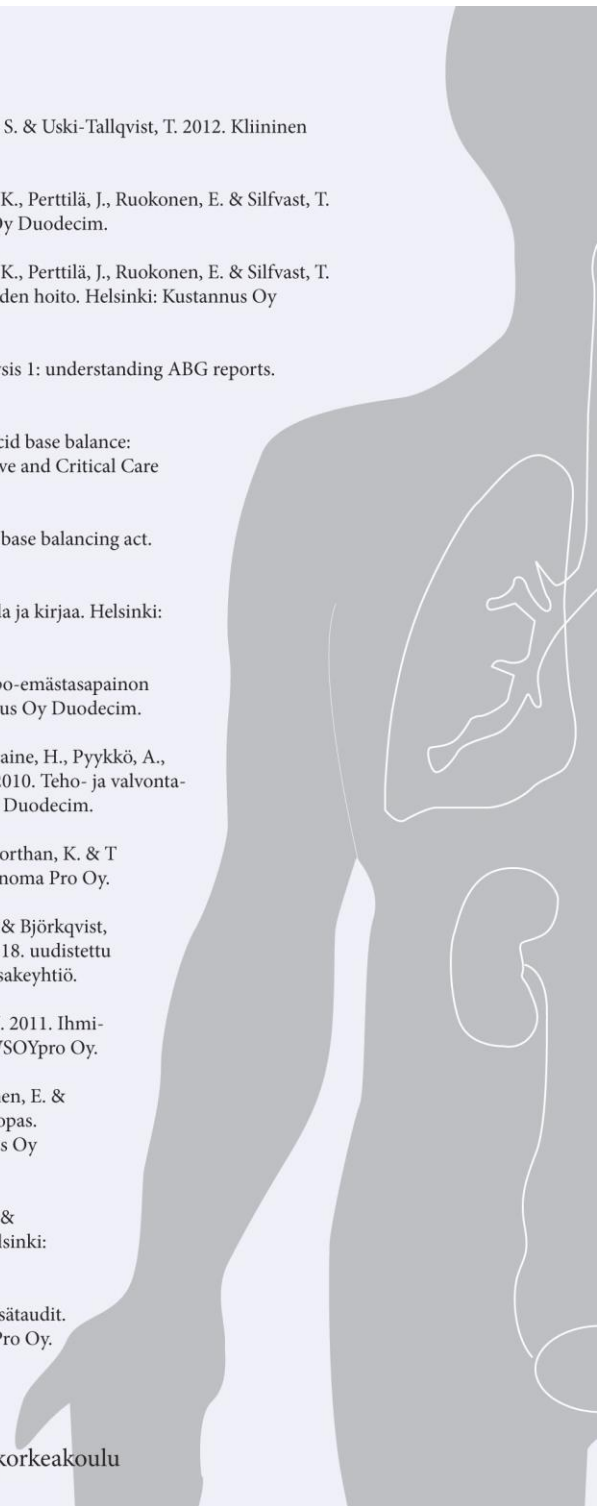
Sand, O., Sjaastad, E., Haug, E. & Bjälle, J. 2011. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOYpro Oy.

Sora, T., Larkio, M., Manninen-Kauppinen, E. & Vierula, S. 2000. Akuutisairaanhoidon opas. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim ja SHKS.

Takkunen, O., Ala-Kokko, T., Perttilä, J. & Ruokonen, E. 2006. Tehohoito-opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Vauhkonen, I. & Holmström, P. 2012. Sisätaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

© Sanna Koskimäki 2014  
Opinnäytetyö, Lahden ammattikorkeakoulu



## Happo-emästasapaino TASKUKORTTI

### **Happo-emästasapaino, pH**

#### **viitearvo 7,35-7,45**

Elimistö on emäksinen eli alkaloosissa, jos pH on yli 7,45. Elimistö on hapan eli asidoosissa, jos pH on alle 7,35.

### **Hiilidioksidiasapaine, PaCO<sub>2</sub>**

#### **viitearvo 4,7-6,0 kPa**

PaCO<sub>2</sub>-arvon ollessa alle 4,7 tuulettaa hengitys hiilidioksia liian tehokkaasti. Vaarana on respiratorisen alkaloosin kehittyminen. PaCO<sub>2</sub>-arvon ollessa yli 6, ei hengitys tuuleta hiilidioksidia riittävästi. Vaarana on respiratorisen asidoosin kehittyminen.

### **Happiosapaine, PaO<sub>2</sub> viitearvo yli 10 kPa**

PaO<sub>2</sub>-arvon ollessa alle 10 vaarana on elimistön hapenpuute. Suuri happiosapaine ei

aiheuta tilapäisesti vaaraa aikuiselle terveelle ihmiselle. Suurta happiosapainetta on kuitenkin pyrittävä välttämään, sillä pitkään jatkuessa tila voi aiheuttaa keuhkovaurioita.

### **Standardibikarbonaatti, StHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

#### **viitearvo 22-26 mmol/l**

Bikarbonaatin häiriöt kuvaavat elimistön happamuutta ja emäksisyyttä. StHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-arvon ollessa alle 22 mmol/l elimistö on happamoitunut. StHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-arvon ollessa yli 26 mmol/l elimistö on emäksinen.

### **Base excess eli emäsyylimäärä, BE**

#### **viitearvo -2,5-(+2,5)**

Alle -2,5 BE kertoo elimistön olevan hapan ja yli 2,5 BE emäksinen.

## METABOLINEN ASIDOOSI

### SYYT

Bikarbonaatin menetys  
*ripuli, oksentelu, ruuansulatuskanavan  
ongelmat, ileostomia, haimafisteli*  
Maksan vajaatoiminta  
Munuaisten vajaatoiminta  
Kaliumia säästävät diureetit  
Runsas NaCl 0,9 % -infuusio  
Riittämätön kudosten hapentarjonta  
Ketoosit *diabetes, alkoholi, paasto*  
Myrkytykset  
*etyleeniglykoli, metanoli, isopropanoli,  
paraldehydi, salisylaatti*

### OIREET

Heikkous	Kuivumisen oireet
Ruokahaluttomuus	Hyperventilaatio
Sekavuus	Kooma
Takykardia	

## RESPIRATORINEN ASIDOOSI

### SYYT

Ventilaatiovajaus  
Hengityskeskusten toiminnan  
häiriintyminen  
Hengitystä lamaavat lääkkeet  
Rintakehän vammat  
Hengitystieahtauma

### OIREET

Matala hengitystaaajuus  
ja -syvyys  
Alentunut tajunnantaso  
Hypoksemia  
Rytmihäiriöt

## METABOLINEN ALKALOOSI

### SYYT

Bikarbonaatin liiallinen käyttö  
Liiallinen asetaatti parenteraalisessa  
ravitsemuksessa  
Massiivinen verensiirto  
Runsas laktaattipitoinen nestehoito  
Voimakas diurettihoito  
Ripuli  
Oksentelu  
Mahaimu  
Laksatiivien yliannostelu

### OIREET

Hidas ja huokai- leva hengitys	Pahoinvointi
Hyperkapnia	Sekavuus
Hypoksia	Tetania
Päänsärky	Kouristelu
	Rytmihäiriöt

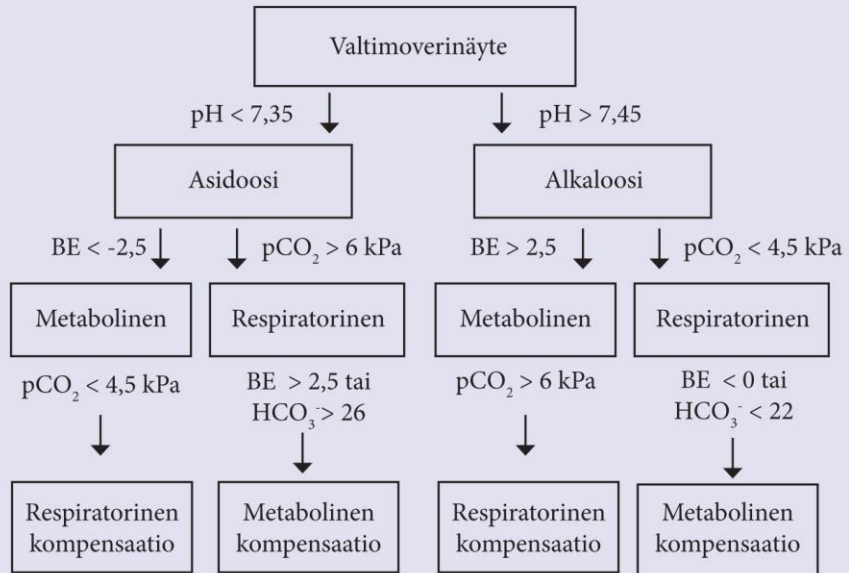
## RESPIRATORINEN ALKALOOSI

### SYYT

Kipu  
Hysteria  
Tarkoituksenmukainen ylihengittäminen  
Hengityskeskusvamma tai -sairaus  
Keskushermostoa stimuloiva lääkitys  
Astmakohtaus  
Hypermetabolinen tautitila  
*kuume, sepsis*  
Liiallinen ventilaatio

### OIREET

Syvä, nopea ja haukkova hengitys, suuret kertavolyymit	Huimaus
Käsien ja jalkojen puutuminen	Näköoireet
	Lihasspasmit
	Tajuttomuus
	Kouristelu



Taskukortti on osa Opas hoitotyöhön -kokonaisuutta.  
 © Sanna Koskimäki 2014, opinnäytetyö, Lahden ammattikorkeakoulu