



**LAUREA**  
AMMATTIKORKEAKOULU

*Uuden edellä*

# Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoito - suositeltavat käytänteet

---

Lyytikäinen, Miina

2014 Tikkurila

Laurea-ammattikorkeakoulu  
Tikkurila

## Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoito - suositeltavat käytänteet

Miina Lyytikäinen  
Hoitotyön koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Toukokuu, 2014

Miina Lyytikäinen

### Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoito -suositeltavat käytänteet

Vuosi 2014 Sivumäärä 76

---

Projektin tarkoituksena oli laatia intuboidun hengityskonehoitoa saavan aikuispotilaan hoitotyöhön suositeltavat käytänteet Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosastolle (TVO). Projektin taustana oli kirjallisuuskatsauksen ja projektiympäristössä työssäoppimisen keinoin selvittää ja kuvata aikuisen, intuboidun hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyö Töölön sairaalan Neurokirurgian klinikan TVO:lla. Tavoitteena on helpottaa uusien työntekijöiden ja opiskelijoiden perehtymistä neurokirurgisen potilaan hengityskonehoitoon sekä auttaa ja tukea TVO:lla työskentelevää sairaanhoitajaa kehittämään ja ylläpitämään hoitotyön osaamistaan. Projekti on jatkoa Helsingin ja Uudenmaan Sairaanhoidopiirin (HUS) ja HYKS-sairaanhoitoalueen operatiivisen tulosityksikön ja Laurea-ammattikorkeakoulun laadunkehittämishankkelle (2007-2012). Projektin lähtökohtana olivat HYKSin Neurokirurgian klinikan TVO:n kliinisen hoitotyön kehittämistarpeet.

Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosastolla hengityskonehoitoa saavan potilaan suositeltavat käytänteet laadittiin hakemalla aineistoa kolmesta suomalaisesta (Laurus, Medic, Terveysportti) ja kolmesta kansainvälisestä (CINAHL, Google Scholar, PubMed) viitetietokannasta. Aineistona käytettiin lisäksi Neurokirurgian klinikan kokemuseräistä näyttöä, kokemuseräistä käytäntöä ja European Brain Injury Consortiumin (EBIC) hoitotyön ohjeita. Aineistoon kelpuutettiin julkaistut ja julkaisemattomat lähteet vuosilta 2003-2013.

Käytänteitä laadittiin yhteensä 26. Käytänteiden aihealueet koostuvat hengityskonehoidon aloittamisesta, sen turvallisesta toteuttamisesta, hoidosta mahdollisesti aiheutuvien komplikaatioiden seurannasta ja ennaltaehkäisystä, potilaan ja omaisen ohjauksesta ja tukemisesta sekä hengityskonehoidosta vieroittautumisesta ja sen päättämisestä. Käytänteet edistävät hoitotyön jatkuvuutta, vaikuttavuutta ja turvallisuutta. Jatkoehdotuksena projektille on tulevaisuudessa päivittää käytänteet ja tarkastella, miltä osin ne soveltuvat trakeostoomakanyylin kautta hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyön käytänteiksi.

Asiasanat: hengityskonehoito, intubaatio, invasiivinen, neurokirurginen potilas, tehohoito, suositeltavat käytänteet

Miina Lyytikäinen

**Neurosurgical intensive care patients receiving mechanical ventilation - recommended practices**

Year	2014	Pages	76
------	------	-------	----

---

This thesis project was assigned by the Neurosurgery Intensive Care and Observation Ward located at Töölö Hospital. The purpose was to create recommended practices to support and develop the nurses' professional abilities on the Neurosurgery Intensive Care and Observation Ward in the nursing care of the neurosurgery patients receiving invasive mechanical ventilation via endotracheal tube. The nursing care on the Neurosurgery Intensive Care and Observation Ward of the patients receiving invasive mechanical ventilation was studied and described through a literature review and an on-the-job learning project. The project was a continuation for the quality development project for the years 2007-2012 organized between Laurea UAS Tikkurila campus and the Hospital District of Helsinki and Uusimaa (HUS) including Helsinki University Central Hospital (HUCH). The starting point for this project was the development needs on the Neurosurgery Intensive Care and Observation Ward.

Recommended practices for the nursing care of the patients receiving invasive mechanical ventilation were created from the data collected from three Finnish (Laurus, Medic, Terveystieto) and three international (CINAHL, Google Scholar, PubMed) databases. Empirical evidence and the practices of the nursing care on the Neurosurgery Intensive Care and Observation Ward as well as the Guidelines for the Management of Severe Brain Injury created by European Brain Injury Consortium (EBIC) were also used as source material. Published and un-published data used was written between years 2003-2013.

The total amount of the recommended practices created was 26. They were divided into the following categories: starting invasive mechanical ventilation, safety in patient care, observation and prevention of the complications caused by mechanical ventilation, support and guidance of both the patient and his or her family, weaning from the mechanical ventilation and ending invasive mechanical ventilation. The recommended practices develop the continuance, efficiency and safety of the patient care. The aim of the further studies could be to update the recommended practices and examine whether they are usable in the care of the patients receiving mechanical ventilation via tracheostomy tube.

Keyword: mechanical ventilation, intubation, invasive, neurosurgery patient, intensive care, recommended practices

## Sisällys

1	PROJEKTIN TAUSTA .....	6
1.1	Neurokirurgisen potilaan tehohoitotyö .....	7
1.2	Hengityksen fysiologiaa ja keskushermosto hengityksen säätelijänä .....	10
1.2.1	Respiratorinen asidoosi ja alkaloosi.....	16
1.3	Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoito .....	18
1.3.1	Invasiivisen hengityskonehoidon indikaatiot ja hoidon aloittaminen ...	19
1.3.2	Sedaatiotason, tajunnantason ja kivun arviointi hoidon aikana .....	26
1.3.3	Hengityksen ja hapettumisen arviointi .....	28
1.3.4	Hengityskonehoitoon liittyvät komplikaatiot ja niiden ehkäisy .....	30
1.3.5	Hengityskoneesta vieroittaminen ja ekstubaatio.....	35
1.3.6	Potilaan ja omaisten ohjaus ja tukeminen .....	37
1.3.7	Hoidon kirjaaminen potilastietojärjestelmään .....	39
1.4	Sairaanhoitajan ammatillinen pätevyys tehohoitotyössä .....	40
2	PROJEKTIN TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	44
3	PROJEKTIN TOTEUTTAMINEN.....	45
3.1	Projektiorganisaatio .....	45
3.2	Käytetyt menetelmät ja aikataulutus .....	47
3.3	Riskit ja resurssit .....	49
4	HENGITYSKONEHOIDON SUOSITELTAVAT KÄYTÄNTEET NEUROKIRURGISELLA POTILAALLA	49
4.1	Invasiivisen hengityskonehoidon aloittaminen .....	49
4.2	Potilaan intubointiin valmistautuminen ja intubaatiossa avustaminen.....	51
4.3	Hengityskonehoidon turvallinen toteuttaminen .....	53
4.4	Hengityksen ja hapettumisen seuranta .....	55
4.5	Hapenkulutuksen optimointi ja ICP:n huomioiminen hoitotyössä .....	57
4.6	Cuffin paineen tarkastus, suunhoito ja limaimut.....	58
4.7	Hengityskonehoitoon liittyvien komplikaatioiden ehkäiseminen .....	59
4.8	Potilaan ja omaisen ohjaus ja tukeminen .....	62
4.9	Hengityskoneesta vieroittautuminen ja ekstubaatio.....	62
5	PROJEKTIN ARVIOINTI .....	64
	Lähteet .....	67
	Kuvat.....	74
	Taulukot .....	75
	Liitteet.....	76

## 1 PROJEKTIN TAUSTA

Projektini aiheena oli laatia suositeltavat hoitokäytänteet neurokirurgisen potilaan hengityskonehoidon toteuttamiseen Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) Helsingin yliopistollisen sairaalan (HYKS) Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosastolle (TVO) Töölön sairaalaan. Projektin aihe on rajattu käsittelemään aikuisia intuboituja hengityskonehoitoa saavia potilaita. Se on jatkoa Laurea-ammattikorkeakoulun ja HUSin yhteiselle laadunkehittämishankkeelle 2007 - 2012. Projektissa keskityin hengityskoneen tilavuusohjattuun SIMV -yhdistelmämallilla toteutettuun hengityskonehoitoon, sillä se on hengityskonehoitoa tarvitsevien neurokirurgisten potilaiden käytetyin invasiivisen ventilaation hengitysmalli Neurokirurgian klinikan TVO:lla. Käyn lyhyesti läpi myös hengityskoneen ASV -mallia, jota käytetään enenevässä määrin hengitysmallina neurokirurgisten potilaiden hengityskonehoidossa.

Suurin osa Neurokirurgian klinikan TVO:lla hoidettavat potilaat ovat osan hoitoajastaan hengityskoneessa. Invasiivista hengityskonehoitoa toteutetaan intubaatioputken tai trakeostoomakanyylin kautta. Neurokirurginen potilas intuboidaan Töölön sairaalassa tavallisesti tapaturma-asemalla, tehovalvontaosastolla tai leikkaussalissa. Neurokirurginen tehohoitopotilas kärsii tyypillisesti kallon sisällä tilaa vievästä prosessista, kuten hematomasta tai kasvaimesta, jolloin kallonsisäinen paine eli ICP (intracranial pressure) nousee ja aivojen verenkierto heikkenee. Potilailla esiintyy usein kohonneen kallonsisäisen paineen tai aivovaurion aiheuttamia hengityshäiriöitä, kuten hengitysfrekvenssin epäsäännöllisyyttä ja hengitysvajautta. Hengityshäiriöt ja aivokudoksen heikentynyt verenkierto huonontavat aivokudoksen hapensaantia aiheuttaen aivokudokseen sekundaarivaurioita. Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoidon tarkoituksena on turvata aivokudoksen hyvä hapettuminen sekä ehkäistä ja hoitaa kohonnutta kallonsisäistä painetta, jotta aivokudoksella on optimaaliset olosuhteet toipua saamastaan vammasta. Poikkeuksena tähän ovat esimerkiksi selkärankakirurgiset potilaat, joiden sairaus tai leikkaushoito ei aiheuta kallonsisäisen paineen kohoamisen riskiä. Projektini tuotoksena valmistuvat hoitotyön suositeltavat käytänteet tulevat käyttöön Neurokirurgian klinikan TVO:lle, jossa neurokirurgisia hengityskonehoitoa saavia potilaita pääosin hoidetaan Töölön sairaalassa.

Hoitotyön suositusten laatiminen perustuu hyväksi havaittuun toimintanäyttöön, tieteelliseen tutkimusnäyttöön ja kokemuseräiseen näyttöön hoitotyössä. Hoitotyön suositukset vähentävät hoitoon sopimattomien toimenpiteiden ja interventioiden käyttöä sekä auttavat hoitotyön toimintojen järjeistämässä ja hoitotyön päätöksenteossa. Hoitotyön suositusten tavoitteena on selkeyttää hoitotyötä ja edistää korkeatasoista, näyttöön perustuvaa toimintaa. (Lauri 2003, 7,40.)

HUSin toimintastrategiassa vuosille 2012-2016 määritellään toiminnan tavoitteeksi potilaiden asiakaslähtöinen, laadukas, oikea-aikainen ja turvallinen hoito kansainvälisesti korkeatasoisessa ja uutta tietoa luovassa sairaalaorganisaatiossa. Tämän päämäärän edellytyksenä on mm. osaava ja motivoitunut henkilöstö jonka toiminnan arvopohjana on korkea laatu ja tehokkuus, potilaslähtöisyys, ihmisten yhdenvertaisuus, luovuus ja innovatiivisuus sekä avoimuus, luottamus ja keskinäinen arvostus. (Hus:n strategia 2012-2016.)

Laurea-ammattikorkeakoulun kehittämispohjaisen oppimisen strategia (Learning by Developing, LbD) mahdollistaa opiskelijoiden osaamisen kehittymistä projektipohjaisen oppimisen avulla. Projektipohjainen oppiminen toteutetaan tiiviissä yhteistyössä työelämän kanssa: projektien aiheet tulevat suoraan työelämän tarpeista. (Raji 2007, 8-9.) Laurea-ammattikorkeakoulun ja HUSin yhteisen laadunkehittämishankkeen tarkoituksena on kehittää hoitotyön laatua HUSin HYKS-sairaanhoidon Operatiivisessa tulosyksikössä. Hoitotyön laadun kehittäminen tapahtuu työelämän ja koulun välisen verkostoitumisen mahdollistaman yhteistoiminnan avulla. Hankkeen tavoitteena on parantaa hoitotyön vaikuttavuutta, mahdollistaa asiantuntijaosaamista ja kehittää näyttöön perustuvan hoitotyön laatua sairaanhoitajan keskeisillä hoitotyön osaamisalueilla. (Liljebald 2007, 5.)

### 1.1 Neurokirurgisen potilaan tehohoito

Neurokirurgia on itsenäinen lääketieteen erikoisala, jossa hoidetaan keskushermoston leikkaushoitoa vaativia sairauksia (Jääskeläinen 2010, 1114 - 1115). Töölön sairaalassa Neurokirurgian klinikassa hoidettavat neurokirurgiset sairaudet voidaan jakaa seitsemään ryhmään: aivovammoihin, kallonsisäisiin kasvaimiin, aivoverisuonitauteihin, keskushermoston infektioihin, likvorkierron häiriöihin, spinaalikanavan sairauksiin ja funktionaaliseen neurokirurgiaan. (Hernesniemi, Jääskeläinen, Kangasniemi & Niemelä 2003.) Aivovammat aiheutuvat pään traumaista ja niihin liittyy yksi tai useampi oire, kuten minkä tahansa pituinen tajunnan tai muistin menetys, desorientaatio ja sekavuus tai paikallisesta aivovauriosta kertova neurologinen oire tai löydös (Suomalaisen lääkäriseura Duodecim ym. asettama työryhmä 2008).

Aivokudoksen ja selkäytimen hermovaurioita ei pystytä kirurgisesti korjaamaan, mutta esimerkiksi aivoverenvuodon saaneiden tai aivokasvainpotilaiden kohdalla leikkaushoidolla voidaan estää kohonneesta kallonsisäisestä paineesta aiheutuvia aivokudoksen vaurioita (Jääskeläinen & Kivipelto 2010, 1117; Saastamoinen 2008, 5). Neurokirurgista hoitoa vaativista potilaista valtaosa on suhteellisen perusterveitä työikäisiä. Kolmasosa kirurgista hoitoa vaativista sairauksista on selkärankakirurgiaa, jonka jälkeen potilas yleensä jää työkykyiseksi. Suurin neurokirurginen potilasryhmä koostuu aivovamman saaneista ja vaikeista

neurologista sairauksista kärsivistä potilaista. Tästä ryhmästä pienempi osa toipuu siihen kuntoon, jossa he olivat ennen vammautumistaan tai sairastumistaan. Vaikka aivojen leikkaushoito voi joskus olla jopa haitallista ja vain hieman alle puolet leikatuista selviytyy, olisi kyseisen potilasryhmän kuolleisuus lähellä sataa prosenttia ilman leikkaushoitoa. (Öhman, Siironen & Jääskeläinen 2008, 2344.)

Neurokirurgisesta potilaasta tulee tehohoito-potilas joko päivystyksellisesti tai elektiivisen leikkauksen jälkeen. Päivystyksellisesti hoitoon tulevat potilaat ovat saaneet aivovamman ja tulevat teho-osastolle joko leikkaussalista tai tapaturma-asemalta. Neurokirurgian klinikan TVO:lla toimii varsinaisen tehohoidon rinnalla elektiivisten potilaiden heräämö. Elektiivisistä potilaista voi tulla heräämöhoidon jälkeen tehohoitopotilaita leikkaukseen tai sairauteen liittyvien komplikaatioiden, kuten hematooman tai likvorivuodon vuoksi. (HYKS Neurokirurgian klinikka, 2013.) TVO:lla hoidetaan esimerkiksi subaraknoidaalivuodon (SAV), epiduraalihakematomian ja kroonisen subduraalihakematomian saaneita potilaita (Jääskeläinen & Niemelä 2010, 1125). Neurokirurgian klinikassa tehohoitopotilaiden hoito perustuu EBIC:n (European Brain Injury Consortium) laatimiin ohjeistuksiin (Guidelines for the Management of Severe Brain Traumatic Injury) ja Suomen Käypä Hoito -suositukseen (Saastamoinen 2008, 5).

Aivovammat luokitellaan primääreiksi ja sekundaareiksi. Aivovammat diagnosoidaan tajunnantaso arvioimalla sekä pään CT-kuvauksen (computer tomography) perusteella. Primäärit aivokudoksen vammat syntyvät trauman seurauksena. Aivokudosta primääristi vaurioittava trauma on tyypillisesti päähän kohdistunut isku. Sekundaarit aivovammat syntyvät primäärin vamman jälkeen tyypillisimmin aivokudoksen turvotuksen, hypoksian eli hapenpuutteen tai liian alhaisen verenpaineen vuoksi. Myös traumasta aiheutuva shokki huonontaa aivojen alueen verenkiertoa. Sekundaaristen aivovammojen syntyminen huonontaa potilaan ennustetta. (Hernesniemi ym. 2003, 4,5.) Sekundaarisia vaurioita voivat aiheuttaa mm. epileptiset kohtaukset, hyponatemia, hypo- tai hypertensio ja anemia (Bertényi 2013, 19). Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hoidon keskeinen tehtävä on minimoida sekundaaristen aivovaurioiden syntyminen ja turvata aivojen riittävä hapettuminen, jotta aivokudoksella on aikaa toipua primäärivauriosta (Laaksonen, Siironen, Tanskanen 2011; Inhospital Severe TBI Guidelines 2010).

Sekundaariset aivovauriot syntyvät mm. aivojen huonosta hapensaannista. Aivokudoksen hapensaanti vaarantuu, kun aivojen perfuusiopaine eli CPP (cerebral perfusion pressure) laskee liian alhaiseksi turvatakseen aivoille riittävää verenkiertoa. (Guidelines for the Management of Severe Brain Traumatic Injury 2007, 8, 37.) CPP saadaan laskemalla keskivaltimopaineen (MAP) ja kallonsisäisen paineen välinen erotus (CPP=MAP-ICP) (Bendel 2009, 137). Aivojen perfuusiopaineen ohella aivoverenkiertoon vaikuttaa valtimoveren hiilidioksidipitoisuus (Jääskeläinen & Kivipelto 2004, 949).



Aivokudoksen verenkiertoa voi huonontaa esimerkiksi hypoventilaation eli huonon keuhkotuuletuksen aiheuttama veren hiilidioksidiosapaineen nousu tai liiallisen hyperventilaation aiheuttama hiilidioksidiosapaineen lasku (Kivipelto & Jääskeläinen 2004, 949; Kaakkinen 2011, 386). Aivokudoksen perfuusiopainetta laskee kohonnut kallonsisäinen paine, joka nousee kallon sisällä tilaa vievän prosessin, kuten kasvaimen, hematooman, tromboosin tai hydrokefaluksen vuoksi (Guidelines for the Management of Severe Brain Traumatic Injury 2006, 37; Jääskeläinen & Kivipelto 2004, 950). Normaalin kallonsisäisen paineen vaihteluväli on 5-10 mmHg. Kallonsisäinen paine nousee herkästi hetkellisesti esimerkiksi yskimisen seurauksena. Pitempikestoinen yli 15 mmHg:n tai 20 mmHg:n kohonnut kallonsisäinen paine vaatii hoitoa. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 4; Niskanen & Randell 2006, 688.) Neurokirurgisia tehohoitopotilaita hoidetaan siitä lähtökohdasta, että kallonsisäinen paine on kohonnut aivoissa tilaa vievän prosessin vuoksi (Niskanen & Randell 2006, 688).

Neurokirurginen tehohoitopotilas on useimmiten sedatoituna intuboinnin ja hengityskonehoidon vuoksi (Ala-Kokko & Kentala 2006, 955; Bertényi 2013, 19). Aivovammapotilaan tehohoitotyö vaatii jatkuvaa tajunnantason seurantaa ja vitaalielintoimintojen monitorointia ja seurantaa. Neurokirurgiselta tehohoitopotilaalta seurataan aivojen perfuusiopainetta (CPP), happisaturaatiota ( $SpO_2$ ), invasiivista valtimoverenpainetta (ABP), kallonsisäistä painetta (ICP), keskuslaskimopainetta (CVP), lämpötilaa ja sydänsähkökäyrää (EKG). (Bertényi 2013, 19.) Aivojen lateraaliventrikkeliin tai aivokudokseen asetetulla katetrilla voidaan seurata tarvittaessa aivokudoksen lämpötilaa ja happiosapainetta (Bendel 2009, 137; Bertényi 2013, 19; Saastamoinen 2010a). Aivokammioon asetetulla katetrilla (ventrikulostomia) voidaan lisäksi tarvittaessa dreneerata likvoria ICP:n laskemiseksi (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 46; Saastamoinen 2010a). Arteriaverinäytteestä seurataan useita kertoja päivässä mm. veren natrium- ja kaliumarvoja, happiosapainetta ( $PaO_2$ ), hiilidioksidiosapainetta ( $PaCO_2$ ), happoemästäsapainoa (pH) ja veren glukoosipitoisuutta (Bertényi 2013, 19; Kaakinen 2011, 386). Hoidossa on myös huomioitava potilaalle mahdollisesti kehittyvä neurogeeninen keuhkoedeema esimerkiksi rajun SAV:n yhteydessä. Tällöin keuhkojen verisuonet suipistuvat ja hiussuonten läpäisevyys muuttuu aiheuttaen näin keuhkopöhön, verenkiertohäiriön ja lopulta hypoksiaa. (Saastamoinen 2010b.) Aivovammapotilaat ovat usein hyperglykeemisiä ja hypertermisiä. Hyperglykemian ja hypertermian hoitaminen normaalille tasolle antavat aivokudoksen toipumiselle suotuisat olosuhteet. (Bendel & Lång 2011, 104-105.)

Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hoidossa keskeistä on huolehtia potilaan hapetuksesta ja ventiaaltiosta sekä ennaltaehkäistä ja hoitaa kohonnutta kallonsisäistä painetta. (Bertényi 2013, 20). Hoitotoimenpiteiden keskittäminen ja hoitoja kuten hengitysteiden imua edeltävästi annettu riittävä kipulääkitys ja sedaatiobolukset minimoivat hapenkulutuksen

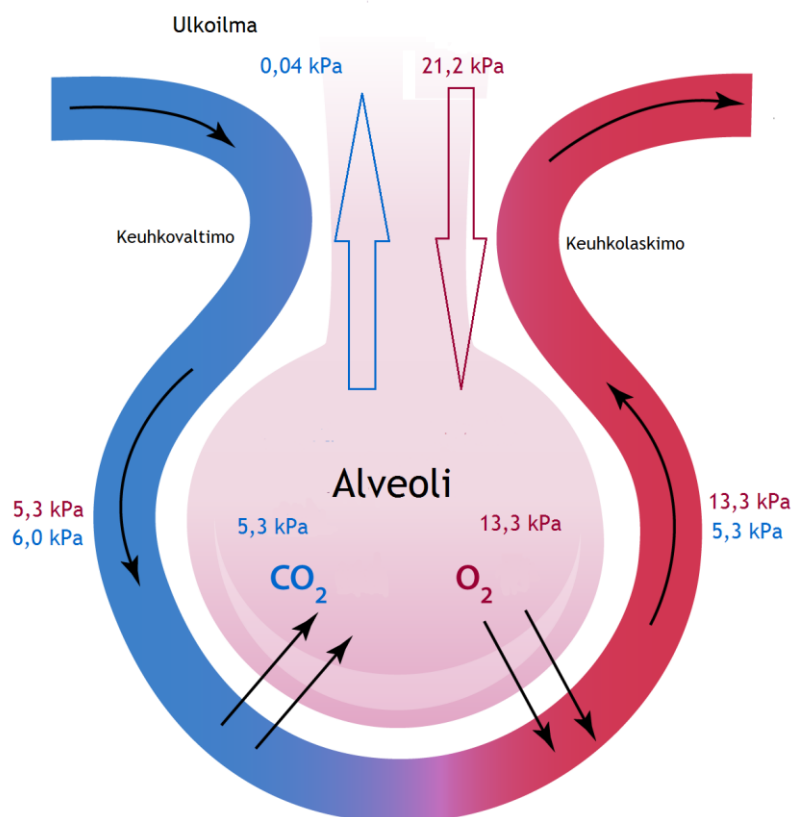
lisääntymistä, hiilidioksidin tuottamista sekä metaboliaa ja auttavat ehkäisemään kallonsisäisen paineen nousua (Ala-Kokko & Kentala 2006, 955; Randell & Öhman 2010; Saastamoinen 2010a). Kallonsisäisen paineen kohoamista hoidetaan pitämällä potilaan pääty 15-30 asteen kohoasennossa ja varmistamalla, että pää on keskilinjassa vartaloon nähden. Kaulan alueella ei saa olla mitään kiristävää. Näin optimoidaan aivojen laskimopaluun ja alennetaan kallonsisäistä painetta. Vahvuudeltaan 7,6 % NaCl -bolusten antaminen pienentää veden määrää aivokudoksessa ja näin alentaa kallonsisäistä painetta hetkellisesti. (Bertényi 2013, 20: HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö.) Aivojen riittävästä perfuusiopaineesta huolehditaan myös turvaamalla verenkierron riittävä verivolyymi isotonisella i.v.-nesteytyksellä (Metsävainio 2009, 141; Randell & Öhman 2010).

## 1.2 Hengityksen fysiologiaa ja keskushermosto hengityksen säätelijänä

Hengitys eli respiraatio tarkoittaa kaasujen vaihtumista. Sisään hengitetty happi siirtyy ilmasta elimistön kudosten soluihin keuhkojen kautta verenkierron välityksellä.

Uloshengityksen aikana hiilidioksidi siirtyy soluista pois ilmaan. (Nienstedt, Hänninen, Arstila, Björkqvist 2004, 258.) Normaali sisään- ja uloshengityksen suhde (I:E) on 1:2 tai 1:3, eli uloshengitys kestää kaksi tai kolme kertaa niin kauan, kuin sisäänhengitys. (Varpula & Pettilä 2006, 951). Keuhkotuuletus (ventilaatio) on ilman virtaamista keuhkorakkuloihin (alveoleihin) ja niistä ulos diffuusion avulla. (Nienstedt ym. 2004, 258, 279.) Hengityskaasujen diffuusio perustuu veren ja ilman happi- ja hiilidioksidiosapaineen eroihin. Kaasut pyrkivät siirtymään suuremmasta osapaineesta pienempään. (Nienstedt ym. 2004, 278.) Hengityskaasujen määrää mitataan osapaine -yksikön avulla. Ulkoilma koostuu pääosin happi-typpiseoksesta, josta hapen osuus on 21 prosenttia. Ilmassa oleva happiosapaine on 21,2 kPa ja hiilidioksidiosapaine 0,04 kPa. Alveoleista keuhkopillaareihin sisäänhengityksen mukana siirtyvän hapen osapaine ( $O_2$ ) on 13,3 kPa. Keuhkopillaareista ulkoilmaan siirtyvän hiilidioksidin ( $CO_2$ ) osapaine on 6,0. (Nienstedt ym. 2004, 278.)

## Kaasujenvaihto alveolissa



Kuva 1: Kaasujenvaihto alveolissa. (Muokattu lähteistä Nienstedt ym. 2004, 278; <http://2011russellbiology.wikispaces.com/The+Respiratory+System.>)

Hengityselimistö koostuu hengityselimistä eli nenäontelosta, suuontelosta, nenänielusta, nielusta ja kurkunpäästä ja henkitorvista (bronkukset) sekä keuhkoista, joita ympäröi keuhkopussi. Nenäontelo ja muut hengitysteiden osat lämmittävät sisään hengitettävää ilmaa. Nenän karvat ja hengitysteiden värekarvat puhdistavat sisäänhengitysilmaa ja nostavat limaa henkitorvesta ylöspäin ja nenäontelosta alaspäin nieluun. Tärkeimmät sisäänhengityslihakset ovat pallea ja ulommat kylkivälilihakset. Niiden työ saa aikaan ventilaation, joka koostuu sisäänhengityksestä eli inspiraatiosta ja uloshengityksestä eli ekpiraatiosta. Lisääntyneessä hengitystyössä (hyperventilaatio) toimivat myös uloshengityslihakset, joita ovat mm. vatsalihakset ja sisemmät kylkivälilihakset. (Nienstedt ym. 2004, 258-274.)

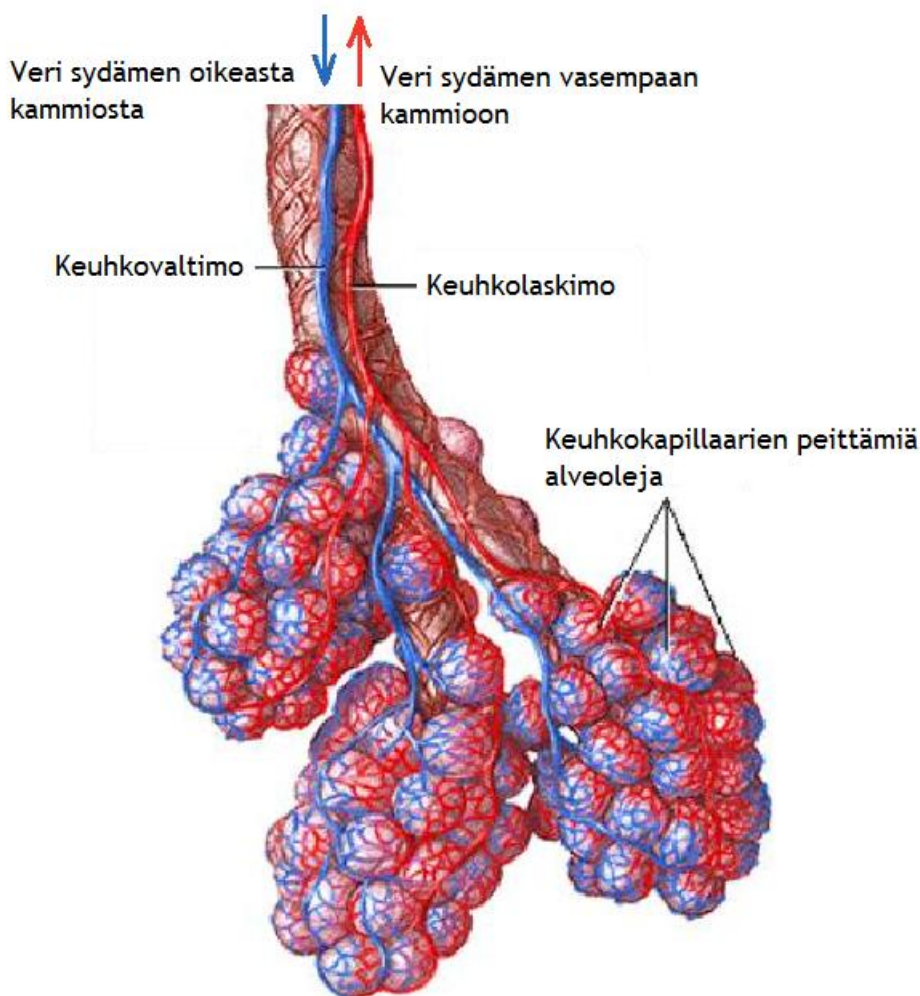
Keuhkokudos koostuu pääosin alveoleista, jotka laajenevat sisäänhengityksen lopussa yli kaksinkertaisiksi uloshengityksen loppuvaiheen 0,1-0,2mm läpimitastaan. Alveolit ovat kauttaaltaan pienten laskimoiden ja valtimoiden hiussuonten peittämiä. Näitä hiussuonia kutsutaan keuhkokapillaareiksi. Oikea keuhko koostuu kolmesta ja vasen kahdesta keuhkolohkosta. Keuhkopussi koostuu kahdesta kalvosta, joista sisin on kiinni

keuhkokudoksessa. Ulomman kalvon ja sisemmän kalvon välissä on keuhkopussitila eli pleuraontelo. Tähän tilaan keuhkokudos pystyy uloshengityksen aikana laajentumaan kitkattomasti, sillä se sisältää hieman voitelunestettä. Keuhkopussiontelossa vallitsee jatkuva alipaine, joka estää keuhkojen lysähtämisen kasaan. Keuhkoputkissa ja alveoleissa vallitsee vuoronperään ali- ja ylipaine. Sisäänhengityksen aikana alipaine saa aikaan ilman virtaamisen sisään keuhkoihin. Uloshengityksen aikana ylipaine saa ilman poistumaan ulos. (Nienstedt ym. 2004, 267-278.)

Aikuisen normaali hengitysfrekvenssi (normoventilaatio) on levossa noin 12-16 kertaa minuutissa (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 12). Jokaisen sisäänhengityksen kertatilavuus on noin 500 millilitraa. Kaikki hengitetty ilma ei kuitenkaan mene keuhkoihin asti vaan osa ilmasta jää hengitysteihin. Kertahengityksestä keuhkorakkuloiden kautta verenkiertoon imeytyy vain 350 ml. Hengitysteihin jäävää ilmaa kutsutaan kuolleeksi tilaksi. Keuhkoihin mahtuu normaalin kertahengityksen jälkeen ilmaa vielä noin 3000 ml. Uloshengityksen jälkeen keuhkoihin jää ilmaa vielä noin 1500 ml verran voimakkaankin uloshengityksen jälkeen. (Nienstedt ym. 2004, 258-277.)

Elimistön verenkierto koostuu keuhkojen alueen pienestä verenkierrosta, joka hapettaa veren ja isosta verenkierrosta, joka vie happirikkaan veren kaikkialle elimistön kudoksiin. Sisään hengitetty happi sitoutuu keuhkolaskimoissa veren punasoluissa olevaan hemoglobiiniin, jossa se kulkeutuu sydämen vasempaan kammioon ja siitä edelleen isoon verenkiertoon kudosten soluille. Vähähappinen laskimoveri palaa hapettumaan keuhkoihin sydämen oikean eteisen ja keuhkovaltimoiden kautta. Ison valtimoverenkierron hemoglobiinin happikyllästeisyysaste on normaalisti 97 -prosenttia, laskimoverenkierron taas 75 -prosenttia. Verenkierron normaalista vähäisempää hapen määrää kutsutaan hypoksiaksi ja hapen täydellistä puuttumista anoksiaksi. (Nienstedt ym. 2004, 184, 281-283, 288.)

## Pieni verenkierto



Kuva 2: Pieni verenkierto. (Muokattu lähteistä Nienstedt ym. 2004, 184; [http://staff.fcps.net/cverdecc/Adv%20A&P/Notes/Respiratory%20ADAM/Anatomy/anatomy\\_review.htm](http://staff.fcps.net/cverdecc/Adv%20A&P/Notes/Respiratory%20ADAM/Anatomy/anatomy_review.htm).)

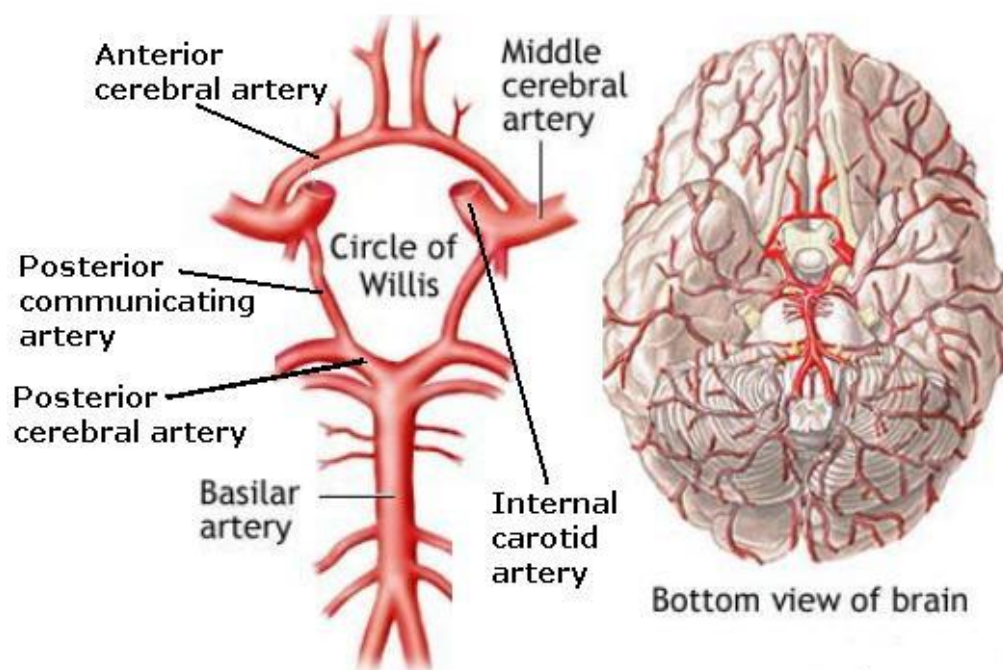
Kudoksissa hapenpuute aiheuttaa iskemiaa eli riittämättömästä verenkierrasta johtuvia kudoksen vaurioita (Kliininen hoitoyön sanasto 2009, 122). Kudosten happeutuminen riippuu ventilaation aikana tapahtuvasta kaasujenvaihdosta, verenkierrossa olevasta hapen määrästä ja kudosten hapenkulutuksesta. Kudosten hapensaannin häiriötä eli hypoksemiaa esiintyy kaikilla tehohoidossa olevilla potilailla jonkinasteisena ja usein kudosten hapentarve kasvaa kiihtyneen kudosten aineenvaihdunnan vuoksi. Syitä lisääntyneeseen aineenvaihduntaan ovat mm. elimistön lämmönousu ja elimistön stressin aiheuttama hormonituotannon kiihtyminen. (Larmila 2010a.)

Aivot ja selkäydin eli keskushermosto ovat suljetussa tilassa. Selkäydin sijaitsee selkärangan kanavassa kalvojen ja kuoren ympäröimänä. Aivoja ja selkäydintä ympäröivät kalvot

(meninges) jotka ovat ylimpänä kovakalvo (dura mater), keskimmäisenä lukinkalvo (arachnoidea) ja alimpana pehmytkalvo (pia mater). Kovakalvon alaista tilaa kutsutaan epiduraalitalaksi, kovakalvon ja lukinkalvon alaista subduraalitalaksi. Pehmytkalvon alainen tila on subaraknoidaalitila. Subaraknoidaalitalassa on selkäydinnestettä eli likvoria, jota muodostuu kaikissa neljässä aivokammiossa. Likvor imeytyy verenkiertoon aivoissa olevien laskimoiden eli veriviemäreiden kautta. (Nienstedt ym. 2004, 534-536.) Aivot sijaitsevat joustamattoman kallon sisässä (Kaakinen 2011, 386). Kallonsisäinen tilavuus jakautuu aivokudoksen 80 %, likvorin 10 % ja veren 10 % kesken. (Siironen, Tanskanen, Öhman 2008.) Aivot koostuvat aivokuoren peittämistä isoaivoista, pikkuaivoista ja aivorungosta. Isoaivot jakautuvat oikeaan ja vasempaan aivopuoliskoon. Aivopuoliskot koostuvat aivolohkoista, kuten otsa- ja pääläenlohkosta. Hengitystä säätelevä ydinjatke sijaitsee aivorungon alueella. (Nienstedt ym. 2004, 529-534.)

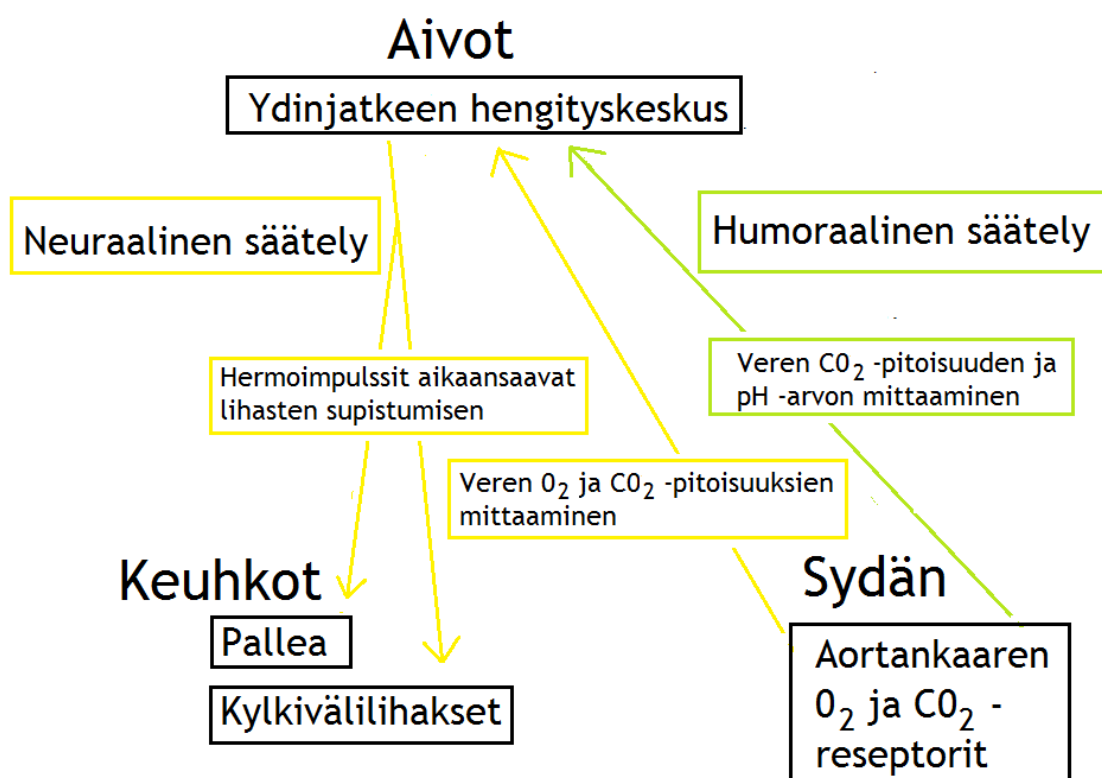
Aivojen energianlähteenä toimii pääosin glukoosi ja happi. Pelkästään aivojen osuus koko kehon levon aikaisesta hapentarpeesta on 20 prosenttia. Aivot eivät selviä ilman happea: jo viiden sekunnin mittainen aivojen verenkierron estyminen aiheuttaa tajuttomuuden. Aivokudokseen aiheutuu pysyviä vaurioita verenkierron ollessa estynyt neljä minuuttia ja viiden minuutin verenkierron puuttumisen jälkeen on epävarmaa, säilyykö ihminen enää hengissä. Terveen ihmisen aivojen verenkierto pysyy ennallaan verenkierron itsesääätelyn (autoregulaatio) avulla, vaikka yleinen valtimoverenpaine laskisikin esimerkiksi verenkiertosokin vuoksi: autoregulaatio pettää vasta yleisen verenpaineen ollessa enää noin 60mmHg. Autoregulaation avulla aivovaltimot laajenevat yleisen verenpaine laskiessa, jolloin aivojen verenkierto pysyy lähes ennallaan. (Nienstedt ym. 2004, 221-222, 226.)

Aivojen verenkierto tapahtuu neljän kaulavaltimon ja kaulalaskimoiden välityksellä. Vasen ja oikea sisempi kaulavaltimo (internal carotid artery) vastaavat 2/3 aivojen verenkierrosta. Sisemmät ja ulommat kaulavaltimot vievät aivoille verta noin litran minuutissa. Aivoihin ja päähän alueelle myös verta tuovat oikea ja vasen nikamavaltimo yhdistyvät kallonpohjavaltimoksi (basilar artery), joka vastaa lopusta 1/3 aivojen verenkierrosta. Sisemmät kaulavaltimot ja kallonpohjavaltimo yhdistyvät aivojen valtimokehään (circulus Willis). Aivojen valtimokehästä lähtevät tärkeimmät aivovaltimot: Etummainen aivovaltimo (anterior cerebral artery), keskimäinen aivovaltimo (middle cerebral artery) takimmainen aivovaltimo (posterior cerebral artery) ja pikkuaviovaltimot. Veri palaa aivoista pääosin sisemmän kaulalaskimon kautta, johon aivojen veriviemärit yhdistyvät. (Nienstedt ym. 2004, 203-205, 210, 222.)



Kuva 3: Circulus Willis, 2013. (<http://healthfavo.com/circle-of-willis.html>)

Ydinjatkeessa sijaitsee hengityskeskus, joka säätelee keuhkotuuletusta tavoitteena pitää valtimoveren happi- ja hiilidioksidipitoisuudet muuttumattomina. Hengityskeskus säätelee keuhkotuuletusta hermoimpulssien (neuraalinen säätely) ja veren mukana kulkevien aineiden välityksellä (humoraalinen säätely). Neuraalinen säätely on merkittävin hengitystä säätelevä tekijä, joka vaikuttaa ventilaation ohella myös hengityslikkeisiin. Keuhkoputkissa ja keuhkoissa sijaitsee reseptoreita, jotka aistivat keuhkojen venytyksen sisäänhengityksen loppuvaiheessa ja lähettävät tiedon vagushermon kautta ydinjatkeeseen, joka pysäyttää uloshengityksen. Hermoimpulssien välityksellä ventilaatioon vaikuttaa etenkin hiilidioksidi, jonka kertyminen elimistöön saa aikaan hengitysfrekvenssin nousemisen. Neuraalinen säätely ehtii tavallisesti reagoimaan suurentuneeseen valtimoveren hiilidioksidipitoisuuteen ennen humoraalista säätelyä. (Nienstedt ym. 2004, 529-534, 286-288.)



Kuva 4: Hengityksen säätely. (Koottu lähteestä Nienstedt ym. 2004, 529-534, 286-288.)

Hengityskeskus reagoi muuttuneeseen valtimoveren hiilidioksidipitoisuuteen paljon valtimoveren happiosapaineen muutoksia herkemmin (Nienstedt ym. 2004, 286). Vain hyvin matala (alle 7,0 kPa) valtimoveren happiosapaine vaikuttaa aivojen verenkiertoon (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 14). Verisuonet reagoivat valtimoveren hiilidioksidiosapaineen muutoksiin hengityskeskukseen säätelämänä. Kohonnut valtimoveren hiilidioksidiosapaine (hyperkapnia) aiheuttaa verisuonten laajentumisen (vasodilataatio), jolloin verenkierto lisääntyy. Alentunut valtimoveren hiilidioksidiosapaine (hypokapnia) supistaa verisuonia (vasokonstriktio), jolloin verenkierto vähenee. Aivojen verenkierto on herkkä hiilidioksidiosapaineen muutoksille, joten valtimoveren hiilidioksidiosapaine antaa tarkkaa tietoa aivojen verenkierron tilasta. Tietyt sairaudet kuten aivovammat heikentävät hiilidioksidin aikaansaamia verenkierron muutoksia. Tämän vuoksi aivovammapotilas ei välttämättä reagoi hyperventilaation aiheuttamaan hypokapniaan verisuonten supistumisella. (Niskanen & Randell 2006, 686-687.)

### 1.2.1 Respiratorinen asidoosi ja alkaloosi

Hengitys osallistuu elimistön aineenvaihdunnan happo-emästasapainon säätelyyn poistamalla tai lisäämällä hiilidioksidin määrää verenkierrossa hengityksen syvyyttä tai



hengitysfrekvenssiä muuttamalla. Ydinjatkeessa sijaitseva hengityskeskus säätelee elimistön happo-emästasapainoa pääosin ydinjatkeen hengityskeskuksen välityksellä. (Larmila 2010c.) Veren happamuusastetta kuvataan pH-arvolla. Neutraali pH-arvo on 7, veren normaali pH-arvo on 7.35 - 7.45. Hiilidioksidi pienentää veren pH-arvoa ja tekee verestä happamampaa. Mitä suurempi pH-arvo, sitä emäksisempää veri on. Veren pH:n nouseminen yli 7,8 tai laskeminen alle 7,0 on hengenvaarallista. Veressä on puskuriominaisuuksia, jonka avulla elimistö pyrkii pitämään veren pH:n mahdollisimman muuttumattomana vaikka veren happo-emästasapaino heittelisikin veressä olevien suhteellisten suurten happo- ja emäsmäärien vuoksi. (Nienstedt ym. 2004, 382-385.)

Hapan pH	Hengenvaarallinen veren pH	Neutraali pH	Veren normaali pH	Hengenvaarallinen veren pH	Emäksinen pH
1	< 7,0	7	7,35-7,45	>7,45	14

Taulukko 1: Happo-emästasapaino. (Koottu lähteestä Nienstedt ym. 2004, 382.)

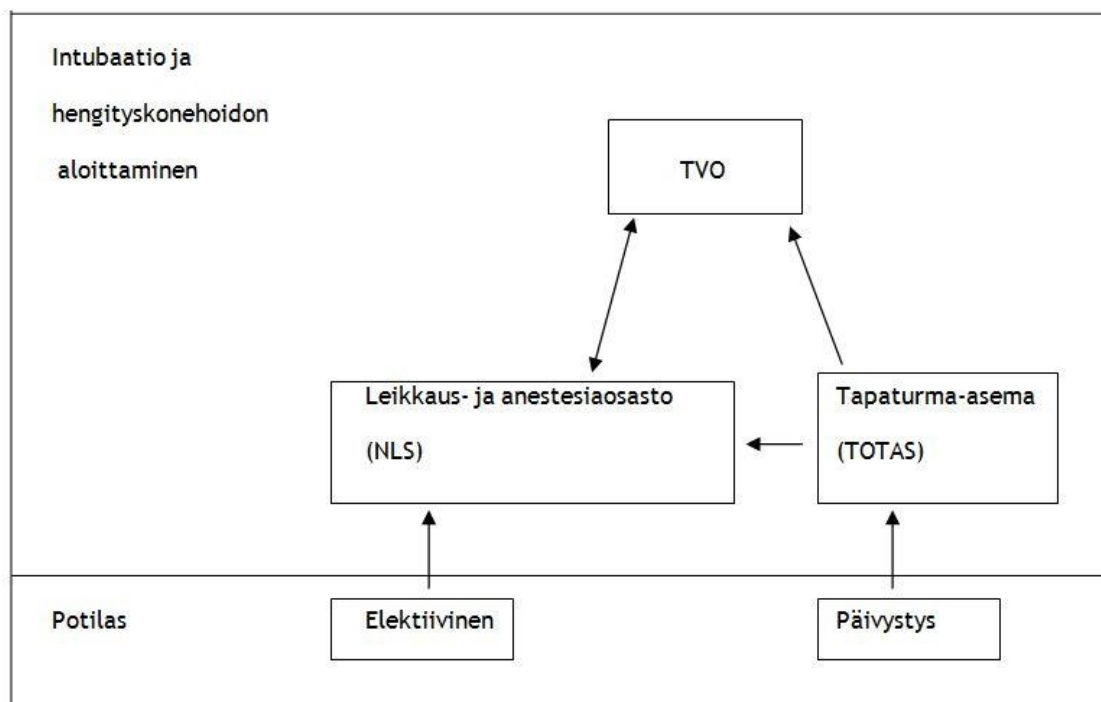
Respiratorinen asidoosi on tila, jossa elimistön kyky poistaa verenkierron hiilidioksidia ulohengityksen avulla on estynyt esimerkiksi aivovammasta, alentuneesta tajunnantasosta tai hengitysteissä olevasta esteestä johtuvan ventilaatiovajauksen vuoksi (Nienstedt ym. 2004, 384; Larmila 2010b). Tällöin hiilidioksidia kertyy elimistöön enemmän, kuin se pystyy sitä poistamaan. Kyseessä on respiratorinen asidoosi, kun veren pH laskee alle 7,32 ja valtimoveren hiilidioksiidipaine nousee yli 6,0 kPa:n. Veren happiosapaine laskee respiratorisen asidoosin aiheuttaman hypoksemian vuoksi. Respiratorinen asidoosi voi aiheuttaa mm. sydämen rytmihäiriöitä, verisuonten laajentumista ja keuhkoverenkierron vastustuksen laajentumista. (Larmila 2010a; Larmila 2010c.) Respiratorinen alkaloosi syntyy, kun lisääntyneen hengitystyön (hyperventilaatio) seurauksena hiilidioksidia poistuu elimistöstä liikaa ja veren pH nousee yli 7,46:een. (Nienstedt ym. 2004, 385, Larmila 2010b.) Respiratorinen alkaloosi aiheuttaa mm. neurologisia oireita ja tajuttomuutta. Munuaiset alkavat korjata happo-emästasapainon häiriötä vasta, kun hengityksen kautta tapahtuva säätely pettää. Tällöin puhutaan metabolisesta asidoosista tai alkaloosista, joka näkyy valtimoveressä myös standardikarbonaatin ( $\text{HCO}_3$ ) ja emäsyylimäärän (BE) muutoksina. (Larmila 2010c.) Katso myös taulukko 6.

Respiratorinen alkaloosi	Respiratorinen asidoosi
Hypoventilaatio	Hyperventilaatio
PaO <sub>2</sub> laskee	PaO <sub>2</sub> nousee
Veren pH nousee > 7,46	Veren pH laskee < 7,32
PaCO <sub>2</sub> laskee > 4,5	PaCO <sub>2</sub> nousee > 6,0

Taulukko 2: Respiratorinen asidoosi ja alkaloosi. (Koottu lähteistä Larmila 2010c, Nienstedt ym. 2004, 384.)

### 1.3 Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoito

Töölön sairaalassa neurokirurgisen potilaan invasiiviseen hengityskonehoitoon johtavia syitä ovat mm. alentunut tajunnantaso, kirurgisen toimenpiteen vaatima anestesia, kohonneesta kallonsisäisestä paineesta aiheutuvien aivokudoksen sekundaarivaurioiden ennaltaehkäiseminen tai hoitaminen ja riittävän aivojen hapettumisen turvaaminen. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 24, 33, 41, 48.) Aivovammapotilaan kohdalla hengityksen varmistaminen on kiireellisin toimenpide. Tajuttoman potilaan hengitysteiden aukiolo tulee turvata intuboimalla. (Jääskeläinen & Niemelä 2010, 1137-1138.) Mikäli tajunnantaso on alentunut eli potilaan GCS (Glasgow Coma Scale; Taulukko 5) -pisteet ovat alle 8, täytyy potilaan hengitystiet varmistaa invasiivisesti orotrakeaalilla putkella eli intubaatioputkella tai trakeostoomakanyylillä välittömästi aspiraation ehkäisemiseksi ja riittävän hapetuksen turvaamiseksi. (Niskanen & Randell 2006, 690; Varpula & Pettilä 2006, 950.) Kontrolloitu ventilaatio eli hengityksen tukeminen palkeen tai hengityskoneen avulla tulee aloittaa viipymättä (Helkamaa, Niemelä, Öhman & Randell 2007, 1123). Neurokirurginen potilas intuboidaan tyypillisesti tapaturma-asemalla tai Neurokirurgian klinikan leikkaus- ja anestesiaosastolla tai tehovalvontaosastolla. Potilas voi tulla TVO:lle hengityskoneessa leikkaussalista tai tapaturma-asemalta tai hengityskonehoito aloitetaan TVO:lla intubaation jälkeen. (Neurokirurgisen potilaan hengityskonehoidon aloittaminen Töölön sairaalassa 2014.) Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoito voi kestää kuuden tunnin heräämöajasta aina päiviin tai useisiin viikkoihin asti (TVO:n toimintakertomus 2013).



Kuva 5: Neurokirurgisen potilaan hengityskonehoidon aloittaminen Töölön sairaalassa 2014.

### 1.3.1 Invasiivisen hengityskonehoidon indikaatiot ja hoidon aloittaminen

Akuutti hengitysvajaus voi johtua hengityskeskusten lamaantumisesta esimerkiksi tajuttomuuden seurauksena. Akuutti hengitysvajaus voi johtua lisäksi mm. huonontuneesta hengitysmekaniikasta, veren huonontuneesta hapenkuljetuskyvystä, selkäydinvamman vuoksi, keuhkokudoksen sairaudesta tai ilmäteiden obstruktiosta. Hengitysvajaus tarkoittaa hengitysilman ja valtimoveren välistä kaasujenvaihdon häiriötä, joka tyypillisesti johtuu joko ventilaatiovajauksesta tai kaasujenvaihtohäiriöstä alveolitasolla. (Brander, 2013.) Akuutilla hengitysvajauksella tarkoitetaan äkillistä tilannetta, jossa potilas kärsii hapettumisen häiriöstä, hengitystyön lisääntymisestä johtuvasta elimistön epätasapainosta tai hiilidioksidin kertymisestä elimistöön. Akuutin hengitysvajauksen kriteerit ovat

- Hengitystaajuuden lisääntyminen >25 kertaan minuutissa
- Hiilidioksidin kertyminen elimistöön ja valtimoveren pH:n lasku alle 7.35
- Happisaturaation lasku alle 90 % tai valtimoveren PaO<sub>2</sub> -arvon lasku alle 8 kPa
- PaCO<sub>2</sub> -arvon nousu >6.0. Kpa. (Brander, 2013; Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Anestesiologiyhdistyksen asettama työryhmä 2006.)

Akuutti hengitysvajaus aiheuttaa potilaassa lisäksi lisääntyneitä hengitystyötä ja apuhengitysilinien käyttöä, levottomuutta, tajunnantason häiriötä, sekavuutta ja hengitystyön kokemista vaikeaksi. Happisaturaation mittaaminen pulssioksimetrillä (SpO<sub>2</sub>)

havaitsee veren vähentyneen happipitoisuuden mutta ei ventilaatiovajausta. Valtimoverestä voidaan havaita ventilaatiovajausta, vaikka pulssioksimetri näyttäisi riittävää saturaatioarvoa ( $SpO_2 > 90\%$ ). (Brander, 2013.)

Hengitysvajauksesta kärsivän potilaan hoidon tavoitteena on turvata kudosten riittävä hapensaanti ja hiilidioksidin poistuminen elimistöstä sekä helpottaa potilaan kokemaa hengenahdistusta ja hengitystyötä (Brander & Varpula 2005, 26). Potilaan tajunnantason ollessa hyvä ja kun ventilaatiovajausta ei ole vielä vaikeaa, voidaan hapensaanti turvata lisähapen avulla nenäviiksien tai venturimaskin avulla. Mikäli tämä ei riitä, voidaan aloittaa CPAP-hoito joka parantaa hengityksen kaasujenvaihtoa ja avaa sekä pitää auki hengitysteitä. (Brander, 2013.)

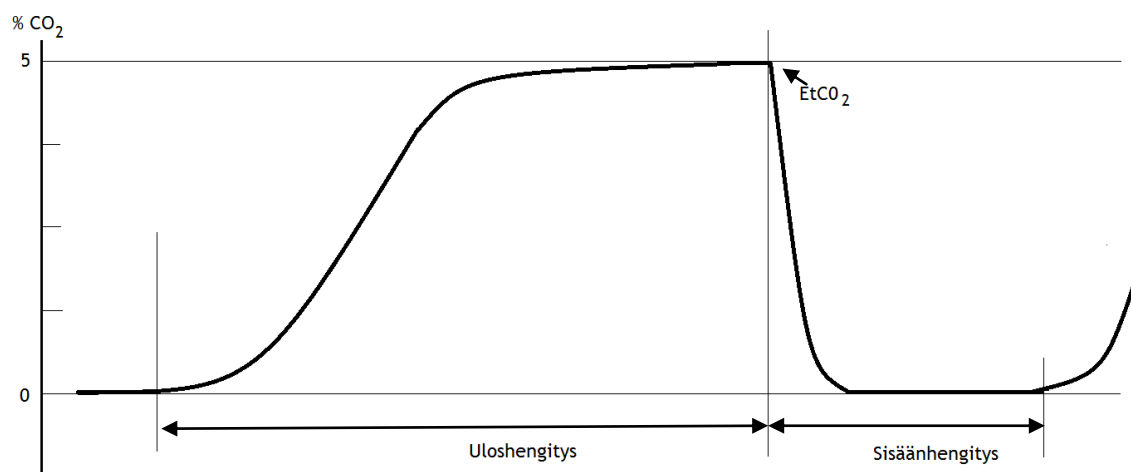
CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) -hoitoa toteutetaan naamarin tai keinoilmatien kautta ja hoidon edellytyksenä on kohtuullisen hyvä oma hengitystyö ja riittävän hyvä tajunnantaso. CPAP-hoito voi nostaa kallonsisäistä painetta. (Varpula & Valta 2010, 27-28.) Alentunut tajunnantaso vaarantaa avoimen hengitystien: nielemis- ja yskimisheijasteet vaimenevat ja nielun, kielen sekä kurkunpään lihasjänteys laskee ja aspiraatoriski kasvaa (Varpula & Valta 2010, 19). Tällöin yllä mainitut noninvasiivinen hengityksen tukemisen keinot eivät enää riitä, vaan potilaan ilmatie täytyy varmistaa invasiivisesti ja potilaalle asetetaan keinoilmatie eli intubaatioputki. (Brander, 2013; Varpula & Valta 2010, 19.) Keinoilmatien asettaminen on hyödyllistä myös aivovammojen yhteydessä, jolloin hypoventilaatio on erityisen vaarallista potilaalle. (Varpula & Valta 2010, 20.)

TVO:lla intubointiin tarvittava välineistö on koottu intubaatiokoriin, jota säilytetään osaston kansliassa. TVO:lla työskentelevän sairaanhoitajan työnkuvaan kuuluu intubaatiossa ja ekstubaatiossa avustaminen, intubaatiokorin ylläpito ja sen käyttökuntoon laittaminen. Ennen intubaatiota tai ekstubaatiota sairaanhoitaja tarkastaa laryngoskoopin toimivuuden ja varmistaa asianmukaisen välineistön löytyvän korista. Käytön jälkeen sairaanhoitaja huolehtii korin olevan asianmukaisesti täydennetty. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemuseräinen käytäntö.) TVO:lla on lisäksi oma kori vaikean intubaation varalle, joka sisältää normaalista intubaatiokorista poiketen mm. larynxmaskin ja fiberoskoopin (Lappalainen & Tuomaala 2013).

Intubaatio vaatii sedaatiota ja lihasrelaksanttien käyttöä myös tajuttomilla potilailla (Randell & Öhman 2001, 32). Toimenpiteen suorittava lääkäri määrää intubaatiossa käytettävät lääkkeet. Tavallisesti intubaatiossa käytetyt lääkkeet ovat sedaatioon propofoli (Propofol®-Lipuro), kivunhoitoon fentanyyli (Fentanyl®) ja lihasrelaksaatioon rokuroni (Esmeron®). (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 41; Duodecim lääketietokanta.) Riittävä sedaatio ja relaksaatio on erityisen tärkeää neurokirurgista potilasta intuboidessa, sillä laryngoskoopin

käyttö ja intubaatio voi nostaa kallonsisäistä painetta huomattavan paljon. (Salmenperä & Tuli 2002, 242.) Kipulääkitys toimenpidettä edeltävästi ehkäisee laryngoskoopin käytöstä ja intubaatiosta aiheutuvaa sykkeen kiihtymistä ja verenpaineen nousua. (Randell 2006, 324.)

Anestesia lääkäri asettaa potilaalle intubaatioputken laryngoskoopin avulla. Intubaatioputken kalvosin ohjataan äänihuulten läpi ja täytetään 6-10 ml ilmaa. Tarvittaessa intubaatioputken viemistä voidaan helpottaa viemällä sen sisälle laitton ajaksi putken jäykistävä kara. Tämän jälkeen intubaatioputken paikka varmistetaan kuuntelemalla, että hengitysäänet ovat symmetriset eikä ylävatsalta kuulu kurahtavia ääniä. (Kurola 2013.) Lisäksi seurataan, että intubaatioputken tai hengityskoneeseen liitetty kapnografi alkaa piirtää monitorille tasaista käyrää hengityksen mukaisesti (Kurola 2013; Kaakinen 2013; Salmenperä & Yli-Hakala 2006, 341). Kapnografi mittaa uloshengityksen loppuvaiheen hiilidioksidipitoisuutta ( $\text{EtCO}_2$ ) (Kaakinen 2013). Kapnografian piirtämän hengityskäyrän sekä  $\text{EtCO}_2$ - ja  $\text{PaCO}_2$ -pitoisuuksien avulla arvioidaan ventilaation riittävyttä (Kaakinen 2013; Varpula & Valta 2010, 24; Salmenperä & Yli-Hakala 2006, 341). Intubaatioputki kiinnitetään neurokirurgisella tehohoitopotilaalla teipillä. Kaulan ympärille laitettu kanttinauha voi painaa kaulan alueen verisuonia ja näin nostaa kallonsisäistä painetta sekä huonontaa aivojen verenkiertoa. (Bertényi 2013, 20; Saastamoinen 2010b.) Intubaation on tapahduttava nopeasti ja riittävästä ventiloitumisesta huolehditaan ennen intubaatiota ja sen aikana maski-paljeventilaation avulla. Tarvittaessa hengitysteistä imetään sinne kertynyt lima intubaation jälkeen. (Leppälä 2010a.) Potilasturvallisuuden edistämiseksi hengityskoneen letkusto kiinnitetään intubaatioputkeen heti, kun intubaatioputki on asetettu paikalleen. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemuseräinen näyttö.)



Kuva 6: Kapnografian piirtämä hengityskäyrä yhden hengityskerran aikana. (Lähteestä mukailen Salmenperä & Yli-Hakala 2006, 341.)

Hengityskone on tietokoneistettu laite, joka pystyy aistimaan hengitysteiden virtauksia ja paineita sekä näiden tietojen perusteella säätelemään potilaan hengityksen virtausta ja painetta erilaisten koneeseen ohjelmoitujen virtaus- ja painemallien avulla. Hengityskoneen

avulla pystytään reaaliaikaisesti valvomaan ja mittaamaan potilaan hengitystyötä. Hengityskoneella tuetaan potilaan hapettumista ja riittävää ventiloitumista yhdistämällä se esimerkiksi CPAP-kasvonaamariin tai potilaalle asetettuun keinoilmatiehen (Varpula & Pettilä 2006, 947-950). CPAP-maskilla annettava hengityskonehoito on noninvasiivista (NIV). NIV-hoitoa voidaan toteuttaa CPAP-maskin lisäksi kypärän tai nenänaamarin avulla. Keinoilmatien (intubaatioputki, trakeostoma) asettaminen on invasiivinen eli kajoava toimenpide. (Larmila 2010f.)

Hengityskonehoidon tavoitteena on tukea potilaan hengitystä ylläpitämällä riittävää keuhkoventilaatiota, turvata riittävä hapettuminen ja korjata mahdollisia kaasujenvaihtohäiriöitä mekaanisesti. Mekaanista invasiivista hengityskonehoitoa voidaan toteuttaa erilaisin hengitysmallein, kuten paineohjatun (PC), tilavuusohjatun (VC), painetuetun (PS) ja yhdistelmämallin (SIMV) mukaisesti. (Larmila 2010d.) Hengityskonehoitoa toteutetaan valvonta- tai teho-osastolla (Brander 2013), sillä se vaatii jatkuvaa hengityksen monitorointia. (Varpula & Valta 2010, 24).

Neurokirurgisella tehovalvontaosastolla on käytössä kahta eri VELA- merkkisiä, Servo i -merkkisiä ja lisääntyvästi HamiltonC2- ja hengityskoneita. Käytännön työssä puhutaan uudesta ja vanhasta VELAsta. Kaikkien koneiden toimintaperiaate ja säädettävät, hengitykseen vaikuttavat arvot ovat pääosin samoja. (Kotila, 2014; Valovirta-Hästö 2014.) Osaston välinehuoltajan vastuulle kuuluu kerran kuukaudessa puhdistuksen yhteydessä hengityskoneiden kalibrointi. Hengityskoneen letkustojen ilmapitävyys ja koneen moitteeton toimimen testataan ennen niiden liittämistä ensimmäisen kerran potilaaseen painamalla letkun pää tiivisti kämmentä vasten, kun kone on käynnistetty. Tämän jälkeen sairaanhoitaja tarkastaa, että koneeseen on asetettu sovitut hengitysfrekvenssin (BreathRate 30) ja hengitysteiden huippupaineen (PeakFlow 40) häytysrajat. (Hiekkänen & Salonen 2010.)

Töölössä neurokirurgisten tehohoitopotilaiden hengityskonehoidossa pyritään normoventilaation alarajoille ( $\text{PaCO}_2$  4,5-6kPa). Kohonneesta kallonsisäisestä paineesta kärsivää potilasta hoidetaan lievästi hyperventiloiden ( $\text{PaCO}_2$  ~4.0kPa). Mikäli nousseen kallonsisäisen paineen muut hoitokeinot ovat riittämättömiä, voidaan hengityskoneella toteuttaa tiukempaa hyperventilaatiohoitoa ( $\text{PaCO}_2$  alle 4.0kPa). (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 12.) Hyperventilaatio laskee kallonsisäistä painetta nopeasti ja tehokkaasti vähentämällä aivojen verenvirtausta ja laskemalla valtimoveren hiilidioksidipitoisuutta. Liiallinen hyperventilointi ja siitä johtuva hypokapnia ( $\text{PaCO}_2$  alle 4,3kPa) voi alentaa aivojen verenvirtausta liikaa ja aiheuttaa näin aivokudokseen iskemiaa. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 14; Siironen ym. 2008. ) Hyperventilaatiohoidon aikana on tarpeellista seurata aivojen hapettumista aivoista tulevaan laskimon pullistumaan asetetun jugularis bulb -katetrin tai aivokudoksen happipitoisuuden monitoroinnin avulla. (Neurokirurgisen hoitajan

käsikirja 2013, 12; Niskanen & Randell 2006, 689; Siironen ym. 2008.) Hyperventilaatiohoito on viimeinen keino estää tuhoisa kallonsisäisen paineen nousu sen aikaa, kun valmistaudutaan esimerkiksi poistamaan osa kallon luusta tilan antamiseksi aivokudokselle (Kaakinen 2011, 387). Hyperventilaatiohoidon tulee siis olla mahdollisimman lyhytkestoinen eikä sitä käytetä ennaltaehkäisevästi kohonneen kallonsisäisen paineen hoitomuotona (Siironen ym. 2008).

Korkean kallonsisäisen paineen hoidon tavoitearvot TVO:lla:

- PaO<sub>2</sub> >13kPa
- PaCO<sub>2</sub> 4-4.5. kPa
- SpO<sub>2</sub> > 95 %
- B-gluk 5-8 mmol/l
- P-natrium 140-155 mmol/l
- B-Hb > 100g/l
- CPP 60-110mmHg (aikuisilla)
- ICP < 20 mmHg
- MAP > 90mmHg
- Lämpö < 37 C°

(Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 48.)

Neurokirurgian tehovalvontaosastolla käytetään pääasiallisesti hengityskoneen tilavuusohjattua (VC) SIMV-mallia (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation) potilaiden hengityskonemoodina. SIMV -paineohjattua mallia (PC) käytetään joissain erittäin vaikeiden keuhko-ongelmien hoidossa. Tehovalvontaosastolla työskentelevän sairaanhoitajan tulee hallita hengityskonehoidon toteuttaminen ja hengityskoneen säädöt, joita neurokirurgisilla potilailla pääsääntöisesti käytetään. Hengityskone hälyttää nousseesta hengitystiepaineesta, hengityskoneen letkuston irtoamisesta keinoilmatiestä, matalasta hengityksen kerta- tai minuuttitilavuudesta ja apneasta. Sairanhoitajan tulee viipymättä tarkastaa hälytyksen aihe ja aloittaa toimenpiteet hälytyksen aiheuttaman tilan korjaamiseksi. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö.) Hengitystuen lisäämisestä ja vähentämisestä päättää potilasta hoitava anestesia- ja neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 12).

SIMV -malli hengityskoneessa mahdollistaa potilaan oman spontaanihengityksen ja synkronoi konehengityksen potilaan omien hengityskertojen mukaan, kun koneeseen on asetettu haluttu hengitysfrekvenssi (Salonen ym. 2012). Koneellisen ja spontaanin hengitysten synkronointi edistää potilaan sopeutumista hengityskonehoitoon (Lönn & Arola 2013). SIMV -mallin kanssa käytettävä hengityksen tilavuusohjaus (VC) varmistaa, että jokaisen koneen antaman ja spontaanin hengityskerran mukana keuhkoihin siirtyy riittävä määrä ilmaa (Salonen ym. 2012). Tilavuusohjattu hengitysmalli soveltuu hyvin neurokirurgisille potilaille, joiden hapenkulutus halutaan minimoida, valtimoveren hiilidioksiditaso pitää tietyllä tasolla ja jotka ovat sedatoituna aivojen sekundaaristen vaurioiden ennaltaehkäisemiseksi (Larmila 2010d: Laakso,

Siironen, Tanskanen 2011). Tilavuusohjattua mallia voidaan käyttää spontaanisti ja ei-spontaanisti hengittäville potilaille. Spontaanisti hengittävä potilas voi itse käynnistää (triggata) sisäänhengityksen, jolloin hengityskone antaa sisäänhengityskertaan säädetyn tilavuuden. (Larmila 2010d.)

Spontaanisti hengittävä potilas voi tilavuusohjattua mallia käytettäessä hyperventiloitua epätoivotusti hengittäessään hengityskoneeseen asetettua hengitystaajuutta useammin. Tilavuusohjatun hengitysmallin riskinä on lisäksi hengitystiepaineen nouseminen liian korkealle. Tämä voi aiheuttaa keuhkojen ylivenytystä, jolloin potilas voi saada ilmarinnan. Rintaontelon sisäisen paineen kohoaminen voi aiheuttaa lisäksi kardiovaskulaarisia vaikutuksia: keuhkoverenkierron vastustus lisääntyy ja verenkierron laskimopaluu sydämen oikealle puolelle vähenee. Valtimoverenpaine voi nousta, kun sisäänhengityksen aikana sydämen vasen puoli tyhjenee verestä nopeammin. Sydämen esitäyttö ja minuuttitilavuus pienenevät paineen vaikutuksesta eli sydän täyttyy verellä huonommin uloshengityksen aikana eikä pysty kierrättämään verta yhtä tehokkaasti elimistössä. Monitorin näytöllä "vaelteleva" valtimoverenpaineikäyrä voi kertoa kohonneesta rintaontelon paineesta aiheutuneista kardiovaskulaarisia vaikutuksista. Sairaanhoidajan tulee huomioida hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyössä tilavuusohjatun hengitysmallin käytöstä mahdollisesti aiheutuvat komplikaatiot. (Larmila 2010d; Larmila 2010e.)

Hengityskoneeseen asetettua hengitysfrekvenssiä ja hengityksen kertatilavuutta säätämällä pyritään saamaan valtimoveren hiilidioksidi pysymään halutulla tasolla. Lisäksi hengityskoneeseen säädetään haluttu sisäänhengityksen kertatilavuus eli TV (Tidal Volume) millilitroina. Käytettävä TV saadaan kertomalla 7-10ml potilaan painolla (7-10ml/kg). Tärkeä säädettävä arvo on lisäksi PEEP (Positive End Expiratory Pressure) eli positiivinen loppu-uloshengityksen paine, joka halutaan neurokirurgisilla tehohoitopotilailla pitää välillä 5-8(-10) cmH<sub>2</sub>O. Liian korkea PEEP nostaa kallonsisäistä painetta. TVO:lla potilaan hengityksen tukemisesta vastaa anestesia lääkäri, jonka ohjeiden mukaan sairaanhoitaja asettaa koneeseen halutut potilaskohtaiset säädöt. (Salonen ym. 2012.) Sairanhoitaja voi nostaa hengityskoneen happi- eli O<sub>2</sub>-prosenttia tilanteessa, jolloin potilaan hapetus äkillisesti romahtaa eikä anestesia lääkäri ole akuutin tilanteen aikana välittömästi saatavissa. Anestesia lääkäriä informoidaan tehdystä O<sub>2</sub>-prosentin muutoksesta mahdollisimman pian. (Kotila 2014.)



SIMV-VC	
RATE (sisäänhengityskertoja per minuutti)	12bpm
VOLUME (hengityksen kertatilavuus)	500 ml
PEAK FLOW (sisäänhengityksen huippuvirtaus)	45 l/min
INSP. PAUSE (sisäänhengityksen loppuvaiheen tauko ennen uloshengityksen alkamista)	0,2 s
PSV (painetuettu ventilaatio)	16 cmH <sub>2</sub> O
PEEP (positiivinen loppu-uloshengityksen paine)	5 cmH <sub>2</sub> O
FLOW TRIG (sisäänhengitysvirtauksen triggaukspiste)	3 l/min
O <sub>2</sub> (hapen prosentuaalinen määrä sisäänhengitysilmosta)	40 %

Taulukko 3: VELA-hengityskoneen perussäädöt Neurokirurgian klinikan TVO:lla. (Lähdettä mukailen Hiekkanen & Salonen 2010.)

Hamilton C2- hengityskoneissa käytetään VELA -hengityskoneen SIMV (VC) -mallia vastaavan SIMV+ hengitysmallin lisäksi ASV (Adaptive support ventilation) -mallia enenevässä määrin. ASV-malli on painekontroloitu hengitysmalli volyymitakauksen kanssa, joka säätää annettavan hengitystuen automaattisesti potilaan omaan spontaaniin hengitykseen vähentäen tai lisäten hengitystukea tarvittaessa. Haluttu keuhkotuuletus saadaan säätämällä prosentuaalisesti ilmaistua arvoa halutusta minuuttiventilaatiosta (%MinVol). Potilaan liian korkeaan tai matalaan valtimoveren hiilidioksidipitoisuuteen voidaan vaikuttaa hengityskoneen %MinVol -painikkeella keuhkotuuletusta säätämällä: Liian korkea valtimoveren hiilidioksidipitoisuutta lasketaan nostamalla haluttua minuuttiventilaatiota. Liian matalaa valtimoveren hiilidioksidipitoisuutta nostetaan laskemalla haluttua minuuttiventilaatiota. (Valovirta-Hästö 2014.)



Kuva 7: Hamilton C2 -hengityskone. (Pikaohje Hamilton C2.)

### 1.3.2 Sedaatiotason, tajunnantason ja kivun arviointi hoidon aikana

Sedaatio eli potilaan lääkkeellinen rauhoittaminen auttaa potilasta sopeutumaan hengityskonehoitoon ja edistää turvallisen hengityskonehoidon toteuttamista esimerkiksi estämällä potilaan levottomuudesta johtuvaa intubaatioputken luiskahtamista ulos. Sedaatiolla ja hyvällä kivunhoidolla pyritään vähentämään tehohoidosta potilaalle aiheutuvaa fyysistä ja psyykkistä stressiä, optimoimaan hapenkulutusta ja estämään kallonsisäisen paineen kohoamista. (Ala-Kokko & Kentala 2006, 955; Karlsson 2011, 15.) Sedaatiota käytetään myös kohonneen kallonsisäisen paineen hoitoon neurokirurgisella potilaalla. (Laakso ym. 2011.) Neurotehopotilaiden sedatiivi on tavallisesti propofoli, jonka kanssa käytetään tarpeen mukaan midatsolaami- tai deksmedetomidiini-infuusiota. (Bertényi 2013, 20.) Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosaston hoitotyön käytänteenä on tauottaa sedaatio

tajunnantason arvioimiseksi ja ylisedaation välttämiseksi lääkärin ohjeen mukaisesti ellei tautukselle ole vasta-aiheita, kuten levottomuutta tai vaikeaa hapettumishäiriötä (HYKS Neurokirurgian klinikka, 2013). Myös sedaatioastetta arvioidaan jokaisen potilaan kohdalla yksilöllisesti (Ala-kokko & Kentala 2006, 957). Sedaatioastetta arvioidaan RASS-asteikon (Richmond Agitation -Sedation Scale) avulla aina sen muuttuessa, mutta vähintään kolmen tunnin välein (Kangasmäki & Pudas-Tähkä 2012).

Pisteet	Luokka	Kuvaus
9	Väkivaltainen	Väkivaltainen, välitön vaara henkilökunnalle
8	Hyvin kiihtynyt	Yrittää poistaa kanyyleita, aggressiivinen
7	Kiihtynyt	Liikehtii levottomasti ilman tarkoitusta, ei sopeudu ventilaattoriin
6	Levoton	Ahdistunut, ei aggressiivinen
5	Hereillä, rauhallinen	
4	Unelias	Puhutellessa avaa silmät/katsekontakti >10 sekunnin ajan
3	Kevyt sedaatio	Herää lyhyesti keskustellessa, katsekontakti <10 sekunnin ajan
2	Kohtalainen sedaatio	Avaa silmät/liikuttaa raajoja puhutellessa, ei katsekontaktia
1	Syvä sedaatio	Ei reagoi puhuttelulle, mutta avaa silmät/liikuttaa raajoja fyysiselle stimulaatiolle
0	Ei heräteltävissä	Ei reagoi puhuttelulle tai fyysiselle stimulaatiolle

Taulukko 4: RASS-kirjaaminen TVO:lla. (Fastberg, Lehtiranta & Sinisalo 2011, 18.)

Vitaalielintoimintojen seurannan rinnalla potilaalta arvioidaan säännöllisesti tajunnantaso Glasgow Coma Scale (GCS) -mittaria käyttäen (Taulukko 5) (Bertényi 2013, 19). GCS -mittarin avulla potilaan tajunnantaso kartoitetaan tutkimalla ja arvioimalla potilaan verbaalista ja motorista reaktiota sekä puhe- ja kipuvastetta. Neurokirurgisen potilaan tajunnantason arvioimisella pyritään selvittämään, kärsiikö potilas kohonneesta kallonsisäisestä paineesta. (Niskanen & Randell 2006, 690.) GCS -mittaria käytettäessä huomioidaan, että intuboidun potilaan tajunnantaso kartoitettaessa puhevastetta ei arvioida (Saastamoinen, Lehtomäki & Ruohomäki 2010). Tajunnantason arvioimisen lisäksi seurataan säännöllisesti pupilleiden kokoa, symmetrisyyttä ja valoreaktiota. Tällä saadaan tietoa mahdollisesta kohonneesta kallonsisäisestä paineesta: sen kohotessa 3. aivohermo jää puristuksiin ja kadottaa kykynsä reagoida valoon eli supistua. (Bertényi 2013, 19.) Kohonnut kallonsisäinen paine huonontaa aivojen verenkierron estyessä mahdollisesti potilaan tajunnantaso ja aiheuttaa mm. sekavuutta, pahoinvointia, oksentelua, hengitysvaikeuksia, raajojen toispuoleista halvausta ja epileptisiä kohtauksia (Jääskeläinen 2013). Kohonnut kallonsisäinen paine voi aiheuttaa iskemian lisäksi aivokudoksen herniaatiota, jolloin aivokudos työntyy pois paikaltaan, verenkierto estyy ja potilas voi kuolla aivokudoksen kuolion seurauksena (Jääskeläinen & Kivipelto 2004, 950; Saastamoinen 2010b). Neurokirurgian klinikan TVO:n käytänteenä on arvioida potilaan tajunnantaso ja pupillien kokoa sekä valoreaktiota vähintään tunnin välein. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 29.)

Silmien avaaminen	Verbaalinen vaste	Motorinen vaste
Spontaanisti (4)	Orientoitunut (5)	Noudattaa kehotuksia (6)
Puheelle (3)	Sekava (4)	Paikallistaa kivun (5)
Kipuun (2)	Sanoja (3)	Fleksoi kivulle (4)
Ei vastetta (1)	Ääntelyä (2)	Abnormi fleksio (3)
	Ei vastetta (1)	Ekstensio (2)
		Ei vastetta (1)

Taulukko 5: Clascow Coma Scale. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 8.)

Tehohoidossa potilaalle aiheutuu kipua tehohoitoa vaativan tilan lisäksi hoitotoimenpiteistä, kuten limaimuista ja pesuista. Kipu lisää potilaan elimistön stressivastetta ja hapenkulutusta sekä voi lisäksi altistaa tehohoidon jälkeisille eriasteisille post-traumaattisille stressireaktioille. (Ala-Kokko & Kentala 2006, 954-955; Karlsson 2011, 15-16.) Riittämätön kivunhoito huonontaa potilaan sopeutumista hengityskonehoitoon ja voi aiheuttaa mm. ahdistuneisuutta, muutoksia uni-valverytmissä, sydänlihaskemiala ja deliriumin (Alakokko & Kentala 2006, 955; Schweikert & Kress 2008). Sedaatio ei koskaan riitä ainoaksi kivunhoidoksi: sedatoidun potilaan kivunhoidon huomioiminen on erityisen tärkeää. Neurokirurgisella tehohoitopotilaalla tyypillisesti kivunhoitoon käytetään oksikodonia ja parasetamolia. (Bertényi 2013, 20; Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 18.) Kipua tulee arvioida säännöllisesti, sillä kipua mittaamalla pystytään arvioimaan kivunhoidosta saatua vastetta. Kipua arvioidaan Neurokirurgian klinikassa VRS (Verbal Rating Scale) -asteikon avulla, jossa potilas kuvailee kivun astetta sanallisesti neljän kohdan mukaisesti: Ei kipua, lievä kipu, kohtalainen kipu, sietämätön kipu. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 18; Ala-Kokko & Kentala 2006, 959.) Sedaatio ja invasiivinen hengityskonehoito estävät potilasta arvioimasta kipua itse, jolloin hoitajan tulee arvioida potilaan kipua fysiologisia merkkejä kuten kasvon ilmeitä, ja käyttäytymistä kuten liikehdintää, seuraamalla (Sessler, Jo Grap & Ramsay 2008). Neurokirurgian klinikan TVO:n käytänteenä on tarkkailla sedatoidun potilaan kivusta kertovia merkkejä, hoitaa kipua aktiivisesti ja arvioida kivunlievitykseen annetun lääkkeen vastetta noin 20 minuutin kuluttua sen antamisesta. (HYKS Neurokirurgian klinikka, 2013.)

### 1.3.3 Hengityksen ja hapettumisen arviointi

Tehohoitopotilaan hengitysäänen säännöllisen kuuntelun avulla pyritään tunnistamaan hengitysvajaus, joka voi johtaa ventilaatiovajakseen, kudosten happeutumishäiriöön, kaasujenvaihtohäiriöön tai hengitystyön lisääntymiseen. Normaalissa hengityksessä sisään- ja uloshengitysänet kuuluvat tasaisesti molemmista keuhkoista. Rahisevat, rohisevat, ritisevät, vinkuvat, hankaavat, porisevat hengitysänet kertovat mahdollisista keuhkojen alueen

sairauksista. Toisen keuhkon alueella kuuluva rahina voi viitata esimerkiksi keuhkokuumeeseen, ritisevät hengityssänet kertovat sydämen vajaatoiminnan aiheuttamasta nesteen kertymisestä keuhkoihin. Hiljaiset tai kuulumattomat hengityssänet viittaavat atelektaasiin, ilmarintaan tai nesteeseen keuhkopussissa. Hengityskonehoitoa saavan potilaan hengityssänet kuunnellaan vähintään kerran vuorossa ja tarvittaessa (Laukkanen, Virranta, Larmila 2010.) Toispuoleiset hengityssänet voivat kertoa intubaatioputken luiskahtamisesta liian syvälle (Leppälä 2010a). Hoitajan on osattava tunnistaa erot limaisuudesta ja keuhkojen turvotuksesta kertovien hengityssänten välillä (Leppälä 2010b).

Neurokirurgisen potilaan hengityshäiriöt ovat tavallisia, sillä usein ydinjatkeen toiminta häiriintyy aivojen vaurioiden seurauksena. Tyypillisiä hengitysongelmia tälle potilasryhmälle ovat katkonainen ja haukkova Chenye-Stokésin hengitys, epäsäännöllinen, kuorsaava ja pinnallinen hengitys sekä hengitysvajaus. (Saastamoinen 2010b.) Nouseva hengitysfrekvenssi voi merkitä aivorungon vauriota ja kallonsisäisen paineen kohoamista. Laskeva hengitysfrekvenssi voi viitata ydinjatkeen hengityskeskuksen toiminnan säätelyn häiriöön. (Saastamoinen 2010b.) Epäsymmetriset hengitysliikkeet voivat olla merkki mm. alveolien kasaan painumisesta eli atelektaaseista, hengityspotken painumisesta toiseen keuhkoputkeen, keuhkojen alueen vammasta tai ilmarinnasta. Hengitystapaa seurattaessa arvioidaan hengityksen säännöllisyyttä, syvyyttä ja taajuutta. Pinnallinen hengitystapa voi kertoa kivusta, syvä ja raskas hengitystapa on usein merkki respiratorisesta asidoosista tai alkaloosista. (Laukkanen ym. 2010.) Sairaanhoidajan tulee seurata ja arvioida potilaan hengitystyötä jatkuvasti. Muutokset hengitysfrekvenssissä, hengitysliikkeissä, hengitystavassa ja hengityssänessä voivat viitata potilaan tilan huononemiseen. Ihon normaali väri ja lämpötila sekä limakalvojen normaali väri kertovat potilaan riittävästä hapettumisesta. Riittämätön hapettuminen aiheuttaa ihon ja limakalvojen syanoottista väriä. Punakka iho ja alentunut tajunnantaso voivat kertoa hiilidioksidin kertymisestä elimistöön. Myös limaisuuden määrää, väriä, laatua ja hajua tarkkaillaan ja mahdollisista infektiomerkeistä tiedotetaan hoitavalle lääkärille. (Laukkanen ym. 2010.)

Valtimoverestä säännöllisesti otettavan verikaasuanalyysin (aB-Het-Ion) avulla seurataan potilaan hapettumista ja arvioidaan hengityskonehoidon onnistumista PaO<sub>2</sub>- ja PaCO<sub>2</sub> -arvojen mukaisesti. Verikaasuanalyysi kertoo elimistön hapensaannista ja happo-emästatapainosta, elimistöön kertyneestä hiilidioksidin määrästä ja veren elektrolyyteistä. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 50.) Liian alhainen valtimoveren hiilidioksidipitoisuus supistaa aivoverisuonia, liian korkea valtimoveren hiilidioksidipitoisuus laajentaa verisuonia nostaa näin kallonsisäistä painetta. Hemoglobiini (B-Hb) halutaan pitää veressä tasolla yli 100 g/l veren riittävän happipitoisuuden turvaamiseksi. Neurokirurgisen tehoitopotilaan tavoitearvot TVO:lla ovat happisaturaation osalta yli 95 %. (Saastamoinen 2008, 7.)

Taulukossa 6 on kuvattu valtimoverikaasuanalyysin tavoitearvot potilaalle, jonka kallonsisäinen paine ei ole kohonnut. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 50.)

aB-Het-lon	
pH	7.35-7.45
pCO <sub>2</sub>	4.5-6.0
PO <sub>2</sub>	11.0-13.3
BE	- 2.5 - +2.5
HCO <sub>3</sub>	22-26

Taulukko 6: Normaalit valtimoveren viitearvot. (Koottu lähteestä Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 50.)

Verikaasuanalyysin avulla mitattavaa valtimoveren hiilidioksidipitoisuutta ja kapnografin mittaamaa uloshengityksen loppuvaiheen hiilidioksidipitoisuutta verrataan toisiinsa. Sairaanhoidaja tarkastaa uloshengityksen loppuvaiheen hiilidioksidipitoisuuden monitorin näytöltä välittömästi valtimoverikaasuanalyysia varten otetun arteriaverinäytteenoton jälkeen. Näytteenottoajankohdan uloshengityksen loppuvaiheen hiilidioksidipitoisuus kirjataan anestesia ja tehohoitotyön Critical Care Manager® -potilastietojärjestelmään valtimoverikaasuanalyysiarvojen lisätieto -kohtaan. Kyseisiä arvoja keskenään vertaamalla saadaan tietoa niiden luotettavuudesta: alle 1.0 kPa:n heitto arvojen välillä on hyväksyttävää. Mikäli näissä kahdessa arvossa esiintyy säännöllisesti heittoa, sairaanhoidaja informoi asiasta anestesia- ja tehohoitotyön Critical Care Manager® -potilastietojärjestelmään valtimoverikaasuanalyysiarvojen lisätieto -kohtaan. Kyseisiä arvoja keskenään vertaamalla saadaan tietoa niiden luotettavuudesta: alle 1.0 kPa:n heitto arvojen välillä on hyväksyttävää. Mikäli näissä kahdessa arvossa esiintyy säännöllisesti heittoa, sairaanhoidaja informoi asiasta anestesia- ja tehohoitotyön Critical Care Manager® -potilastietojärjestelmään valtimoverikaasuanalyysiarvojen lisätieto -kohtaan. Säännölliset heitot tai yli 1.0 kPa:n heitto valtimoveren hiilidioksidi- ja uloshengityksen loppuvaiheen hiilidioksidipitoisuuksien välillä voi kertoa hapettumisen ongelmasta tai epäsopeutumisesta hengityskoneen säädöistä potilaalle. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen näyttö.)

#### 1.3.4 Hengityskonehoitoon liittyvät komplikaatiot ja niiden ehkäisy

Hengityskonehoitoon liittyy useita erilaisia komplikaatioita. Liian suuri hengityksen kertatilavuus voi aiheuttaa barotrauman eli liiallista keuhkokudoksen venytystä ja kudosaivautusta aiheuttaen näin esimerkiksi ilmarinnan tai ilman kulkeutumisen sydänlihasspussiin. Invasiivinen hengityskonehoito lisää rintaontelon sisäistä painetta, joka voi haitata keuhkoverenkiertoa. Hoidon seurauksena mahalaukuun voi kertyä ilmaa ja mahanestettä, joka aiheuttaa potilaalle pahoinvointia ja lisää näin aspiraatoriskiä. Nousut rintaontelon sisäinen paine voi lisäksi alentaa sydämen pumppausvoimaa ja huonontaa laskimoverenkiertoa, jolloin maksa ja maha-suolikanava ovat alttiita iskeemisille vaurioille. Potilaan sekavuus, väärät hengityskoneen säädöt tai esimerkiksi ilmarinta voivat aiheuttaa hankaluuksia hengityskonehoitoon sopeutumiselle. (Larmila 2010e.)

Intubointiin liittyy usein pinnallisia suun alueen ja nielun limakalvovaurioita ja verenvuotoa, leukaluun sijoiltaan menemistä ja harvoin myös henkitorven repeämistä. Intubaatioputken kalvosin (cuffi) voidaan täyttää liian täydeksi, jolloin kalvosin estää verenkierron henkitorven seinämässä. Tämä aiheuttaa henkitorveen iskemiaa joka voi aiheuttaa henkitorven repeämistä. (Kantola, Kuitunen, Sihvo, Salo 2005; Leppälä 2010a.) Intubaatioputken cuffi voi olla liian tyhjä, jolloin liman aspiroimisen riski keuhkoihin kasvaa (Leppälä & Larmila 2010). Intubointaessa ja ekstubointaessa potilaalle voi kehittyä kurkunpään spasmi eli laryngospasmi. (Leppälä 2010a; Koivuranta, Leutola & Ala-Kokko 2002). Tällöin kurkunpää sulkeutuu eikä intubaatioputken laittaminen enää onnistu. Myös potilaan hapettuminen huononee: spasmin vuoksi ilmatie ei ole enää vapaa. Intubaatioputki voi myös laitton aikana luiskahtaa liian syvälle henkitorveen ja oikeaan pääkeuhkoputkeen tai puhkaista henkitorven. Pitkittänyt intubointi voi aiheuttaa hapenpuutetta. Intubaatioputki voi luiskahtaa ulos hoidon aikana tai se voi mennä tukkoon. (Leppälä 2010a.)

Hoitotoimenpiteiden suorittamisen yhteydessä varmistetaan, ettei intubaatioputki luiskahda pois paikaltaan tai hengityskoneen putki irtoa intubaatioputkesta esimerkiksi asennon vaihtojen yhteydessä. (Leppälä & Larmila 2010.) Intubaatioputken paikallaan pysyminen varmistetaan säännöllisesti vähintään kerran vuorossa, imujen jälkeen ja epäiltäessä, että sen luiskahtaminen pois paikaltaan on voinut olla mahdollista (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö). Intubaatioputken paikka (oikea tai vasen suupieli) ja syvyys (mitta-asteikosta hammasrivistön kohdalta) merkitään potilaan potilastietojärjestelmään (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö; Larmila & Leppälä 2010). Liian aikaista ekstubointia eli intubaatioputken poistumista paikaltaan ehkäistään kiinnittämällä putki asianmukaisesti ja huolehtimalla riittävästä kivunhoidosta ja sedaatiosta. (Pulliainen ym. 2010; Siirilä & Soini 2009, 11-12. ) Intubaatioputken luiskahtaminen paikaltaan voi vaurioittaa äänihuulia tai tehdä hengityskoneella annettavan mekaanisen ventilaation tehottomaksi (Leppälä & Larmila 2010). Intubaatioputken kiinnitykseen käytetyt teipit vaihdetaan säännöllisesti infektioriskin minimoimiseksi. Teippien vaihdon aikana varmistetaan, että intubaatioputki ei luiskahda paikaltaan ollessaan ilman kiinnitystä. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö.)

Hengityskonehoidon komplikaatioihin liittyy keskeisesti myös keuhkokuume VAP (Ventilator Associated Pneumonia). Hengityskonehoito huonontaa potilaan elimistön puolustusmekanismeja. Intubaatioputki ja kontaminoitunut imukatetri vievät mikrobeja alempiin hengitysteihin. Liman tai mahansisällön aspiroiminen hengitysteihin sekä huonosti kostutettu hengitysilma edesauttavat VAPin kehittymistä. VAP kehittyy osalle intuboiduista hengityskonehoitoa saavista potilaista aikaisintaan 48 tunnin kuluttua intubaatiosta. (Pulliainen ym. 2010).

Hengityskonehoidon aikana tapahtuvia komplikaatioita ja VAPin kehittymistä voidaan estää ja vähentää usein eri hoitotyön keinoin (Pulliainen ym. 2010). Hengityskonehoitoa saavalle potilaalle asetetaan nenä- tai suu-mahaletku vatsansisällön aspiroimisen ehkäisemiseksi. Kallonpohjamurtuman saaneille potilaille tai kallonpohjamurtumaa epäiltäessä potilaalle laitetaan suu-mahaletku nenä-mahaletkun sijaan, sillä kallonpohjamurtuman vuoksi nenä-mahaletku voi ohjautua aivokudokseen. (Saastamoinen 2010b; 2006.) Aspiraatiota hengityskonehoidon aikana ehkäisee potilaan päädyn pitäminen 30 asteen kohoasennossa, kohonneesta kallon sisäisestä paineesta kärsivien potilaiden ylävartalo pidetään 15-30 asteen kohoasennossa. (Pulliainen ym. 2010; Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 48.) Mahahaavojen ennaltaehkäisemiseksi aloitetaan vatsansuojälääkitys. Nenä- tai suu-mahaletkun paikallaanolo tarkastetaan joka vuorossa ja seurataan vatsan sisällön retention määrää sekä vatsan toimintaa, jotta mahalaukku ei pääse ylivenyttymään. Myös ravitsemusletku on infektioriski ja sen tarvetta arvioidaan säännöllisesti. Intubaatioputken cuffin paine tarkastetaan säännöllisesti kerran vuorossa ja ennen imuja. Riittävä cuffin paine on 20 - 35 cmH<sub>2</sub>O. (Lehtonen 2011, 45; Pulliainen ym. 2010; Siirilä & Soini 2009, 11-12. ) Hyvä käsihygienia ja asentohoitoon kuuluvat säännölliset asennon vaihdokset estävät infektioiden syntymistä ja keuhkorakkuloiden kasaan painumista eli atelektaasia. (Lehtonen 2011, 45.) Intuboiduille potilaille voidaan valita subgloottisella imukanavalla varustettu intubaatioputki. Tällöin putkeen on rakennettu ylimääräinen ontelo, jonka kautta cuffin päälle kertynyttä limaa voidaan aspiroida pois ja näin ehkäistä potilaan aspirointia cuffia tyhjäyttäessä. (Lehtonen 2011, 45; Leppälä & Larmila 2010.)

Yhtenäiset suositukset ja ohjeistukset hengityskonehoitoa saavan potilaan suunhoidon toteuttamiseen vähentävät VAPin kehittymisen riskiä tehokkaasti (Olsbo-Nurminen 2012, 18). HUSin intuboidun potilaan suunhoidon ohjeistuksen mukaan ennen suunhoidon aloittamista intubaatioputken cuffin paine tarkastetaan ja suuontelosta, ylänielusta sekä cuffin päältä imetään sinne mahdollisesti kertynyt lima. Suunhoitoa edeltävästi potilaalle annetaan tarvittaessa kipulääkettä tai sedatoivaa lääkettä. TVO:lla suunhoidon toteuttaa mahdollisuuksien mukaan kaksi hoitajaa, kun potilaan tajunnantaso on alentunut tai hänellä on nielemisongelmia. Ennen suunhoitoa hoitajat suojautuvat mahdollisilta roiskeilta ja suojaavat potilaan silmät ja suun ulkopuolelle jäävän osan intubaatioputkesta selluloosalla. Kieli, limakalvot, intubaatioputki ja hampaat puhdistetaan mekaanisesti kahden - neljän tunnin välein. Hampaat ja intubaatioputki harjataan klooriheksidiinigeeliin kostutetulla pehmeällä hammasharjalla, suun limakalvot ja kieli puhdistetaan klooriheksidiinisuveteen kostutetulla superlonitikulla. Lopuksi suu huuhdellaan vedellä, suun limakalvot voidellaan kostutusgeelillä ja huulet rasvataan. Tarvittaessa suunhoidon apuna voi käyttää purentasuojaa tai suupeiliä. (Aarnio ym. 2011.) Intuboidun potilaan suupielet tarkastetaan suunhoidon yhteydessä ja mikäli intubaatioputki on hangannut tai rikkonut suupieltä, sen paikkaa vaihdetaan toiselle puolelle. Myös suuontelo tarkastetaan mahdollisten infektioiden merkkien



varalta. (Leppälä 2010c.) Hammastahnaa ei tule käyttää, sillä sen poishuhtominen on hankalaa ja näin aspiraation mahdollisuus kasvaa. Aseptisellä työskentelyllä vähennetään mikrobien kontaminaatiota intubaatioputkeen ja imukatetriin. (Leppälä 2010c: Lehtonen 2011, 45; Pulliainen ym. 2010.)

Intubaatioputki ja sedaatio estävät normaalin yskimisen ja sitä kautta tapahtuvan keuhkojen normaalin puhdistumisen. Keinoilmatie estää nenä-nielun normaalisti hoitaman sisäänhengitysilman kostuttamisen ja lämmittämisen. Kostuttamaton ja lämmittämätön ilma karstoittaa intubaatioputken, sitkistää hengitysteiden limaa, aiheuttaa atelektaaseja ja huonontaa hengitysteiden värekarvojen toimintaa. Huonosti kostutettu hengitysilma altistaa infektioille ja voi sitä kautta pidentää tehohoidon kestoa. (Vuori & Ylitalo-Liukkonen 2010a, 220.)

Hengitysilmaa voidaan kostuttaa erilaisilla aktiivi- ja passiivikostuttimilla ja kosteuslämpövaihtimilla ("keinonenillä"). Lääketieteellisesti paras vaihtoehto yli vuorokauden hengityskonehoitoa tarvitsevien intuboitujen potilaiden hengitysilman kostuttamiseksi on aktiivinen lämmin höyrykostutus, joka toteutetaan hengityskoneeseen liitettävällä hengitysilman lämmittäjällä ja kostuttajalla. Aktiivinen lämmin höyrykostutus höyrystää kostutukseen käytetyn, hengitysteihin kulkeutuvan steriilin veden. Vesihöyryn mukana mikrobit eivät kulkeudu hengitysteihin, toisin kuin vesipisaroiden mukana. Optimaalinen sisäänhengitysilman lämpötila on 37-astetta. Tähän lämpötilaan lämmitetty vesihöyry ei vaaranna potilaan lämpötasapainoa ja höyry pääsee kulkeutumaan alveolitasolle asti. Koko hengitysteiden riittävä kosteus kurkunpäästä alveolitasolle on edellytyksenä värekarvojen toiminnalle liman ja mikrobien poistamiseksi hengitysteistä. Lämmitetty letkusto estää veden pääsemisen hengitysteihin muuttamalla sen hengitettäväksi höyryksi. Letkustoon tiivistynyt vesi voi aiheuttaa infektioita tai muodostaa vesilukon, josta on haittaa potilaan hengittämiselle. (Leppälä & Larmila 2010; Vuori & Ylitalo-Laukkonen 2010b, 135-140.) Hengityskoneissa on myös oma suodatin, joka suodattaa sisäänhengitysilmaasta bakteereita ja mallista riippuen myös lämmittää sisäänhengitysilmaa. Suodatin vaihdetaan kerran vuorokaudessa. (Leppälä & Larmila 2010.)

Neurokirurgian klinikan TVO:lla aktiivinen lämmin höyrykostutus tulisi olla käytössä potilailla, joilla on vaikea hengitysvajaus, muu keuhkosairaus tai jos hengityskonehoito kestää yli viikon. Alle viikon hengityskonehoitoa saavien potilaiden hoidossa on käytössä aktiivihilisuodatin, joka säästää hengityskoneen letkustoon kosteutta. Aktiivihilisuodatin vaihdetaan kerran vuorokaudessa, tavallisimmin aamuvuoron aikana. (Kotila 2014.)

Intubaatioputken tukkeutumista ja aspiraatiota ehkäistään imemällä limaa suusta, ylänielusta ja intubaatioputkesta (Siirilä & Soini 2009, 11). Yskiminen, rohiseva hengitys ja

happisaturaation lasku kertovat liman kertymisestä hengitysteihin. Tajuttoman potilaan ylähengitystiet puhdistetaan limasta imulla rutiinisti. (Leppälä 2010b.) Neurokirurgian klinikan TVO:lla hengitysteiden imeminen tapahtuu suljetun imujärjestelmän avulla (Kotila 2013). Suljetun imun käytön etu on sen hygieenisyyden lisäksi mahdollisuus imeä limaa ilman, että potilasta täytyy hetkeksikään irrottaa hengityskoneesta (Leppälä 2010b.) Suljettu imujärjestelmä vaihdetaan vähintään 48 tunnin välein (Salonen ym. 2012).

Hoitaja valmistautuu hengitysteiden imemiseen varaamalla itselleen toimenpiteeseen tehdaspuhtaat käsiin, suu-nenäsuojuksen, silmäsuojuksen ja kertakäyttöesiliinan. Infektioiden torjumiseksi potilaan silmät, kanyylien juuret, letkustojen kolmitiehanat ja haavat suojataan esimerkiksi puuvanulla. Potilaan vointia tarkkaillaan koko imutapahtuman ajan, mm. häiriöt sykkeessä ja sydämen rytmissä ovat mahdollisia imun aiheuttaman varushermoärsytyksen vuoksi. (Leppälä 2010b).

Ennen hengitysteiden imemistä potilasta esihapetetaan minuutti ja imun jälkeen jälkihapetetaan 10 sekuntia 100 -prosenttisella hapella (Siirilä & Soini 2009, 11). Ennen imemistä intubaatioputki voidaan kostuttaa 0,5 - 1 millilitralla 0,9 -prosenttista keittosuolaa (Vuori & Ylitalo-Laukkonen 2010). Kostutusta on käytettävä harkiten, sillä se voi aiheuttaa atelektaasia tai edistää infektioiden syntyä hengitysteissä. Imukatetrin läpimitta saa olla korkeintaan puolet intubaatioputken läpimitasta. (Leppälä 2010b). Yksi imukerta saa kestää korkeintaan kolme sekuntia ja imukertoja saa olla korkeintaan kolme per imukerta. Imu tapahtuu korkeintaan intubaatioputken pituudelta + yksi senttimetri imukatetria ulos vedettäessä. Imukatetrin paine tarkastetaan ennen imujen suorittamista. Suusta ja nielusta imettäessä se saa olla korkeintaan -10 Kpa, intubaatioputkesta imettäessä paine saa olla alle - 20 kPa. Imupaine tarkastetaan laittamalla imuletkun pää esimerkiksi kämmenelle imulaitteen ollessa kytkettynä päälle. (Leppälä 2010b; Siirilä & Soini 2009, 11; Salonen ym. 2012.)

Hengitysteitä imettäessä otetaan huomioon imusta aiheutuva kallonsisäisen paineen kohoaminen (Saastamoinen 2010b). Muita imusta aiheutuvia komplikaatioita voivat olla mm. vauriot hengitysteiden limakalvoilla, verenpaineen ja pulssin nouseminen sekä liian pitkän tai liian suurella imupaineella tehdyn imutapahtuman aiheuttamat atelektaasit. Liian kovakourainen imukatetrin sisään vieminen voi aiheuttaa verenvuotoa, keuhkotorven vauriota, keuhkokudoksen perforaatiota ja jopa ilmarinnan. (Leppälä 2010b.)

Tehohoitopotilaiden riski saada laskimotukos on vuodeosastopotilaita suurempi. Itse tehohoitoon johtanut sairaus on laskimotukoksen keskeinen riskitekijä ja tehohoidossa etenkin trauma- ja neurokirurgisilla potilailla laskimotukosvaara on suurin. Laskimotukokselle altistavia tekijöitä ovat mm. sepsis, tehohoidon vaatimien lääkitysten (rauhottavat lääkkeet, lihasrelaksantit) aiheuttama liikkumattomuus, keskuslaskimokatetri, sydämen vajaatoiminta,

huonontunut hengitystyö ja hengityskonehoito. Alaraajojen laskimotukokset ovat useimmiten syynä tehohoitopotilaan saamalle keuhkoveritulpalle. Hengityskonehoitoa saavan potilaan äkillisen hypotension, hypoksian tai takykardian syynä voi olla keuhkoveritulppa, joka voi lisäksi pitkittää hengityskoneesta vieroittumista. (Kuitunen 2008, 58-59.)

Laskimotukoksia voidaan ehkäistä pienimolekyylisen hepariinin avulla, mutta neurokirurgisten potilaiden kohdalla huomioidaan sen käytön myötä lisääntyvä vuotoriski erityisesti aivojen alueella (Inhospital Severe TBI Guidelines, 2010). Suuren vuotoriskin potilailla käytetään ensisijaisesti mekaanisia laskimotukoksen ehkäisykeinoja ja kun vuotovaara pienenee, voidaan siirtyä lääkkeelliseen tromboosiprofylaksiaan. Mekaanisia keinoja ehkäistä laskimotukoksia ovat mm. antiemboliasukat ja jalkaterien laskimopumput. (Kuitunen 2008, 60-61.) Mekaaniset ehkäisykeinot eivät nosta kallonsisäistä painetta tai verenpainetta. (Inhospital severe TBI Guidelines, 2010.) Asento- ja liikehoidot aloitetaan heti, kun potilaan vointi sen sallii (Siirilä & Soini 2009, 11). Tällä ehkäistään liikkumattomuudesta aiheutuvia laskimotukoksia ja edistetään kuntoutumista (Kuitunen 2008, 58; Siirilä & Soini 2009, 11).

Hengityskonehoitoa saavien potilaiden laskimotukoksia ehkäistään käyttämällä potilailla jalkaterien laskimopumppuja kun siihen ei ole estettä, kuten traumaaja alaraajojen alueella (Inhospital Severe TBI Guidelines 2010: Siirilä & Soini 2009, 11.) Laskimopumput edistävät alaraajojen ääreisverenkierron laskimopaluuta ehkäisten näin laskimotukoksia. (Kuitunen 2008, 60.) Laskimotukoksia ehkäisevä lääkitys aloitetaan hengityskoneessa olevalle potilaalle mahdollisimman pian, sillä se on tehokkain keino ehkäistä laskimotukoksia. (Kuitunen 2008, 59; Siirilä & Soini 2009, 11.) Lääkkeellistä ja mekaanista profylaksiaa voidaan käyttää myös yhtä aikaa, mikäli potilaalla on erityisen suuri riski laskimotukoksen saamiseen. (Kuitunen 2008, 61.)

#### 1.3.5 Hengityskoneesta vieroittaminen ja ekstubaatio

Invasiivisen hengityskonehoidon tarvetta arvioidaan päivittäin jo hoidon alusta asti. Tehohoitopotilaiden hengityskonehoidon ajasta jopa 40 prosenttia voi kulua hengityskoneesta vieroittautumiseen. (Varpula & Pettilä 2006, 952.) Hengityskonehoidon tarvetta arvioidaan päivittäin ja hengityskoneesta vieroittuminen voidaan aloittaa, kun perustauti ja kaasujenvaihtohäiriö ovat korjaantuneet niin, että hengityskoneen antamaa tukea hengitykselle voidaan vähentää. (Varpula & Valta 2003, 1539.) Vieroittaminen edellyttää lisäksi riittävää tajunnantaso (GCS > 10), hyvin turvattua ilmatietä ilman intubaatioputkea, riittävää hapettumista eli SpO<sub>2</sub> 92 % tai enemmän, kun hengityskoneeseen asetettu happiprosentti 40 tai alle, normaaleja vitaaliarvoja ja riittävää keskiverenpainetta (MAP 60 tai enemmän korkeintaan pienen lääkityksen tuella). Potilaan täytyy myös pystyä yskimään

hyvin ja hengitysteiden eritteiden määrä saa olla korkeintaan siedettävä. Vieroittaminen voidaan aloittaa, kun hengityskoneen säätöjä on pienennetty asteittain seuraavanlaisesti:

- PEEP on alle 8 cmH<sub>2</sub>O
- painetuki (PS) on 8 tai alle
- Säädetty hengitysfrekvenssi on 6 kertaa minuutissa tai sen alle tai minuuttiventilaatio on alle 10 kertaa minuutissa (Siirilä & Soini 2009, 11.)

Samanaikaisesti potilasta vieroitetaan myös hengityskonehoidon vaatimista sedatiiveista ja kipulääkkeistä. Tavallisesti vieroittaminen aloitetaan vähentämällä hengityskoneen antamaa ventilaatiotukea asteittain, jotta potilaan oma spontaani hengittäminen mahdollistuu. Spontaanin hengityksen aikana käytetään ainakin pientä CPAP-tasoa. Vieroittamista voidaan toteuttaa esimerkiksi kerran päivässä puolen - kahden tunnin mittaisen aikana, jonka jälkeen arvioidaan potilaan hapettumista ja ventiloitumista ja joko jatketaan hengityskonehoitoa tai ekstuboidaan potilas, mikäli hapettuminen ja ventiloituminen on riittävää spontaanihengityksellä. (Varpula & Valta 2003, 1539-1540.) Epäonnistuneesta vieroituksesta kertovat hengityksen apulihasten käyttö, hengitysfrekvenssin nouseminen, huonontunut happeutuminen ja haitalliset muutokset verenkierrossa. Katso lisäksi taulukko 7. (Uusaro & Ruokonen 2010, 44.)

Epäonnistuneen hengityskoneesta vieroittumisen merkit	
Noussut hengitysfrekvenssi	30-35/min
Lisääntynyt hengitystyö	Apuhengityslihakset käytössä, epänormaali pallealiike
Huonontunut happeutuminen	SpO <sub>2</sub> < 90 %
Huono verenkiertovaste	Rytmihäiriöt, sykkeen nousu, hypertensio, agitaatio, sekavuus

Taulukko 7: Hengityskoneesta vieroittautuminen. (Uusaro & Ruokonen 2010, 44.)

Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosastolla kokenut sairaanhoitaja voi aloittaa potilaan hengityskoneesta vieroittelun säätämällä itsenäisesti anestesia lääkäriin ohjeiden mukaisesti hengityskoneeseen asetettua hengitysfrekvenssiä seuraten samalla potilaan EtCO<sub>2</sub> -arvoa. Hengitysfrekvenssiä laskemalla pyritään saamaan potilas hengittämään spontaanisti CPAP-moodissa, jonka sairaanhoitaja vaihtaa päälle SIMV-VC -moodista. Mikäli vieroittaminen ei onnistu tai potilas väsähtää CPAP-moodin vaatimasta spontaanista hengitystyöstä, sairaanhoitaja voi itsenäisesti vaihtaa hengityskonemoodin takaisin tilaan SIMV-VC. (Kotila 2014.)

Potilaan ekstubaatioon valmistaudutaan kun hengityskoneesta vieroittautuminen on onnistunut, potilas on hyvin hereillä ja yhteistyökykyinen. Mikäli potilaalla on nenä- tai suu-mahaletku, maha tyhjenetään ekstubaatiota edeltävästi mahansisällön aspiraation ehkäisemiseksi. Potilaalle kerrotaan, miten intubaatioputki poistetaan sekä siitä, että hengitys voi aluksi tuntua raskaalta sekä kurkku voi olla kipeä ja ääni käheä intubaatioputken vuoksi. Potilaan on tärkeä tietää, että hoitaja on läsnä jatkuvasti ekstubaation jälkeen ja seuraa potilaan vointia. Ekstubaatiota varten sairaanhoitaja varaa intubaatiovälineet, mikäli spontaani hengitys ei onnistukaan. Lisäksi varataan potilaalle happiviikset tai -naamari lisähapen antamiseksi potilaan tarpeen mukaan. Potilas on ekstubaatiota varten puoli-istuvassa asennossa tai yli 30 asteen kohoasennossa. Hengitystiet imetään edeltävästi puhtaiksi limasta. Putken kiinnitysteipit otetaan pois ja intubaatioputken cuffi tyhjenetään ruiskulla. Tämän jälkeen intubaatioputki poistetaan rauhallisesti ja potilaalle laitetaan heti happilisa. Potilaan on hyvä yskäistä hengitystiet puhtaiksi siellä mahdollisesti olevasta limasta ja hengittää syvään muutaman kerran. (Leppälä 2010d.)

Ekstubaation jälkeen sairaanhoitaja seuraa potilaan happisaturaatiota, hengitysvälikkeitä, hengitysfrekvenssiä ja hengitysääniä. Verikaasuanalyysi tarkastetaan tunnin kuluttua ekstubaatiosta. Hengitystä voidaan tarvittaessa tukea noninvasiivisesti ja potilasta ohjataan toteuttamaan vastapainepuhalluksia kerran tunnissa tai tarvittaessa useammin. (Leppälä 2010d.) Ekstubaation yhteydessä on tärkeä muistaa, että toimenpide ärsyttää kurkunpäättä ja voi näin aiheuttaa laryngospasmin eli kurkunpääspasmin. Tavallisesti spasmi saadaan laukeamaan maski-paljeventilaation avulla. (Koivuranta ym. 2002.)

### 1.3.6 Potilaan ja omaisten ohjaus ja tukeminen

Tehohoidossa olevan potilaan omaisten kohtaamisessa korostuu kriittisen sairastumisen omaisille aiheuttama kriisi. Tehohoidon aikana omaiset ja potilas ovat yleensä kriisin shokki- tai reaktiovaiheessa, jolloin tiedon vastaanottokyky on huono. Omaiset ja potilas odottavat sairaanhoitajalta realistista toivon antamista, turvallisuuden tunteen luomista ja rehellistä tiedon saamista potilaan hoidosta ja ennusteesta, mielipiteiden kuuntelemista sekä potilaan edun mukaista inhimillistä ja ammattitaitoista hoitoa. Tajuttomallekin potilaalle kerrotaan tehtävistä toimenpiteistä. Omaisille ja potilaalle kerrotaan hoitoon liittyvistä asioista empaattisesti ja selkokielellä keskusteluun ja kysymyksiin kannustaen. (Kaarola 2011, 38-39.)

Tehohoidossa olevan potilaan ja sairaanhoitajan välisessä suhteessa korostuu voimakkaasti potilaan riippuvuus sairaanhoitajasta fyysisten, psyykkisten ja sosiaalisten rajoitusten vuoksi. Näitä rajoituksia aiheuttaa mm. lääkityksestä tai sairaudesta aiheutuvat tajunnantason muutokset, vartalossa kiinni olevat hoito- ja tarkkailulaitteet, kipu ja omaisten rajatut mahdollisuudet olla potilaan luona. (Leino-Kilpi 2010, 240-241.) Sairanhoitaja toimii

tehohoitopotilaan puolestapuhujana ja puolustajana huolehtien potilaan fyysisistä, psyykkisistä ja sosiaalisista tarpeista sekä laillisista oikeuksista. Potilaan tukeminen ja tämän tulkina toimiminen korostuu esimerkiksi silloin, kun potilas on kykenemätön ilmaisemaan itseään sanallisesti hengityskonehoidon vuoksi. Sairaanhoitaja arvioi potilaan kokonaistilanteen ja tiedottaa potilaan äkillisistä voimien muutoksista muille hoitoon osallistuville tahoille. Hoitaja puhuu potilaan puolesta tämän ollessa esimerkiksi väsynyt tai sekava ja puolustaa potilaan itsemääräämisoikeutta. (Peltonen 2008, 10,12) Tehohoitotyö vaatii ammatillisen pätevyyden lisäksi erityisesti eettistä näkökulmaa hoitotyöhön, jotta potilaan riippuvuus sairaanhoitajasta ei luo hoitosuhteeseen potilaan oikeuksia loukkaavia tai väheksyviä, holhoavia hoitokäytäntöjä. (Leino-Kilpi 2010, 240.)

Tehohoitopotilaan omaisten näkökulman huomioiminen hoitotyössä korostuu omaisten kokemukset, tarpeet ja selviytyminen. Omaisten kokemukset perheenjäsenen tehohoidosta ovat luonteeltaan positiivisia ja negatiivisia. Esimerkiksi hoitovälineistön näkeminen ja läheisen kohtaaminen intuboituna voi aiheuttaa omaisissa mm. vihaa, järkytystä ja syyllisyyttä. Muiden perheenjäsenten keskinäisten välien vahvistuminen omaisen kriittisen sairastumisen vuoksi ja tunne siitä, että selviytyy tehohoidossa olevan potilaan omaisena auttaa omaista jaksamaan. Omainen haluaa olla vahva ja valppaasti tarkkailla omaisensa tilan vakiintumista vierailujensa aikana. Omaisten tarpeita tehohoidon aikana on johdonmukaisen ja realistisen tiedon antamisen lisäksi mm. läsnäolo potilaan luona, joka mahdollistaa koskettamalla ja puhumalla potilaan rauhoittamisen. Omainen pyrkii usein suojelemaan tehohoidossa olevaa läheistään tunnereaktioilta ja turvaamaan tämän arvokkuutta mm. eritteitä poistamalla. Omaiset käyttävät tehohoidon aiheuttamasta kriisistä selviytymiseen monia selviytymiskeinoja, joista sosiaalisen tuen saaminen ja käyttö on keskeinen selviytymistä edistävä tekijä. Sosiaalinen tuki on omasta elämäntilanteesta puhumista perheenjäsenen, ystävän tai sosiaalityöntekijän kanssa. (Koponen, Mattila, Häggman-Laitila 2008, 7-9.)

Sairaanhoitaja voi tukea omaisen selviytymistä tukemalla perheen keskinäistä ja hoitohenkilökunnan sekä perheen välistä vuorovaikutusta. Sosiaalisen tuen tarpeessa ovat erityisesti ne perheenjäsenet, joiden on hankala ottaa tukea vastaan tai sitä ei ole saatavilla muualta. Hoitoon voi luoda perhemyönteistä ilmapiiriä tutustuttamalla omaiset läheisensä hoitoympäristöön ja mahdollisuuksien mukaan osallistaa omaisia läheisensä hoitoon. (Koponen ym. 2008, 9,11) Hengityskoneessa olevan potilaan kanssa sovitaan kommunikoinnissa käytettävät nonverbaalisen viestinnän keinot ja hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan erilaisia kommunikoinnin apuvälineitä (Hengityslaitehoitoa toteuttavan sairaanhoitajan osaamisen laatuksiterit).

### 1.3.7 Hoidon kirjaaminen potilastietojärjestelmään

Hoitotyön kirjaamista ohjaa keskeisesti lainsäädäntö. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus potilasasiakirjoista määrittelee hoitotyön kirjaamisen sisällön. Potilastietojärjestelmään kirjataan kaikki hoidon suunnittelemiseen, järjestämiseen, toteuttamiseen ja seurantaan liittyvät tiedot hyvän hoidon takaamiseksi. Kirjaaminen tehdään yleisesti tunnettuja ja hyväksytyjä käsitteitä ja lyhenteitä käyttäen selkeästi ja ymmärrettävästi. Potilaan hoitotiedoista on löydyttävä kaikki potilaan hoitoon keskeisesti liittyvät tiedot. Potilaan tietoihin kirjataan mm. tehdyt hoitotoimenpiteet ja kuvaus siitä, miten hoitoa on toteutettu ja onko hoidon aikana ilmennyt jotain erityistä. Potilastietoihin kirjataan lisäksi millaisia ratkaisuja hoitotyössä on tehty. (298/2009.)

Kuten hoitotyönkin, myös hoitotyön kirjaamisen tulisi perustua näyttöön. Näyttöön perustuvalla kirjaamisella pyritään mm. karsimaan hoitotyöstä tehottomat tai vailla tieteellistä pohjaa olevat auttamiskeinot, pääsemään eroon epätarkasta, suullisesta ja muistin varaan pohjautuvasta tiedottamisesta ja kohdistamaan hoitotyön voimavarat oikein ja taloudellisesti. (Hallila 2005, 10, 13.) Potilaan hoitokertomus rakentuu sähköisessä potilastietojärjestelmässä hoitotyön suunnittelusta, sen toteuttamisesta, hoidon seurannasta ja sen arvioinnista. Kirjaamisen rakenteen pohjana on Maailman terveysjärjestön (WHO) päätöksenteon prosessimalli. Rakenteellisen kirjaamisen rinnalla käytetään lisäksi narratiivista tapaa, jossa potilaan hoidosta kirjataan vapaalla kertovalla tekstillä. Hoitotyön systemaattisella kirjaamisella tarkoitetaan potilaan hoidon kuvaamista potilaskertomusjärjestelmään niin, että kirjausten sisältö (mitä kirjataan) ja kirjaamisen rakenne (miten kirjataan) on yhteisesti sovittu. (Saranto & Sonninen 2007, 12-14.)

Neurokirurgian klinikan TVO:lla on käytössä potilastietojärjestelmänä Critical Care Manager® teho- ja anestesiajärjestelmä. Potilaaseen liitetyt monitorointijärjestelmän mittaamat tiedot siirtyvät osittain automaattisesti ohjelmaan, jonne sairaanhoitaja kirjaa lisäksi manuaalisesti yhteisesti sovitut tiedot. Intuboidun hengityskonehoidossa olevan potilaan hoitotiedoista osa kirjautuu automaattisesti Critical Care Manager® järjestelmään, johon on kytketty potilaan elintoimintoja monitoroivia laitteita. Hengityskoneesta automaattisesti potilastietoihin siirtyvät tiedot ovat hengityskoneen säädöt: hengityksen kertatilavuus, hengitysmalli, PEEP:n arvo ja FiO<sub>2</sub>. Monitorin kautta tietoihin siirtyy lisäksi hengitysfrekvenssi. Sairanhoitaja tarkastaa kerran tunnissa, että tiedot tallentuvat ja mikäli automaattinen kirjaaminen ei toimi, täydentää tiedot manuaalisesti. Manuaalisesti vähintään kerran vuorossa kirjataan ylös potilaan hengitysänten kuunteleminen ja millaiset ne ovat, asennon vaihtaminen, limaimut ja eritteen laatu, intubaatioputken syvyys hammasrivistöstä ja se suupieli, jossa intubaatioputki on. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö.) Ravitsemusletkun paikallaanolon ja intubaatioputken cuffin paineen tarkastus, vatsan sisällön

retention määrä, hengityskoneen letkustojen, suljetun imujärjestelmän ja hengityskoneen suodattimen vaihto kirjataan potilastietojärjestelmään. (Lehtonen 2011, 45.) Systemaattinen hoitotietojen kirjaaminen parantaa hoidon jatkuvuutta ja potilasturvallisuutta sekä turvaa hoidon toteutumisen ja seurannan. Huolellisella kirjaamisella hoitaja turvaa niin omat kuin potilaankin oikeudet myös oikeusturvallisesta näkökulmasta. (Tanttu 2007, 129.)

#### 1.4 Sairaanhoitajan ammatillinen pätevyys tehohoitotyössä

Tehohoito on Suomen Tehohoitoyhdistyksen eettisten ohjeiden mukaan ”...vaikeasti sairaiden potilaiden hoitoa, jossa potilasta tarkkaillaan keskeytymättä ja hänen elintoimintojaan valvotaan ja tarvittaessa pidetään yllä erityislaitteilla” (1997, 3). Tehohoitoa toteutetaan teho-osastoilla, joihin on keskitetty elintärkeiden elintoimintojen valvonnan ja ylläpitämisen edellyttämä henkilöstö, teknologia ja osaaminen. Hoidon tavoitteena on estämällä ja torjumalla hengenvaara voittaa aikaa perussairauden hoitamiseen. (Hynynen, Kalso, Kujola, Takkunen 2006, 31.)

Tehohoito-osastolla työskentelevän sairaanhoitajan välittömästi hoitoon liittyvä työ on elintoimintojen tarkkailua, hoito- ja tutkimustoimenpiteiden suorittamista, lääke- ja nestehoidon toteuttamista sekä potilaan ja omaisten ohjausta ja tukemista. Potilaan hoitotyötä koskevia päätöksiä tehdään itsenäisesti ammatillisen pätevyyden kasvaessa enenevässä määrin. (Luotola, Koivula, Munnukka & Åstedt-Kurki 2013, 234.) Sairaanhoitaja toimii myös potilaan edustajana. Tehosairaanhoitajan vastuulle kuuluu tiedottaa potilaan voinnissa tapahtuvista muutoksista omaisille ja potilaan hoitoon osallistuvalla moniammatilliselle tiimille, joka koostuu mm. lääkäreistä, fysioterapeuteista, hoitotyöntekijöistä ja röntgenhoitajista. Sairaanhoitaja antaa tietoa omaisille myös erilaisista tehtävistä toimenpiteistä ja kuntoutuksesta sekä hoidon tarkoituksesta ja tavoitteista. (Peltonen & Suominen 2008, 12.)

Tehohoito on kuormittavaa ja stressaavaa niin potilaille, heidän omaisille kuin sairaanhoitajallekin (Kaarlola 2011, 38). Kriittinen sairaus voi aiheuttaa kuolemanpelkoa ja ahdistusta (Ala-Kokko & Kentala 2006, 954) ja teho-osasto ympäristönä saattaa aiheuttaa potilaassa rauhattomuutta ja sekavuutta. Melu, ympärivuorokautinen valaistus, kyvyttömyys liikkua, erilaiset kaapelit ja letkut, mittaukset, kipu, alentunut tajunnantaso sekä intuboinnin aiheuttama puhekyvyttömyys voidaan kokea epämiellyttävänä, ahdistavana ja pelottavana. (Salmenperä & Tuli 2002, 246; Meriläinen 2012, 25, 31-32.) Tehohoidossa käytettävät tekniset apuvälineet vievät tilaa jo ahtaissa potilaspaikoissa. Ahtaat fyysiset tilat aiheuttavat haasteita potilaan yksityisyyden kunnioittamiselle, hoidon toteuttamiselle, turvallisuudelle ja työergonomialle. (Meriläinen 2012, 69.)



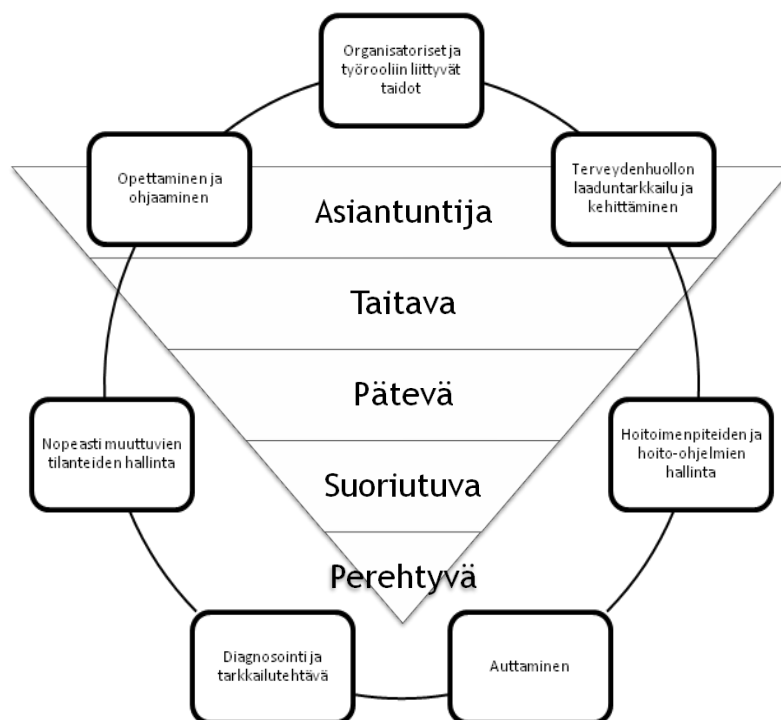
Sairaanhoitajan ammatillista pätevyyttä tehohoitotyössä on tutkittu maailmanlaajuisesti vähän ja se on kirjallisuudessa harvoin tarkasti määritelty käsite. Osaamisen tutkiminen on hyödyllistä niin ammatillisen kehittymisen, hallinnon, hoitotyön koulutuksen kuin hoitotieteellisenkin tutkimuksen näkökulmasta (Ääri 2008, 47.) Tehohoidossa työskentelevien sairaanhoitajien osaamisella on vaikutusta tehohoitotyön onnistumiseen. (Luotola ym. 2013, 234). Ammattitaito ja päivitettyjen hoitokäytänteiden toteutus muiden seikkojen ohella edistävät turvallista ja kestoaltaan lyhyttä tehohoitoa. (Kaarola 2011, 38). Sairaanhoitajan ammatillinen pätevyys tehohoitotyössä voidaan määritellä esimerkiksi hoitajan kyvyksi hallita yksittäisiä ammatillisia sisältöalueita, joista työ koostuu (Luotola ym. 2013, 234).

Luotola ym. (2013, 240) ovat tutkineet HUSin ja Tampereen yliopistollisen sairaalan sairaanhoitajan ammatillista pätevyyttä tehohoitotyössä ja toteavat, että tehohoitotyötä tekevät sairaanhoitajat kokevat ammatillisen pätevyytensä vahvimmaksi ja tärkeimmäksi osa-alueeksi eettisyyden. Huolimatta siitä, että nykyinen tehohoito sisältää paljon uusinta teknologiaa ja lääketiedettä, on potilaan kärsimysten lievittäminen ja tämän oikeuksien ajaminen hoitotyön ydin. Seuraavina ammatillisen pätevyyden tärkeinä alueina koetaan intuitiivisuus, arvot, asenteet, äänetön ammattitaito, erityisalan tieto ja sen soveltaminen sekä itsenäisyys ja päätöksenteko. Kokemuksen myötä sairaanhoitajien erityisalatietous ja tiedon soveltaminen käytännössä paranevat. Kokemattomat sairaanhoitajat arvioivat osaamisensa merkittävästi alhaisemmaksi esimerkiksi eettisyyden, ohjaustaitojen, kommunikoinnin, yhteistyön, päätöksenteon sekä arvioinnin ja kehittämisen alueilla verrattuna yli viisi vuotta tehohoito-osastolla työskennelleisiin kollegoihin. (Luotola ym. 2013, 235, 238-240.)

Työkokemuksesta riippumattomia osaamisen alueita tehosairaanhoitajan työssä ovat tutkimuksen mukaan esimerkiksi muutoksenhallinta, arvot ja asenteet sekä näkemys tehohoito-osastolla vaadittavasta ammatillisesta pätevyydestä. Työkokemusta sairaanhoitajan työssä pidetään vähemmän tärkeänä tehohoitotyön osaamisen näkökulmasta. Tehohoitotyön vaatima erityistieto ja sen soveltaminen käytännössä nähdään tärkeänä ammatillisen pätevyyden alueena (Luotola ym. 2013, 238-241).

HUSin Neurokirurgian klinikassa on tehty laaja sairaanhoitajien osaamiskartoitus vuosina 2007-2008 Riitta Meretojan AURA-mallin pohjalta kehittämän NCS (Nurse Competence Scale) -mittarin avulla. (Kotila, Salmenperä & Meretoja 2009.) HUSilla on käytössään sairaanhoitajan ammattiuramalli (AURA), jonka avulla sairaanhoitaja arvioi ammatillista kehittymistä ja pätevyyttä työssään. Lisäksi se on työkalu, jonka avulla esimies voi tukea alaistensa ammatillista kehittymistä. AURA -malli jakaa hoitotyön osaamisen seitsemään eri alueeseen, joita ovat auttaminen, opettaminen ja ohjaaminen, diagnosointi ja tarkkailutehtävä, nopeasti muuttuvien tilanteiden hallinta, hoitotoimenpiteiden ja hoito-ohjelmien hallinta,

terveydenhuollon laaduntarkkailu ja kehittäminen sekä organisatoriset ja työrooliin liittyvät taidot. Ammatillisen osaamisen katsotaan kehittyvän ammattiuran aikana viidessä vaiheessa: perehtyvä, suoriutuva, pätevä, taitava ja asiantuntija. (AURA sairaanhoitajien ammattiuramalli.)



Kuva 8: Ammattiuralla kehittyminen hoitotyön osaamisalueilla. (Koottu lähteestä AURA sairaanhoitajien ammattiuramalli.)

Osaamiskartoituksessa sairaanhoitajat ja heidän esimiehensä arvioivat sairaanhoitajien ammatillista pätevyyttä työyksikössään seitsemällä eri osa-alueella, joita ovat auttaminen, tilanteiden hallinta, tarkkaileminen, opettaminen ja ohjaaminen, työrooli ja laadunvarmistus. Tehdyssä kartoituksessa TVO:n sairaanhoitajat kokevat ammatillisen pätevyytensä vahvimaksi alueeksi tarkkailu- ja auttamistehtävän sekä tilanteiden hallinnan. Yleisesti klinikassa kehittämishaasteita nähdään esimerkiksi tutkitun tiedon hyödyntämisessä, hoitotoimien hallinnassa sekä hoitotyön kehittämishankkeiden suunnittelemisessa ja toteuttamisessa. Potilaiden hoidon on perustuttava uusimpaan tietoon ja parhaisiin toimintamalleihin, jolloin toimintaa kehitetään näyttöön perustuen. (Kotila, Salmenperä & Meretoja 2009.)

Neurokirurgian klinikan TVO:lla sairaanhoitajan hengityskonehoidon toteuttamisen osaamista kartoitetaan NCS -mittarin seitsemän osaamisen osa-alueen kautta. Laatuksiteeristö koostuu kolmesta eri tasosta: perehtyvistä (1. taso), suoriutuvasta (2. taso) ja pätevistä (3. taso).

Jokainen osaamisen taso aukaistaan kuvaamalla hengityskonehoidon toteuttamisen liittyvät osa-alueet ja niiden edellyttämät kliiniset tiedot ja taidot eri tasoilla. Alla olevassa taulukossa 8 esimerkkinä opettamisen ja ohjaamisen osa-alue.

2. OPETTAMINEN JA OHJAAMINEN		
1. Taso (perehtyvä)	2. Taso (suoriutuva)	3. Taso (pätevä)
<p>Ymmärtää hengitysvajauksen ja hengityslaittehoidon aiheuttamat rajoitteet potilaan kyvylle vastaanottaa ohjausta</p> <p>Ohjaa hengityslaittehoidossa olevaa potilasta hoitotoimenpiteissä</p> <p>Osaa ohjata ko-operoivalle potilaalle turvallisen hengityslaittehoidon toteuttamisen edellyttämät asiat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Esim. opettaa maskiventilaatiopotilasta kertomaan, jos on pahoinvointia</li> <li>➤ Ohjaa intuboidulle potilaalle keinoja ilmaista itseään</li> </ul> <p>Osaa pyytää kokeneempien kollegoiden apua vaikeammissa potilasohjaus- ja opetustilanteissa.</p>	<p>Osaa arvioida potilaan kykyä vastaanottaa opetusta ja ohjausta.</p> <p>Ohjaa hengityslaittehoitoa saavaa potilasta selkeästi ja käyttää potilaan ymmärtämää terminologiaa.</p>	<p>Valitsee opetus- ja ohjaustilanteet sekä menetelmät potilaan hengitysvajauksen vaikeusaste ja hengityslaittehoito huomioiden.</p> <p>Arvioi opettamisen ja ohjaamisen onnistumista.</p>

Taulukko 8: Hengityslaittehoitoa toteuttavan sairaanhoitajan osaamisen laatukriteerit.

Aiemmin mainitun osaamiskartoituksen pohjalta TVO:n perehdytys- ja täydennyskoulutuksia on arvioitu ja suunniteltu vastaamaan entistä paremmin sairaanhoitajien koulutustarvetta. TVO:lla sairaanhoitajien ammatillista pätevyyttä tuetaan riittävän perehdytyksen, osaamisen ylläpitämisen ja sen vahvistamisen avulla. Osastolla järjestetään uusille työntekijöille neljän - kuuden viikon mittainen perehdytysjakso ensimmäisille työviikoille. Perehdytyksen tarkoituksena on antaa muun muassa perusvalmiudet hoitaa hengityskoneessa olevaa potilasta. Noin vuoden työssäolon jälkeen sairaanhoitaja aloittaa tehovalvontaosastolla syventävän perehdytyksen, jossa käsitellään mm. neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengitykseen liittyviä ongelmia yhtenä koulutuspäivänä kuudesta vuosittain. Osastolla on

lisäksi käytössä työntekijöiden mentorointi, jonka avulla syvennetään omaa ammatillista pätevyyttä ja tuetaan uutta työntekijää kokeneemman kollegan kanssa mentorointisuhteen avulla, kun työkokemusta on kertynyt osastolla kahdesta kolmeen vuotta ja syventävä perehdytys on suoritettu. (Kotila 2013.)

## 2 PROJEKTIN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Projektin tuotoksena syntyvät suositeltavat käytänteet tulevat käyttöön Töölön sairaalan Neurokirurgian klinikan TVO:lle, jossa pääsääntöisesti kaikki pään alueen vammojen tai sairauksien vuoksi hoidossa olevat potilaat saavat vähintään osan hoitoajastaan hengityskonehoitoa. Sairaanhoitaja toteuttaa hengityskonehoitoa sekä arvioi ja kehittää hoitotyön osaamistaan AURA -mallin laatuksiteerien mukaisesti perehtyvällä, suorituvalla ja pätevällä tasolla. Yhtenäiset, näyttöön perustuvat hoitotyötä ohjaavat käytänteet laaditaan yhteistyössä työelämän asiantuntijoiden kanssa.

Projektin tarkoituksena on:

1. Laatia intuboidun hengityskonehoitoa saavan aikuispotilaan yhtenäiset hoitokäytänteet.
2. Edistää hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyön jatkuvuutta, vaikuttavuutta ja turvallisuutta.

Projektin tavoitteena on:

1. Helpottaa uusien työntekijöiden ja opiskelijoiden perehtymistä neurokirurgisen hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyöhön.
2. Tukea sairaanhoitajaa kehittämään ja ylläpitämään omaa osaamistaan hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyössä.

Suosittelavat hoitokäytänteet laaditaan keräämällä Töölön sairaalan Neurokirurgian klinikan TVO:n kokemuseräiset käytännöt, tieteellinen tutkimusnäyttö ja hoitotyötä ohjaavat julkaisut hoitotyön tekemistä ohjaaviksi käytänteiksi. Tutkimuskysymyksenä projektissa on: Kuinka sairaanhoitaja toteuttaa laadukasta invasiivista hengityskonehoitoa Neurokirurgian klinikan TVO:lla? Yksityiskohtainen projektin tavoite on kuvata neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoidon toteuttaminen TVO:lla ja sen pohjalta laatia hoidon suositeltavat käytänteet intuboinnissa avustamiseen, hengityskonehoidon toteuttamiseen, hengityskonehoitoon liittyvien komplikaatioiden ehkäisyyn ja hengityskonehoidon päättämiseen.

### 3 PROJEKTIN TOTEUTTAMINEN

Projekti toteutettiin yhdessä Laurea-ammattikorkeakoulun ja Töölön sairaalan Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosaston (TVO) kanssa. Työelämäkontaktina projektissa toimi Neurokirurgian klinikan kliininen asiantuntija Jaana Kotila. Projektia ohjasi Laurea-ammattikorkeakoulun lehtori Hannele Moisander. Projektiin on kuulunut kirjallisen osuuden lisäksi yhdeksän viikon mittainen työssäoppiminen TVO:lla keväällä 2013, jonka aikana olen perehtynyt invasiivista hengityskonehoitoa saavan neurokirurgisen aikuispotilaan hoitotyöhön.

#### 3.1 Projektioorganisaatio

Hyksin Neurokirurgian klinikka toimii Töölön sairaalassa. Klinikkan vastuualueeseen kuuluvat keskushermoston eli aivojen ja selkäytimen leikkaushoitoa tarvitsevat potilaat koko HUS -alueelta sekä Kymenlaakson ja Etelä-Karjalan sairaanhoitopiirien alueelta. Klinikkaan on keskitetty koko Suomen alueelta aivoaltimoiden ohitusleikkaukset ja klinikassa hoidetaan lisäksi ulkomailta tulevia potilaita, jotka tarvitsevat hankalien kallo pohjan kasvaimien ja aivojen verisuoniepämuodostumien leikkaushoitoa. (HUS Neurokirurgia.)

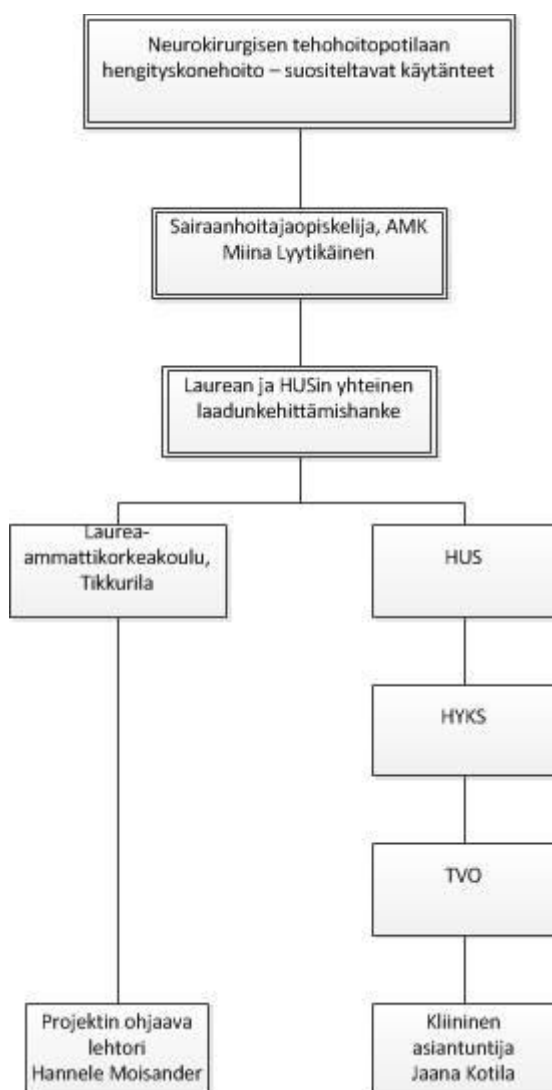
Töölön sairaalan Neurokirurgian klinikka koostuu leikkaus- ja anestesiaosastosta, tehovalvontaosastosta, vuodeosastoista 6 ja 7 sekä poliklinikasta. Potilaat tulevat hoitoon lähetteellä ja päivystyksellisesti ympärivuorokautisesti. (HUS Neurokirurgia.) Töölön sairaala toimii opetussairaalana lääkäreille ja terveydenhuollon opiskelijoille (HUS opiskelijalle.) ja Töölön Neurokirurgian klinikkaa pidetään neurokirurgisen hoidon johtavana keskuksena Euroopassa. Klinikka on myös maailmanlaajuisesti huippuluokan erityisosaamisestaan tunnettu mikroneurokirurgian leikkaushoitoa tarjoava yksikkö. Aivovammojen ja aivoverisuonisairauksien leikkausmäärät ovat Töölössä kansainvälisellä tasolla ajateltuna suurimpia: vuosittain klinikassa hoidetaan yli 3000 potilasta. (HUS Neurokirurgia.)

Neurokirurgian klinikan TVO on maamme vanhin ja lisäksi ainut teho-osasto, joka on keskittynyt hoitamaan ainoastaan neurokirurgisia potilaita. Osastolla hoidetaan kirurgista hoitoa vaativia neurokirurgisia potilaita sekä aivoverenvuodon tai vaikean aivovamman saaneita potilaita, jotka eivät tarvitse leikkaushoitoa. (Neurokirurgian klinikka 2013.)

Osastolla on 16 potilaspaikkaa, joissa hoidetaan potilaita vauvaikäisistä vanhuksiin (Ylikukkonen 2003). Pienten lasten elektiivinen neurokirurginen hoito on keskitetty Lastenklinalle, päivystystoimenpiteet tehdään Neurokirurgian klinikassa (HUS Lasten kirurginen hoito). Osaston erityispiirteenä on varsinaisen tehohoidon lisäksi osastolla pyöritettävä neurokirurgisten potilaiden heräämötoiminta. Vuonna 2013 osastolla hoidettiin 3177 potilasta. Heistä 1362 oli neurokirurgisen toimenpiteen jälkeisiä herääjiä, jotka siirtyivät

viimeistään kuuden tunnin valvontahoidon jälkeen vuodeosastolle. Neurokirurgista toimenpidettä vaatineista potilaista 60 -prosenttia oli elektiivisiä potilaita, 40 -prosenttia taas päivystyksellisesti operoituja. Keskimääräinen hoitoaika vuonna 2013 tehovalvontaosastolla oli 2,3 vuorokautta. (TVO:n toimintakertomus 2013.)

Osastolla työskentelee virka-aikana osastonhoitaja ja 1,5 apulaisosastonhoitajaa sekä kaksi välinehuoltajaa ja osastonsihteerä. Ympäri vuorokautinen hoitohenkilökunta koostuu 64 sairaanhoitajasta ja yhdestä perushoitajasta. Osaston toimintaa johtaa neurokirurgi, jonka kanssa työskentelee virka-aikana kaksi anestesia lääkäriä. Päivystysaikana osastolla työskentelee yksi anestesia lääkäri ja yksi neurokirurgi. (TVO:n toimintakertomus 2013.) Potilaiden hoitoon osallistuu lisäksi moniammatillinen tiimi, johon kuuluu edellä mainittujen lisäksi fysioterapeutteja, toimintaterapeutteja ja sosiaalityöntekijöitä (Projektiorganisaatiokaavio).



Kuva 9: Projektiorganisaatiokaavio.

### 3.2 Käytetyt menetelmät ja aikataulus

Projekti alkoi opinnäytetyön hankemessuilta joulukuussa 2012 projektiaiheen valinnalla. Projektin aloituskokous pidettiin Töölön sairaalassa helmikuussa 2013, jossa olivat osallisena Neurokirurgian klinikan kliininen asiantuntija Jaana Kotila, projektia ohjaava lehtori Hannele Moisander ja projektin toteuttaja sairaanhoitajaopiskelija (AMK) Miina Lyytikäinen. Projektin suunnitelman työstäminen alkoi projektiin kuuluvan työssäoppimisjakson jälkeen. Projektisuunnitelman esitys pidettiin Töölön sairaalassa toukokuussa 2013. Projektisuunnitelman esityksen jälkeen alkoi lähdemateriaalien sisään- ja poissulkukriteerien asettaminen. Tiedonhankinnan työpajaan osallistuminen syyskuussa 2013 auttoi käyttämään viitetietokantoja tehokkaammin. Tiedon hakeminen tapahtui kolmessa eri vaiheessa sisällöltään erilaisina. Lähtökohtana tähän oli kolmen laadultaan erilaisten julkaisujen tarve. Hakujen sisällöt oli luokiteltu laadullisesti seuraavanlaisesti: 1. Neurokirurgisen potilaan tehohoito 2. Tehohoitopotilaan ja omaisten tukeminen ja ohjaus 3. Invasiivista hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyö. Samanaikaisesti työstettiin kirjallista projektin tausta -osuutta. Lähdemateriaalien haku ja projektin taustan työstäminen ajoittuivat toukokuu 2013- tammikuu 2014 väliselle ajalle. Projektia varten tutkimusartikkeleiden ja ammatillisten julkaisujen haku suoritettiin CINAHL, Google Scholar, Laurus, Medic, PubMed ja Terveysportti -viitetietokannoista. Käytettyjä hakusanoja on koottu taulukkoon 9.

Projektin aloituskokouksessa keskusteltiin lähdemateriaalien valinnasta suuntaa-antavasti. Kokouksen aikana kävi ilmi, että suomenkielinen lähdeaineisto ja European Brain Injury Consortiumin (EBIC) laatimat ohjeistukset voisivat olla projektia varten laadukkaimmat: Töölön sairaalan Neurokirurgian klinikka on maailmanlaajuisesti johtava yksikkö neurokirurgisen potilaan tehohoidossa, jossa hoitoa toteutetaan EBIC:n ja Suomen käypähoitosuosituksiin perustuen. Projektin lähdemateriaalin valintaa rajattiin viitetietokantojen hakutuloksista ensin otsikon ja abstraktin perusteella. Sisäänottokriteereitä neurokirurgisen tehohoitopotilaan hoidon kuvaamisen aineistolle olivat: suomenkielinen julkaisu tai EBIC:n julkaisu, julkaisuajankohta vuosien 2003-2013 välillä, tehohoitonäkökulma, neurokirurgisesti hoidettava vamma tai sairaus, aikuispotilas (ikä yli 18 vuotta), invasiivinen ja noninvasiivinen hengityskonehoito. Julkaisuja arvioitiin näiden sisäänottokriteerien perusteella ja luettavaksi valittiin julkaisut, joissa kaikki nämä kriteerit täyttyivät. Painotuksena julkaisujen valinnalle oli erityisesti Neurokirurgian klinikan lääkärin ja sairaanhoitajien tuottama tieto neurokirurgisen potilaan tehohoitotyöstä sekä Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosaston hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyötä ohjaavat julkaistut ja julkaisemattomat lähteet. Poissulkukriteereitä neurokirurgisen potilaan tehohoitotyön julkaisuihin olivat: lapsipotilaat, elinluovuttajat.

Tiedonhakuportaalit	Hakusanat
Laurus	tehoi? suositeltavat käytänteet, kirjaaminen, neurokir?
CINAHL With Full Text (EBSCO)	mechanical ventilat?, intub?, tehoh?, intensive care, mechanical ventilation, communi?
Google Scholar	intub? hengitys? neurolog?, tehoi?
Terveysportti	neurokir*, tehoh*, intub*, aivovam*, hengityst*, hengitysk*, mekaaninen vent*, asidoos*, icp*
Medic	neurokir*, neuro*, tehoh*, intub*, aivovam*, tehoh*, omainen
PubMed	icp*, critical care*, nursing*

Taulukko 9: Tiedonhaku neurokirurgisen potilaan tehohoitotyöstä.

Tehohoitopotilaan ja omaisten tukemisen ja ohjauksen lähdemateriaalin sisäänottokriteereinä olivat: suomen- tai englanninkielinen julkaisu, länsimaalainen julkaisu, julkaisuajankohta vuosien 2003-2013 välillä, hoitotieteellinen julkaisu, aikuispotilas, aikuispotilaan omaiset, tehohoitonäkökulma. Julkaisut valikoituivat luettavaksi abstraktin perusteella ja sisällön laadukkuuden ja projektiin sopivuuden varmistamisen jälkeen lähdemateriaaliksi valikoitui suomenkielisiä Tutkiva hoitotyö tai Hoitotiede -lehdessä julkaistuja artikkeleita.

Poissulkukriteerejä olivat: kuollut potilas, kuolleen potilaan omaiset.

Invasiivista hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyön kuvaamiseksi lähdemateriaalia etsittiin pääosin Terveysportti, Laurus ja Medic viitetietokannoista. Sisäänottokriteereinä olivat julkaisuajankohta vuosien 2003-2013 välillä, aikuispotilas, intubaatioputken kautta annettava hengityskonehoito. Julkaisuja verrattiin keskenään ja lähdemateriaaliksi valittiin julkaisut, jotka kuvaavat invasiivisen hengityskonehoitoa saavan potilaan laadukkaita hoitokäytänteitä, kuten suljetun imujärjestelmän käyttöä ja hengitysilman aktiivista höyrykostutusta. Poissulkukriteereitä olivat: lasten invasiivinen hengityskonehoito, muun invasiivisen keinoilmalien kautta annettava hengityskonehoito.

Tammi-toukokuussa 2014 työstettiin suositeltavat käytänteet yhteistyössä ohjaavan opettajan Hannele Moisanderin ja kliinisen hoitotyön asiantuntijan Jaana Kotilan kanssa yhteistyössä. Käytänteitä laadittiin yhteensä 26. Käytänteiden aihealueet koostuvat hengityskonehoidon aloittamisesta, sen turvallisesta toteuttamisesta, hoidosta mahdollisesti aiheutuvien komplikaatioiden seurannasta ja ennaltaehkäisystä, potilaan ja omaisen ohjauksesta ja



tukemisesta sekä hengityskonehoidosta vieroittautumisesta ja sen päättämisestä. Arvioiva seminaari pidettiin Töölön sairaalassa toukokuussa 2014.

### 3.3 Riskit ja resurssit

Projektin riskeinä voidaan pitää projektin tahojen osallistumattomuutta projektiin tai siitä jäämistä pois. Taloudellisen tuen puuttuminen voi aiheuttaa uhkaa projektin aikataulussa pysymiselle. (Liljebald 2007, 7.) Haasteita projektin toteuttamiselle tiedonhankinnan osalta oli löytää julkaisuja neurokirurgisen potilaan tehohoitotyöstä. Projektin resurssina oli opiskelija Miina Lyytikäisen yhdeksän viikon mittainen työssäoppiminen Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosastolla keväällä 2013. Työssäoppimisen yhdeksi keskeiseksi tavoitteeksi nostettiin neurokirurgisen potilaan hengityskonehoito, johon opiskelija perehtyi työssäoppimisen ajan. Keskeinen tiedonhankinnan resurssi oli Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen näyttö ja käytänteet, joita on hyödynnetty kuvatessa neurokirurgisen hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyötä. Projektin resursseina voidaan pitää lisäksi opiskelijan henkilökohtaista kiinnostusta aiheeseen ja motivaatiota projektin toteuttamiseen sekä ohjaavan lehtorin ja työelämän edustajan asiantuntemusta ja heidän antamaansa tukea projektia koskien.

## 4 HENGITYSKONEHOIDON SUOSITELTAVAT KÄYTÄNTEET NEUROKIRURGISELLA POTILAALLA

Suosittelvat käytänteet aikuisen neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoitoon Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosastolle on laadittu kokemusperäisen näytön, hyväksi havaitun toimintanäytön ja tieteellisen näytön pohjalta. Käytänteiden laatimisen pohjana on kysymys: Kuinka sairaanhoitaja toteuttaa invasiivista hengityskonehoitoa aikuiselle potilaalle Neurokirurgian klinikan TVO:lla?

### 4.1 Invasiivisen hengityskonehoidon aloittaminen

**Suosittelava käytänne 1** Sairaanhoitaja valmistautuu hengityskonehoidon aloittamiseen potilaskohtaisesti.

Perustelu: Invasiiviseen hengityskonehoitoon johtavia syitä ovat mm. alentunut tajunnantaso, kirurgisen toimenpiteen vaatiman anestesia, kohonnen kallonsisäisen paineen ennaltaehkäiseminen tai hoitaminen ja riittävän aivojen hapettumisen turvaaminen (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 24- 48). Neurokirurginen potilas intuboidaan tyypillisesti tapaturma-asemalla tai Neurokirurgian klinikan leikkaus- ja anestesiaosastolla tai tehovalvontaosastolla. Potilas voi tulla TVO:lle hengityskoneessa leikkaussalista tai tapaturma-asemalta tai hengityskonehoito aloitetaan TVO:lla intubaation jälkeen.

(Neurokirurgisen potilaan hengityskonehoidon aloittaminen Töölön sairaalassa 2014.)  
Neurokirurgisen tehohoitopotilaan hengityskonehoito voi kestää kuuden tunnin heräämörajan aina päiviin tai useisiin viikkoihin asti (TVO:n toimintakertomus 2013). Töölössä neurokirurgisten tehohoitopotilaiden hengityskonehoidossa pyritään normoventilaation alarajoille ( $\text{PaCO}_2$  4,5-6kPa) (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 12).

**Suosittelava käytäntö 2** Potilaan intubointia edeltävästi sairaanhoitaja tarkastaa hengityskoneen toiminnan ja potilasta hoitavalta anestesia-lääkäriltä potilaalle asetettavat hengityskoneen säädöt.

Perustelu: Osaston välinehuoltajan vastuulle kuuluu kerran kuukaudessa puhdistuksen yhteydessä hengityskoneiden kalibrointi. Hengityskoneen letkustojen ilmapitävyys ja koneen moitteeton toiminta testataan ennen niiden liittämistä ensimmäisen kerran potilaaseen painamalla letkun pää tiivistä kämmentä vasten, kun kone on käynnistetty. Tämän jälkeen sairaanhoitaja tarkastaa, että koneeseen on asetettu sovitut hengitysfrekvenssin (BreathRate 30) ja hengitysteiden huippupaineen (PeakFlow 40) hälytysrajat. (Hiekkanen & Salonen 2010.)  
TVO:lla potilaan hengityksen tukemisesta vastaa anestesia-lääkäri, jonka ohjeiden mukaan sairaanhoitaja asettaa koneeseen halutut potilaskohtaiset säädöt (Salonen ym. 2012).

**Suosittelava käytäntö 3** Sairanhoitaja toteuttaa kohonneen kallonsisäisen paineen hoitamiseksi lievää tai syvää hyperventilaatiohoitoa hengityskoneen SIMV (VC), SIMV+ tai ASV - moodissa anestesia-lääkärin ohjeiden mukaisesti.

Perustelu: Neurokirurgisia tehohoitopotilaita hoidetaan siitä lähtökohdasta, että kallonsisäinen paine on kohonnut aivoissa tilaa vievän prosessin vuoksi (Niskanen & Randell 2006, 688). Hengityskeskus reagoi muuttuneeseen  $\text{PaCO}_2$  -pitoisuuteen paljon  $\text{PaO}_2$  -pitoisuuden muutoksia herkemmin (Nienstedt ym. 2004, 286). Vain hyvin matala (alle 7,0 kPa)  $\text{PaO}_2$  -pitoisuus vaikuttaa aivojen verenkiertoon (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 14). Verisuonet reagoivat  $\text{PaCO}_2$  -pitoisuuden muutoksiin hengityskeskuksen säätelämänä. Kohonnut  $\text{PaCO}_2$  -pitoisuus (hyperkapnia) aiheuttaa verisuonten laajentumisen (vasodilataatio), jolloin verenkierto lisääntyy. Alentunut  $\text{PaCO}_2$  -pitoisuus (hypokapnia) supistaa verisuonia (vasokonstriktio), jolloin verenkierto vähenee. Aivojen verenkierto on herkkä  $\text{PaCO}_2$  -pitoisuuden muutoksille, joten  $\text{PaCO}_2$  -pitoisuus antaa tarkkaa tietoa aivojen verenkierron tilasta. Tietyt sairaudet kuten aivovammat heikentävät hiilidioksidin aikaansaamia verenkierron muutoksia. Tämän vuoksi aivovammapotilas ei välttämättä reagoi hyperventilaation aiheuttamaan hypokapniaan verisuonten supistumisella. (Niskanen & Randell 2006, 686-687.)

Kohonneesta kallonsisäisestä paineesta kärsivää potilasta hoidetaan lievästi hyperventiloitujen ( $\text{PaCO}_2$  ~4.0kPa). Mikäli nousee kallonsisäisen paineen muut hoitokeinot ovat

riittämättömiä, voidaan hengityskoneella toteuttaa tiukempaa hyperventilaatiohoitoa (PaCO<sub>2</sub> alle 4.0kPa). (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 12.) Hyperventilaatio laskee kallon sisäistä painetta nopeasti ja tehokkaasti vähentämällä aivojen alueen hiilidioksidipainetta ja verenvirtausta. Liiallinen hyperventilointi ja siitä johtuva hypokapnia (PaCO<sub>2</sub> alle 4,3kPa) voi alentaa aivojen verenvirtausta ja aiheuttaa näin aivokudokseen iskemiaa. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 14: Siironen ym. 2008. ) Hyperventilaatiohoidon aikana on tarpeellista seurata aivojen hapettumista aivoista tulevaan laskimon pullistumaan asetetun jugularis bulb -katetrin tai aivokudoksen happipitoisuuden monitoroinnin avulla (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 12; Niskanen & Randell 2006, 689; Siironen ym. 2008).

Neurokirurgian tehovalvontaosastolla käytetään pääasiallisesti hengityskoneen tilavuusohjattua (VC) SIMV-mallia potilaiden hengityskonemoodina (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö). SIMV -malli hengityskoneessa mahdollistaa potilaan oman spontaanihengityksen ja synkronoi konehengityksen potilaan omien hengityskertojen mukaan, kun koneeseen on asetettu haluttu hengitysfrekvenssi (Salonen ym. 2012). Koneellisen ja spontaanin hengitysten synkronointi edistää potilaan sopeutumista hengityskonehoitoon (Lönn & Arola 2013). Sairaanhoidaja voi nostaa hengityskoneen O<sub>2</sub> -prosenttia tilanteessa, jolloin potilaan hapetus äkillisesti romahtaa eikä anestesialääkäri ole akuutin tilanteen aikana välittömästi saatavissa. Anestesialääkäreitä informoidaan tehdystä O<sub>2</sub>-prosentin muutoksesta mahdollisimman pian. (Kotila 2014.)

Hamilton C2- hengityskoneissa käytetään VELA -hengityskoneen SIMV (VC) -moodia vastaavan SIMV+ hengitysmallin lisäksi ASV (Adaptive support ventilation) -mallia enenevässä määrin. ASV-malli on painekontroloitu hengitysmalli volyymitakauksen kanssa, joka säätää annettavan hengitystuen automaattisesti potilaan omaan spontaaniin hengitykseen vähentäen tai lisäten hengitystukea tarvittaessa. Haluttu keuhkotuuletus saadaan säätämällä prosentuaalisesti ilmaistua arvoa halutusta minuuttiventilaatiosta (%MinVol). Potilaan liian korkeaan tai matalaan valtimoveren hiilidioksidipitoisuuteen voidaan vaikuttaa hengityskoneen % MinVol -painikkeella keuhkotuuletusta säätämällä: Liian korkea valtimoveren hiilidioksidipitoisuutta lasketaan nostamalla haluttua minuuttiventilaatiota. Liian matalaa valtimoveren hiilidioksidipitoisuutta nostetaan laskemalla haluttua minuuttiventilaatiota. (Valovirta-Hästö 2014.)

#### 4.2 Potilaan intubointiin valmistautuminen ja intubaatiossa avustaminen

**Suosittelava käytänne 4** Sairaanhoidaja tarkastaa potilaan intubointia edeltävästi anestesialääkäriltä lääkityksen jota intuboinnissa käytetään ja valmistelee suunnitellut lääkkeet käyttövalmiiksi.

Perustelu: Intubaatio vaatii sedaatiota ja lihasrelaksanttien käyttöä myös tajuttomilla potilailla (Randell & Öhman 2001, 32). Toimenpiteen suorittava lääkäri määrää intubaatiossa käytettävät lääkkeet. Tavallisesti intubaatiossa käytetyt lääkkeet ovat sedaatioon propofoli (Propofol-Lipuro®), kivunhoitoon fentanyyli (Fentanyl®) ja lihasrelaksaatioon rokuroni (Esmeron®). (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 41.) Riittävä sedaatio ja relaksaatio on erityisen tärkeää neurokirurgista potilasta intuboidessa, sillä laryngoskoopin käyttö ja intubaatio voi nostaa kallonsisäistä painetta huomattavan paljon (Salmenperä & Tuli 2002, 242). Kipulääkitys toimenpidettä edeltävästi ehkäisee laryngoskoopin käytöstä ja intubaatiosta aiheutuvaa sykkeen kiihtymistä ja verenpaineen nousua (Randell 2006, 324).

**Suosittelava käytäntö 5** Sairaanhoidaja hakee intubaatiokorin potilaspaikalle, tarkastaa intubaatiokorin sisällön vastaamaan sen sisältölistaa sekä imun toiminnan.

Perustelu: TVO:lla intubointiin tarvittava välineistö on koottu intubaatiokoriin, jota säilytetään osaston kansliassa. TVO:lla työskentelevän sairaanhoitajan työnkuvaan kuuluu intubaatiossa ja ekstubaatiossa avustaminen, intubaatiokorin ylläpito ja sen käyttökuntoon laittaminen. Ennen intubaatiota tai ekstubaatiota sairaanhoitaja tarkastaa laryngoskoopin toimivuuden ja varmistaa asianmukaisen välineistön löytyvän korista. Käytön jälkeen sairaanhoitaja huolehtii korin olevan asianmukaisesti täydennetty. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö.) TVO:lla on lisäksi oma kori vaikean intubaation varalle, joka sisältää normaalista intubaatiokorista poiketen mm. larynxmaskin ja fiberoskoopin (Lappalainen & Tuomaala 2013). Tarvittaessa hengitysteistä imetään sinne kertynyt lima intubaation jälkeen. (Leppälä 2010a.)

**Suosittelava käytäntö 6** Sairaanhoidaja avustaa anestesia lääkäriä intubaatiossa ja liittyy intubaatioputken kapnografiin ja hengityskoneen letkustoon heti, kun anestesia lääkäri on asettanut intubaatioputken paikalleen.

Perustelu: Anestesia lääkäri asettaa potilaalle intubaatioputken laryngoskoopin avulla. Intubaatioputken kalvosin ohjataan äänihuulten läpi ja täytetään 6-10 ml ilmaa. Tarvittaessa intubaatioputken viemistä voidaan helpottaa viemällä sen sisälle laitton ajaksi putken jäykistävä kara. Tämän jälkeen intubaatioputken paikka varmistetaan kuuntelemalla, että hengitysäännet ovat symmetriset eikä ylävatsalta kuulu kurahtavia ääniä. (Kurola 2013.) Lisäksi seurataan, että hengityskoneeseen liitetty kapnografi alkaa piirtää monitorille tasaista käyrää hengityksen mukaisesti (Kurola 2013; Kaakinen 2013). Intubointiin liittyy usein pinnallisia suun alueen ja nielun limakalvovaurioita ja verenvuotoa, leukaluun sijoiltaan menemistä ja harvoin myös henkitorven repeämistä (Kantola ym. 2005; Leppälä 2010a). Intuboidessa potilaalle voi kehittyä kurkunpään spasmi eli laryngospasmi (Leppälä 2010a; Koivuranta ym. 2002). Intubaation on tapahduttava nopeasti ja riittävästä ventiloitumisesta huolehditaan intuboinnin aikana maski-paljeventilaation avulla (Leppälä 2010a). Potilasturvallisuuden edistämiseksi hengityskoneen letkusto kiinnitetään intubaatioputkeen heti, kun

intubaatioputki on asetettu paikalleen. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen näyttö.)

#### 4.3 Hengityskonehoidon turvallinen toteuttaminen

**Suosittelava käytäntö 7** Sairaanhoitaja tarkastaa säännöllisesti hengityskoneesta automaattisesti potilastietojärjestelmään siirtyvien tietojen kirjautumisen.

Perustelu: Neurokirurgian klinikan TVO:lla on käytössä potilastietojärjestelmänä Critical Care Manager® teho- ja anestesiajärjestelmä. Potilaaseen liitetyt monitorointijärjestelmän mittaamat tiedot siirtyvät osittain automaattisesti ohjelmaan, jonne sairaanhoitaja kirjaa lisäksi manuaalisesti yhteisesti sovitut tiedot. Intuboidun hengityskonehoidossa olevan potilaan hoitotiedoista osa kirjautuu automaattisesti Critical Care Manager® järjestelmään, johon on kytketty potilaan elintoimintoja monitoroivia laitteita. Hengityskoneesta automaattisesti potilastietoihin siirtyvät tiedot ovat hengityskoneen säädöt: hengityksen kertatilavuus, hengitysmalli, PEEP:n arvo ja FiO<sub>2</sub>. Monitorin kautta tietoihin siirtyy lisäksi hengitysfrekvenssi. Sairaanhoitaja tarkastaa kerran tunnissa, että tiedot tallentuvat ja mikäli automaattinen kirjaaminen ei toimi, täydentää tiedot manuaalisesti. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö.)

**Suosittelava käytäntö 8** Sairaanhoitaja tarkastaa intubaatioputken paikallaan pysymisen kerran vuorossa, imujen jälkeen ja epäiltäessä, että sen pois luiskahtaminen on voinut olla mahdollista.

Perustelu: Hoitotoimenpiteiden suorittamisen yhteydessä varmistetaan, ettei intubaatioputki luiskahda pois paikaltaan esimerkiksi asennon vaihtojen yhteydessä. (Leppälä & Larmila 2010.) Liian aikaista ekstubaatiota eli intubaatioputken poistumista paikaltaan ehkäistään kiinnittämällä putki asianmukaisesti ja huolehtimalla riittävästä kivunhoidosta ja sedaatiosta. (Pulliainen ym. 2010; Siirilä & Soini 2009, 11-12. ) Intubaatioputken luiskahtaminen paikaltaan voi vaurioittaa äänihuulia tai tehdä hengityskoneella annettavan mekaanisen ventilaation tehottomaksi. (Leppälä & Larmila 2010.) Intubaatioputki kiinnitetään neurokirurgisella tehohoitopotilaalla teipillä. Kaulan ympärille laitettu kanttinauha voi painaa kaulan alueen verisuonia ja näin nostaa kallonsisäistä painetta sekä huonontaa aivojen verenkiertoa. (Bertényi 2013, 20; HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö; Saastamoinen 2010b.) Intubaatioputken paikka (oikea tai vasen suupieli) ja syvyys (mitta-asteikosta hammasrivistön kohdalta) merkitään potilaan potilastietojärjestelmään (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö; Larmila & Leppälä 2010). Intubaatioputken teippien vaihdon aikana varmistetaan, että intubaatioputki ei luiskahda paikaltaan ollessaan ilman kiinnitystä. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö.)

**Suosittelava käytäntö 9** Sairaanhoidaja varmistaa potilasta liikuteltaessa ettei potilas irtaudu tahattomasti hengityskoneesta ja tarkastaa hengityskoneen hälyttäessä viipymättä hälytyksen syyn.

Perustelu: Hoitotoimenpiteiden suorittamisen yhteydessä varmistetaan, ettei hengityskoneen putki irtoa intubaatioputkesta esimerkiksi asennon vaihtojen yhteydessä. (Leppälä & Larmila 2010.) Tehovalvontaosastolla työskentelevän sairaanhoidajan on hallittava hengityskonehoidon toteuttaminen ja hengityskoneen säädöt, joita neurokirurgisilla potilailla pääsääntöisesti käytetään. Hengityskone hälyttää nousseesta hengitystiepaineesta, hengityskoneen letkuston irtoamisesta keinoilmatiestä, matalasta hengityksen kerta- tai minuuttitilavuudesta ja apneasta. Sairaanhoidajan tulee viipymättä tarkastaa hälytyksen aihe ja aloittaa toimenpiteet hälytyksen aiheuttaman tilan korjaamiseksi. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemuseräinen käytäntö.)

**Suosittelava käytäntö 10** Sairaanhoidaja tarkkailee ja arvioi potilaan sopeutumista hengityskonehoitoon sekä huolehtii riittävästä kipulääkityksestä.

Potilaan sekavuus, väärät hengityskoneen säädöt tai esimerkiksi ilmarinta voivat aiheuttaa hankaluutta hengityskonehoitoon sopeutumiselle (Larmila 2010e). Riittämätön kivunhoito huonontaa potilaan sopeutumista hengityskonehoitoon (Alakokko & Kentala 2006, 955). Sedaatio auttaa potilasta sopeutumaan hengityskonehoitoon ja edistää turvallisen hengityskonehoidon toteuttamista esimerkiksi estämällä potilaan levottomuudesta johtuvaa intubaatioputken luiskahtamista ulos (Ala-Kokko & Kentala 2006, 955; Karlsson 2011, 15). Invasiiviseen hengityskonehoitoon huonosti sopeutumisen merkkejä voivat olla intubaatioputken pureminen, yskiminen, hengittäminen hengityskoneen mekaanista hengitystä vastaan, levottomuus tai ahdistuneisuus. Havainnot kirjataan ylös potilastietojärjestelmään. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemuseräinen käytäntö.)

**Suosittelava käytäntö 11** Sairaanhoidaja tarkkailee SIMV (VC) -moodin tai muun valitun moodin käytöstä mahdollisesti aiheutuvia komplikaatioita.

Perustelu: SIMV -mallin kanssa käytettävä hengityksen tilavuusohjaus (VC) varmistaa, että jokaisen koneen antaman ja spontaanin hengityskerran mukana keuhkoihin siirtyy riittävä määrä ilmaa (Salonen ym. 2012). Tilavuusohjattu hengitysmalli soveltuu hyvin neurokirurgisille potilaille, joiden hapenkulutus halutaan minimoida ja valtimoveren hiilidioksiditaso pitää tietyllä tasolla ja jotka ovat sedatoituna aivojen sekundaaristen vaurioiden ennaltaehkäisemiseksi. (Larmila 2010d; Laakso ym. 2011.) Tilavuusohjattua mallia voidaan käyttää spontaanisti ja ei spontaanisti hengittävillä potilaille. Spontaanisti hengittävä

potilas voi itse käynnistää (triggata) sisäänhengityksen, jolloin hengityskone antaa sisäänhengityskertaan säädetyn tilavuuden. (Larmila 2010d.)

Spontaanisti hengittävä potilas voi tilavuusohjattua mallia käytettäessä hyperventiloitua epätoivotusti hengittäessään hengityskoneeseen asetettua hengitystaajuutta useammin. Tilavuusohjatun hengitysmallin riskinä on lisäksi hengitystiepaineen nouseminen liian korkealle. Tämä voi aiheuttaa keuhkojen ylivenytystä, jolloin potilas voi saada ilmarinnan. Rintaontelon sisäisen paineen kohoaminen voi aiheuttaa lisäksi kardiovaskulaarisia vaikutuksia: keuhkoverenkierron vastustus lisääntyy ja verenkierron laskimopaluu sydämen oikealle puolelle vähenee. Valtimoverenpaine voi nousta, kun sisäänhengityksen aikana sydämen vasen puoli tyhjenee verestä nopeammin. Sydämen esitäyttö ja minuuttitilavuus pienenevät paineen vaikutuksesta eli sydän täyttyy verellä huomattavasti uloshengityksen aikana eikä pysty kierrättämään verta yhtä tehokkaasti elimistössä. Monitorin näytöllä "vaelteleva" valtimoverenpaineikäyrä voi kertoa kohonneesta rintaontelon paineesta aiheutuneista kardiovaskulaarisista vaikutuksista. Sairaanhoidajan tulee huomioida hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyössä tilavuusohjatun hengitysmallin käytöstä mahdollisesti aiheutuvat komplikaatiot. (Larmila 2010d; Larmila 2010e.)

#### 4.4 Hengityksen ja hapettumisen seuranta

**Suosittelava käytänte 12** Sairaanhoidaja kuuntelee potilaan hengityssänet kerran vuorossa ja tarvittaessa molemmin puolin keuhkojen ylä- ja alalohkoista.

Perustelu: Hengityssänten säännöllisen kuuntelun avulla pyritään tunnistamaan hengitysvajaus, joka voi johtaa ventilaatiovajaukseen, kudosten happeutumishäiriöön, kaasujenvaihtohäiriöön tai hengitystyön lisääntymiseen. Normaalissa hengityksessä sisään- ja uloshengityssänet kuuluvat tasaisesti molemmista keuhkoista. Rahisevat, rohisevat, ritisevät, vinkuvat, hankaavat, porisevat hengityssänet kertovat mahdollisista keuhkojen alueen sairauksista. Toisen keuhkon alueella kuuluva rahina voi viitata esimerkiksi keuhkokuumeeseen, ritisevät hengityssänet kertovat sydämen vajaatoiminnan aiheuttamasta nesteiden kertymisestä keuhkoihin. Hiljaiset tai kuulumattomat hengityssänet viittaavat atelektaasiin, ilmarintaan tai nesteeseen keuhkopussissa. Hengityskonehoitoa saavan potilaan hengityssänet kuunnellaan vähintään kerran vuorossa ja tarvittaessa ja potilastietojärjestelmään kirjataan, millaiset hengityssänet ovat. (Laukkanen ym. 2010; HYKS Neurokirurgian klinikan kokemuseräinen käytäntö.) Toispuoleiset hengityssänet voivat kertoa intubaatioputken luiskahtamisesta liian syväälle (Leppälä 2010a). Hoidajan on osattava tunnistaa erot limaisuudesta ja keuhkojen turvotuksesta kertovien hengityssänten välillä (Leppälä 2010b).

**Suosittelava käytänne 13** Sairaanhoidaja tarkkailee potilaan hengitysfrekvenssiä, hengitystapaa, hengitysliikkeitä ja kapnografin piirtämää hengityskäyrää jatkuvasti.

Perustelu: Neurokirurgisen potilaan hengityshäiriöt ovat tavallisia, sillä usein ydinjatkeen toiminta häiriintyy aivojen vaurioiden seurauksena. Tyypillisiä hengitysongelmia tälle potilasryhmälle ovat katkonainen ja haukkova Chenye-Stokésin hengitys, epäsäännöllinen, kuorsaava ja pinnallinen hengitys sekä hengitysvajaus. (Saastamoinen 2010b.) Aikuisen normaali hengitysfrekvenssi on levossa noin 12-16 kertaa minuutissa (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 12). Nouseva hengitysfrekvenssi voi merkitä aivorungon vauriota ja kallonsisäisen paineen kohoamista. Laskeva hengitysfrekvenssi voi viitata ydinjatkeen hengityskeskusten toiminnan säätelyn häiriöön. (Saastamoinen 2010b.) Epäsymmetriset hengitysliikkeet voivat olla merkki mm. ateleктаaseista, hengityspotken painumisesta toiseen keuhkoputkeen, keuhkojen alueen vammasta tai ilmarinnasta. Hengitystapaa seurattaessa arvioidaan hengityksen säännöllisyyttä, syvyyttä ja taajuutta. Pinnallinen hengitystapa voi kertoa kivusta, syvä ja raskas hengitystapa on usein merkki respiratorisesta asidoosista tai alkaloosista. (Laukkanen ym. 2010.) Sairaanhoidajan tulee seurata ja arvioida potilaan hengitystyötä jatkuvasti. Muutokset hengitystaajuudessa, hengitysliikkeissä, hengitystavassa ja hengityssäänissä voivat viitata potilaan tilan huononemiseen. (Laukkanen ym. 2010.) Intubaatioputkeen liitetty kapnografi alkaa piirtää monitorille tasaista käyrää hengityksen mukaisesti (Salmenperä & Yli-Hakala 2006, 341).

**Suosittelava käytänne 14** Sairaanhoidaja ottaa arteriakanyylin kautta verikaasuanalyysin tunnin kuluttua hengityskonehoidon aloittamisesta ja kuuden tunnin välein koko hengityskonehoidon ajan. Verikaasuanalyysi kontrolloidaan epäiltäessä virheellisiä arvoja, potilaan riittävää hapettumista tai hengitystyötä tai mikäli potilaan vointi huononee.

Perustelu: Valtimoverestä säännöllisesti otettavan verikaasuanalyysin (aB-Het-lon) avulla seurataan potilaan hapettumista ja hengitystyötä ja arvioidaan hengityskonehoidon onnistumista happi- ja hiilidioksidiosapaineen arvojen mukaisesti. Verikaasuanalyysi kertoo elimistön hapensaannista ja happo-emästasapainosta, elimistöön kertyneestä hiilidioksidin määrästä ja veren elektrolyyteistä. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 50.)

Respiratorinen asidoosi on tila, jossa elimistön kyky poistaa verenkierron hiilidioksidia uloshengityksen avulla on estynyt esimerkiksi aivovammasta, alentuneesta tajunnantasosta tai hengitysteissä olevasta esteestä johtuvan ventilaatiovajakuksen vuoksi (Niensted ym. 2004, 384; Larmila 2010b). Tällöin hiilidioksidia kertyy elimistöön enemmän, kuin se pystyy sitä poistamaan. Kyseessä on respiratorinen asidoosi, kun veren pH laskee alle 7,32 ja PaCO<sub>2</sub> -pitoisuus nousee yli 6,0 kPa:n. PaO<sub>2</sub> -pitoisuus laskee respiratorisen asidoosin aiheuttaman hypoksemian vuoksi. (Larmila 2010a.) Respiratorinen alkaloosi syntyy, kun hyperventilaation seurauksena hiilidioksidia poistuu elimistöstä liikaa ja veren pH nousee yli 7,46:een (Nienstedt



ym. 2004, 385; Larmila 2010b). Respiratorinen alkaloosi aiheuttaa mm. neurologisia oireita ja tajuttomuutta. Munuaiset alkavat korjata happo-emästasapainon häiriötä vasta, kun hengityksen kautta tapahtuva säätely petteää. Tällöin puhutaan metabolisesta asidoosista tai alkaloosista, joka näkyy valtimoveressä myös standardikarbonaatin ( $\text{HCO}_3$ ) ja emäsylimäärän (BE) muutoksina. (Larmila 2010c.)

**Suosittelava käytänne 15** Valtimoverikaasuanalyysin ottoajan uloshengityksen loppuvaiheen hiilidioksiditaso ( $\text{EtCO}_2$ ) kirjataan ylös potilastietojärjestelmän lisätieto -kohtaan ja  $\text{EtCO}_2$  -arvoa verrataan valtimoverikaasuanalyysin antamaan  $\text{PaCO}_2$  -arvoon. Sairaanhoidaja informoi anestesia lääkäriä, mikäli näissä kahdessa arviossa esiintyy säännöllisesti heittoa tai mikäli heitto on yli 1,0 kPa.

Perustelu: Verikaasuanalyysin  $\text{PaCO}_2$  -pitoisuutta ja kapnografin mittaamaa  $\text{EtCO}_2$  -pitoisuutta verrataan toisiinsa. Sairaanhoidaja tarkastaa  $\text{EtCO}_2$  -arvon monitorin näytöltä välittömästi verikaasuanalyysia varten otetun arteriaverinäytteenoton jälkeen.  $\text{EtCO}_2$  -arvo kirjataan potilastietojärjestelmän valtimoverikaasuanalyysi arvojen lisätieto -kohtaan. Kyseisiä arvoja keskenään vertaamalla saadaan tietoa niiden luotettavuudesta: alle 1.0 kPa:n heitto arvojen välillä on hyväksyttävää. Mikäli näissä kahdessa arvossa esiintyy säännöllisesti heittoa, sairaanhoidaja informoi asiasta anestesia lääkäriä, joka tarkastaa hengityskoneen säädöt. Säännölliset heitot tai yli 1.0 kPa:n heitto  $\text{PaCO}_2$  ja  $\text{EtCO}_2$  -pitoisuuksien välillä voi kertoa hapettumisen ongelmasta tai epäsopivista hengityskoneen säädöistä potilaalle. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen näyttö.)

#### 4.5 Hapenkulutuksen optimointi ja ICP:n huomioiminen hoitotyössä

**Suosittelava käytänne 16** Sairaanhoidaja keskittää hoitotoimenpiteet ja lääkitsee potilaan niitä edeltävästi.

Perustelu: Hoitotoimenpiteiden keskittäminen ja hoitoja kuten hengitysteiden imua ja suunhoitoa edeltävästi annettu riittävä kipulääkitys ja sedaatiobolukset minimoivat hapenkulutuksen lisääntymistä, hiilidioksidin tuottamista sekä metaboliaa ja auttavat ehkäisemään kallonsisäisen paineen nousua (Aarnio ym. 2011; Ala-Kokko & Kentala 2006, 955; Randell & Öhman 2010; Saastamoinen 2010a).

Sedaatiolla ja hyvällä kivunhoidolla pyritään vähentämään tehohoidosta potilaalle aiheutuvaa fyysistä ja psyykkistä stressiä, optimoimaan hapenkulutusta ja estämään kallonsisäisen paineen kohoamista. (Ala-Kokko & Kentala 2006, 955; Bertényi 2013, 19-20; Karlsson 2011, 15.) Sedaatiota käytetään myös kohonneen kallonsisäisen paineen hoitoon neurokirurgisella potilaalla. (Laaksonen ym. 2011.) Tehohoidossa potilaalle aiheutuu kipua tehohoitoa vaativan

tilan lisäksi hoitotoimenpiteistä, kuten limaimuista ja pesuista. Kipu lisää potilaan elimistön stressivastetta ja hapenkulutusta sekä voi lisäksi altistaa tehohoidon jälkeisille eriasteisille post-traumaattisille stressireaktioille. (Ala-Kokko & Kentala 2006, 954-955; Karlsson 2011, 15-16.) Riittämätön kivunhoito voi aiheuttaa mm. ahdistuneisuutta, muutoksia uni-valverytmissä, sydänlihaskemialia ja deliriumin (Alakokko & Kentala 2006, 955; Schweikert & Kress 2008).

#### 4.6 Cuffin paineen tarkastus, suunhoito ja limaimut

**Suosittelava käytänne 17** Sairaanhoitaja tarkastaa potilaan intubaatioputken cuffin paineen ennen hengitysteiden imemistä ja suunhoitoa.

Perustelu: Intubaatioputken cuffin paine tarkastetaan kerran vuorossa ja imuja sekä suunhoitoa edeltävästi. Riittävä cuffin paine on 20 - 35 cmH<sub>2</sub>O. (Aarnio ym. 2011; Pulliainen ym. 2010.) Intubaatioputken cuffi voidaan täyttää liian täydeksi, jolloin kalvosin estää verenkierron henkitorven seinämässä. Tämä aiheuttaa henkitorveen iskemiaa joka voi aiheuttaa henkitorven repeämistä. (Kantola ym. 2005; Leppälä 2010a.) Intubaatioputken cuffi voi olla liian tyhjä, jolloin liman aspiroimisen riski keuhkoihin kasvaa (Leppälä & Larmila 2010). Intubaatioputken cuffin paineen tarkastus kirjataan potilastietojärjestelmään (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemuseräinen käytäntö).

**Suosittelava käytänne 18** Kaksi sairaanhoitajaa hoitaa yhdessä potilaan suun tehostetusti.

Perustelu: Ennen suunhoidon aloittamista suuontelosta, ylänielusta ja cuffin päältä imetään sinne mahdollisesti kertynyt lima. Suunhoitoa edeltävästi potilaalle annetaan tarvittaessa kipulääkettä tai sedatoivaa lääkettä. TVO:lla suunhoidon toteuttaa mahdollisuuden mukaan kaksi hoitajaa, kun potilaan tajunnantaso on alentunut tai hänellä on nielemisongelmia. Ennen suunhoitoa hoitajat suojautuvat mahdollisilta roiskeilta ja suojaavat potilaan silmät ja suun ulkopuolelle jäävän osan intubaatioputkesta selluloosalla. Kieli, limakalvot, intubaatioputki ja hampaat puhdistetaan mekaanisesti 2-4 tunnin välein. Hampaat ja intubaatioputki harjataan klooriheksidiinigeeliin kostutetulla pehmeällä hammasharjalla, suun limakalvot ja kieli puhdistetaan klooriheksidiinisuveteen kostutetulla superlonitikulla. Lopuksi suu huuhdellaan vedellä, suun limakalvot voidellaan kostutusgeelillä ja huulet rasvataan. Tarvittaessa suunhoidon apuna voi käyttää purentasuojaa tai suupeiliä. (Aarnio ym. 2011.) Intuboidun potilaan suupielet tarkastetaan suunhoidon yhteydessä ja mikäli intubaatioputki on hangannut tai rikkonut suupieltä, sen paikkaa vaihdetaan toiselle puolelle. Myös suuontelo tarkastetaan mahdollisten infektioiden merkkien varalta. (Leppälä, 2010c.) Hammastahnaa ei tule käyttää, sillä sen poishuuhtominen on hankalaa ja näin aspiraation mahdollisuus kasvaa. Aseptisellä työskentelyllä vähennetään mikrobien kontaminaatiota intubaatioputkeen ja imukatetriin. (Leppälä 2010c; Lehtonen 2011, 45; Pulliainen ym. 2010.)

**Suosittelava käytäntö 19** Sairaanhoidaja arvioi imutarvetta säännöllisesti ja puhdistaa tajuttoman potilaan hengitystiet aseptisesti suljetun imujärjestelmän avulla kerran vuorossa ja tarvittaessa. Suljettu imujärjestelmä vaihdetaan säännöllisesti.

Perustelu: Intubaatioputken tukkeutumista ja aspiraatiota ehkäistään imemällä limaa suusta, ylänielusta ja intubaatioputkesta (Siirilä & Soini 2009, 11). Yskiminen, rohiseva hengitys ja happisaturaation lasku kertovat liman kertymisestä hengitysteihin. Tajuttoman potilaan ylähengitystiet puhdistetaan limasta imulla rutiinisti. (Leppälä 2010b.) Neurokirurgian klinikan TVO:lla hengitysteiden imeminen tapahtuu suljetun imujärjestelmän avulla (Kotila 2013). Suljetun imun käytön etu on sen hygieenisyyden lisäksi mahdollisuus imeä limaa ilman, että potilasta täytyy hetkeksikään irrottaa hengityskoneesta (Leppälä 2010b.) Suljettu imujärjestelmä vaihdetaan vähintään 48 tunnin välein ja vaihto kirjataan potilastietojärjestelmään. (Salonen ym. 2012; HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö). Hengitysteitä imettäessä otetaan huomioon imusta aiheutuva kallonsisäisen paineen kohoaminen (Saastamoinen 2010b). Myös limaisuuden määrää, väriä, laatua ja hajua tarkkaillaan ja havainnot kirjataan ylös potilastietojärjestelmään (Laukkanen ym. 2010; HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö). Mahdollisista infektiosta merkeistä tiedotetaan hoitavalle lääkärille. (Laukkanen ym. 2010.)

**Suosittelava käytäntö 20** Hengitysteiden imujen ja suunhoidon yhteydessä sairaanhoidaja suojaaa itsensä ja potilaan mahdollisilta limariskeiltä ennen hengitysteiden imua ja tarkkailee potilaan vointia imutapahtuman ajan.

Perustelu: Hoitaja valmistautuu hengitysteiden imemiseen ja suunhoitoon varaamalla itselleen toimenpiteeseen tehdaspuhtaat käsineet, suu-nenäsuojuksen, silmäsuojuksen ja kertakäyttöesiliinan. Imukatetrin läpimitta saa olla korkeintaan puolet intubaatioputken läpimitasta. Infektioiden torjumiseksi potilaan silmät, kanyylien juuret, letkustojen kolmitiehanat ja haavat suojataan esimerkiksi puuvanulla. Potilaan vointia tarkkaillaan koko imutapahtuman ajan, mm. häiriöt sykkeessä ja sydämen rytmissä ovat mahdollisia imun aiheuttaman vagushermoärsytyksen vuoksi. (Aarnio ym. 2011; Leppälä 2010b.)

#### 4.7 Hengityskonehoitoon liittyvien komplikaatioiden ehkäiseminen

**Suosittelava käytäntö 21a** Sairaanhoidaja tarkastaa hengityskoneen aktiivihuilisuodattimen toiminnan, kun potilas saa hengityskonehoitoa alle 24 tuntia.

Perustelu: Intubaatioputki ja sedaatio estävät normaalin yskimisen ja sitä kautta tapahtuvan keuhkojen normaalin puhdistumisen. Keinoilmatie estää nenä-nielun normaalisti hoitaman sisäänhengitysilman kostuttamisen ja lämmittämisen. Kostuttamaton ja lämmittämätön ilma karstoittaa intubaatioputken, sitkistää hengitysteiden limaa, aiheuttaa atelekteaseja ja

huonontaa hengitysteiden värekarvojen toimintaa. Huonosti kostutettu hengitysilma altistaa infektioille ja voi sitä kautta pidentää tehohoidon kestoa. (Vuori & Ylitalo-Liukkonen 2010a, 220.)

Neurokirurgian klinikassa alle viikon hengityskonehoitoa saavien potilaiden hoidossa on käytössä aktiivihilisuodatin, joka säästää hengityskoneen letkustoon kosteutta. Aktiivihilisuodatin vaihdetaan kerran vuorokaudessa, tavallisimmin aamuvuoron aikana. Vaihto kirjataan ylös potilastietojärjestelmään. (Kotila 2014.)

**Suosittelava käytänne 21b** Sairaanhoidaja tarkastaa päivittäin hengityskoneen letkustojen toiminnan käytettäessä aktiivista lämmintä höyrykostutusta potilailla, joiden hengityskonehoito kestää yli 24 tuntia.

Perustelu: Lääketieteellisesti paras vaihtoehto yli vuorokauden hengityskonehoitoa tarvitsevien intuboitujen potilaiden hengitysilman kostuttamiseksi on aktiivinen lämmin höyrykostutus, joka toteutetaan hengityskoneeseen liitettävällä hengitysilman lämmittäjällä ja kostuttajalla. Aktiivinen lämmin höyrykostutus höyrystää kostutukseen käytetyn, hengitysteihin kulkeutuvan steriilin veden. Vesihöyryn mukana mikrobit eivät kulkeudu hengitysteihin, toisin kuin vesipisaroiden mukana. Optimaalinen sisäänhengitysilman lämpötila on 37-astetta. Tähän lämpötilaan lämmitetty vesihöyry ei vaaranna potilaan lämpötasapainoa ja höyry pääsee kulkeutumaan alveolitasolle asti. Koko hengitysteiden riittävä kosteus kurkunpäästä alveolitasolle on edellytyksenä värekarvojen toiminnalle liman ja mikrobien poistamiseksi hengitysteistä. Lämmitetty letkusto estää veden pääsemisen hengitysteihin muuttamalla sen hengitettäväksi höyryksi. Letkustoon tiivistynyt vesi voi aiheuttaa infektioita tai muodostaa vesilukon, josta on haittaa potilaan hengittämiselle. (Leppälä & Larmila 2010; Vuori & Ylitalo-Laukkonen 2010b, 135-140). Hengityskoneen letkustot vaihdetaan seitsemän vuorokauden välein. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemuseräinen käytäntö.)

**Suosittelava käytänne 22** Sairaanhoidaja pyrkii ennaltaehkäisemään hoitotyön keinoin hengityskonehoidossa olevalle potilaalle mahdollisesti kehittyvän VAPin (Ventilator Associated Pneumonia).

Perustelu: Hengityskonehoitoa saavalle potilaalle asetetaan nenä- tai suu-mahaletku vatsansisällön aspiroimisen ehkäisemiseksi. Kallonpohjamurtuman saaneille potilaille tai kallonpohjamurtumaa epäiltäessä potilaalle laitetaan suu-mahaletku nenä-mahaletkun sijaan, sillä kallonpohjamurtuman vuoksi nenä-mahaletku voi ohjautua aivokudokseen. (Saastamoinen 2010b; 2006.) Nenä- tai suu-mahaletkun paikallaanolo tarkastetaan joka vuorossa ja seurataan vatsan sisällön retention määrää sekä vatsan toimintaa, jotta mahalaukku ei pääse ylivenyttymään. Myös ravitsemusletku on infektioriski ja sen tarvetta arvioidaan säännöllisesti (Pulliainen ym. 2010).

Aspiraatiota hengityskonehoidon aikana ehkäisee potilaan päädyn pitäminen 30 asteen kohoasennossa, kohonneesta kallonsisäisestä paineesta kärsivien potilaiden ylävartalo pidetään 15-30 asteen kohoasennossa. (Pulliainen ym. 2010; Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 48.) Hyvä käsihygienia ja asentohoitoon kuuluvat säännölliset asennon vaihdokset estävät infektioiden syntymistä ja keuhkorakkuloiden kasaan painumista eli atelektaasia. (Lehtonen 2011, 45.) Intuboiduille potilaille voidaan valita subgloottisella imukanavalla varustettu intubaatioputki. Tällöin putkeen on rakennettu ylimääräinen ontelo, jonka kautta cuffin päälle kertynyttä limaa voidaan aspiroida pois ja näin ehkäistä potilaan aspirointia cuffia tyhjästä. (Lehtonen 2011, 45; Leppälä & Larmila 2010.) Intubaatioputken kiinnitykseen käytetyt teipit vaihdetaan säännöllisesti infektioriskin minimoimiseksi. Teippien vaihdon aikana varmistetaan, että intubaatioputki ei luiskahda paikaltaan ollessaan ilman kiinnitystä. Asennonvaihdot kirjataan ylös potilastietojärjestelmään. (HYKS Neurokirurgian klinikan kokemusperäinen käytäntö.)

**Suosittelava käytäntö 23** Sairaanhoidaja toteuttaa hoitavan neurokirurgin määräämää tromboosiprofylaksiaa potilaalle lääkkeellisesti ja/tai mekaanisesti ja toteuttaa potilaalle asentohoitoja mikäli sille ei ole lääketieteellistä estettä.

Perustelu: Tehohoitopotilaiden riski saada laskimotukos on vuodeosastopotilaita suurempi. Neurokirurgisilla potilailla laskimotukosvaara on suuri. Laskimotukokselle altistavia tekijöitä ovat mm. sepsis, tehohoidon vaatimien lääkitysten (rauhottavat lääkkeet, lihasrelaksantit) aiheuttama liikkumattomuus, keskuslaskimokatetri, sydämen vajaatoiminta, huonontunut hengitystyö ja hengityskonehoito. Alaraajojen laskimotukokset ovat usein syynä tehohoitopotilaan saamalle keuhkoveritulpalle. Hengityskonehoitoa saavan potilaan äkillisen hypotension, hypoksian tai takykardian syynä voi olla keuhkoveritulppa, joka voi lisäksi pitkittää hengityskoneesta vieroittumista. (Kuitunen 2008, 58-59.) Laskimotukoksia voidaan ehkäistä pienimolekyylisen hepariinin avulla, mutta neurokirurgisten potilaiden kohdalla huomioidaan sen käytön myötä lisääntyvä vuotoriski erityisesti aivojen alueella (Inhospital Severe TBI Guidelines 2010).

Suuren vuotoriskin potilailla käytetään ensisijaisesti mekaanisia laskimotukoksen ehkäisykeinoja ja kun vuotovaara pienenee, voidaan siirtyä lääkkeelliseen tromboosiprofylaksiaan. Mekaanisia keinoja ehkäistä laskimotukoksia ovat mm. antiemboliasukat ja jalkaterien laskimopumput. (Kuitunen 2008, 60-61.) Mekaaniset ehkäisykeinot eivät nosta kallonsisäistä painetta tai verenpainetta. (Inhospital Severe TBI Guidelines 2010.) Asento- ja liikehoidot aloitetaan heti, kun potilaan vointi sen sallii (Siirilä & Soini 2009, 11). Tällä ehkäistään liikkumattomuudesta aiheutuvia laskimotukoksia ja edistetään kuntoutumista (Kuitunen 2008, 58; Siirilä & Soini 2009, 11). Hengityskonehoitoa saavien potilaiden laskimotukoksia ehkäistään käyttämällä potilailla jalkaterien

laskimopumppuja kun siihen ei ole estettä, kuten traumoja alaraajojen alueella (Inhospital Severe TBI Guidelines 2010; Siirilä & Soini 2009, 11.) Laskimopumput edistävät alaraajojen ääreisverenkierron laskimopaluuta ehkäisten näin laskimotukoksia. (Kuitunen 2008, 60.) Laskimotukoksia ehkäisevä lääkitys aloitetaan hengityskoneessa olevalle potilaalle mahdollisimman pian, sillä se on tehokkain keino ehkäistä laskimotukoksia. (Kuitunen 2008, 59; Siirilä & Soini 2009, 11.) Lääkkeellistä ja mekaanista profylaksiaa voidaan käyttää myös yhtä aikaa, mikäli potilaalla on erityisen suuri riski laskimotukoksen saamiseen. (Kuitunen 2008, 61.)

#### 4.8 Potilaan ja omaisen ohjaus ja tukeminen

**Suosittelava käytäntö 24** Sairaanhoidaja huomioi hoidossa intubaatioputken aiheuttaman puhekyvyttömyyden.

Perustelu: Potilaan tukeminen ja tämän tulkkina toimiminen korostuu esimerkiksi silloin, kun potilas on kykenemätön ilmaisemaan itseään sanallisesti hengityskonehoidon vuoksi. Sairaanhoidaja arvioi potilaan kokonaistilanteen ja tiedottaa potilaan äkillisistä voimien muutoksista muille hoitoon osallistuville tahoille. Hoitaja puhuu potilaan puolesta tämän ollessa esimerkiksi väsynyt tai sekava ja puolustaa potilaan itsemääräämisoikeutta. (Peltonen 2008, 10,12.) Hengityskoneessa olevan potilaan kanssa sovitaan kommunikoinnissa käytettävät nonverbaalisen viestinnän keinot ja hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan erilaisia kommunikoinnin apuvälineitä (Hengityslaitehoitoa toteuttavan sairaanhoidajan osaamisen laatuksiteerit). Tajuttomallekin potilaalle kerrotaan tehtävistä toimenpiteistä (Kaarlola 2011, 38).

#### 4.9 Hengityskoneesta vieroittautuminen ja ekstubaatio

**Suosittelava käytäntö 25** Sairaanhoidaja aloittaa potilaan hengityskoneesta vieroittamisen, kun hoitava anestesia lääkäri toteaa, ettei vieroittamiselle ole lääketieteellistä estettä ja antaa luvan vieroittamiseen.

Perustelu: Invasiivisen hengityskonehoidon tarvetta arvioidaan päivittäin jo hoidon alusta asti. Tehohoitopotilaiden hengityskonehoidon ajasta jopa 40 prosenttia voi kuluu hengityskoneesta vieroittautumiseen. (Varpula & Pettilä 2006, 952.) Hengityskoneesta vieroittuminen voidaan aloittaa, kun perustauti ja kaasujenvaihtohäiriö ovat korjaantuneet niin, että hengityskoneen antamaa tukea hengitykselle voidaan vähentää ja hengityskoneen hengitystä tukevia säätöjä on pienennetty asteittain. (Varpula & Valta 2003, 1539; Siirilä & Soini 2009,11.) Vieroittaminen edellyttää lisäksi riittävää tajunnantaso (GCS > 10), hyvin turvattua ilmatietä ilman intubaatioputkea, riittävää hapettumista (SpO<sub>2</sub> 92 % tai enemmän, kun happiprosentti 40 tai alle), normaaleja vitaaliarvoja ja riittävää keskiverenpainetta (MAP 60 tai enemmän

korkeintaan pienen lääkityksen tuella). Potilaan täytyy pystyä yskimään hyvin ja hengitysteiden eritteiden määrä saa olla korkeintaan siedettävä. Samanaikaisesti potilasta vieroitetaan myös hengityskonehoidon vaatimista sedatiiveista ja kipulääkkeistä. Tavallisesti vieroittaminen aloitetaan vähentämällä hengityskoneen antamaa ventilaatitukea asteittain, jotta potilaan oma spontaani hengittäminen mahdollistuu. Spontaanin hengityksen aikana käytetään ainakin pientä CPAP-tasoa. (Uusaro & Ruukonen 2010, 44.)

Neurokirurgian klinikan tehovalvontaosastolla sairaanhoitaja voi aloittaa potilaan hengityskoneesta vieroittelun säätämällä itsenäisesti anestesia­lääkärin ohjeiden mukaisesti hengityskoneeseen asetettua hengitysfrekvenssiä seuraten samalla potilaan EtCO<sub>2</sub> -arvoa. Hengitysfrekvenssiä laskemalla pyritään saamaan potilas hengittämään spontaanisti CPAP-moodissa, jonka sairaanhoitaja vaihtaa päälle SIMV-VC -moodista. Mikäli vieroittaminen ei onnistu tai potilas väsähtää CPAP-moodin vaatimasta spontaanista hengitystyöstä, sairaanhoitaja voi itsenäisesti vaihtaa hengityskonemoodin takaisin tilaan SIMV-VC. (Kotila 2014.)

Vieroittamista voidaan toteuttaa esimerkiksi kerran päivässä puolen - kahden tunnin mittaisen aikana, jonka jälkeen arvioidaan potilaan hapettumista ja ventiloitumista ja joko jatketaan hengityskonehoitoa tai ekstuboidaan potilas, mikäli hapettuminen ja ventiloituminen on riittävää spontaan hengityksellä. (Varpula & Valta 2003, 1539-1540). Epäonnistuneesta vieroituksesta kertovat hengityksen apulihasten käyttö, hengitysfrekvenssin nouseminen, huonontunut happeutuminen ja haitalliset muutokset verenkierrossa (Uusaro & Ruukonen 2010, 44).

**Suosittelava käytänne 26** Sairaanhoitaja avustaa anestesia­lääkärää ekstubaatiassa.

Perustelu: Potilaan ekstubaatioon valmistaudutaan kun hengityskoneesta vieroittautuminen on onnistunut, potilas on hyvin hereillä ja yhteistyökykyinen. Mikäli potilaalla on nenä- tai suu-mahaletku, maha tyhjennetään ekstubaatiota edeltävästi mahansisällön aspiraation ehkäisemiseksi. Potilaalle kerrotaan, miten intubaatioputki poistetaan sekä siitä, että hengitys voi aluksi tuntua raskaalta ja kurkku voi olla kipeä ja ääni käheä intubaatioputken vuoksi. Potilaan on tärkeä tietää, että hoitaja on läsnä jatkuvasti ekstubaation jälkeen ja seuraa potilaan vointia. Ekstubaatiota varten sairaanhoitaja varaa intubaatiovälineet, mikäli spontaani hengitys ei onnistukaan. Lisäksi varataan potilaalle happiviikset tai -naamari lisähapen antamiseksi potilaan tarpeen mukaan. Potilas on ekstubaatiota varten puoli-istuvassa asennossa tai yli 30 asteen kohoasennossa. Hengitystiet imetään edeltävästi puhtaiksi limasta. Putken kiinnitysteipit poistetaan ja intubaatioputken cuffi tyhjennetään ruiskulla. Tämän jälkeen intubaatioputki poistetaan rauhallisesti ja potilaalle laitetaan heti

happilisa. Potilaan on hyvä yskäistä hengitystiet puhtaiksi siellä mahdollisesti olevasta limasta ja hengittää syvään muutaman kerran. (Leppälä 2010d.)

Ekstubaation jälkeen sairaanhoitaja seuraa potilaan happisaturaatiota, hengitysliikkeitä, hengitysfrekvenssiä ja hengitysääniä. Verikaasuanalyysi tarkastetaan tunnin kuluttua ekstubaatiosta. Hengitystä voidaan tarvittaessa tukea noninvasiivisesti ja potilasta ohjataan toteuttamaan vastapainepuhalluksia kerran tunnissa tai tarvittaessa useammin. (Leppälä 2010d.) Ekstubaation yhteydessä on tärkeä muistaa, että toimenpide ärsyttää kurkunpäättä ja voi näin aiheuttaa laryngospasmin eli kurkunpääspasmin. Tavallisesti spasmi saadaan laukeamaan maski-paljeventilaation avulla. (Koivuranta ym. 2002.)

## 5 PROJEKTIN ARVIOINTI

Projektin tavoitteena on "kehittää ja osoittaa opiskelijan valmiuksia soveltaa tietojaan ja taitojaan ammattipintoihin liittyvässä käytännön asiantuntijatehtävässä" (Valtioneuvoston asetus ammattikorkeakouluista 352/2003). Projektin keskeinen lähtökohta on selkeä yhteys työelämään ja sen tarkoituksena on kokonaisvaltaisesti kehittää opiskelijan ammatillista kasvua ja osaamista sekä aluekehitystä, työelämää ja innovaatiotoimintaa. Projektin mahdollistaman ammatillisen kasvun myötä opiskelija osaa tuottaa uusia ratkaisuja ja kehittää työelämää. (Laurean opinnäytetyöohje 2011, 3-4.)

Projektin alkuvaiheeseen sijoittunut työssäoppiminen antoi tiedolliset ja taidolliset valmiudet neurokirurgisen, intuboidun hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyön osa-alueiden kartoittamiseen ja kuvaamiseen. Projektin taustaa varten tehdyn kirjallisuuskatsauksen avulla tietoni neurokirurgisen intuboidun hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyöstä syveni, jolloin koin omaavani hyvät valmiudet lähteä työstämään suositeltavat käytänteet kyseisen potilasryhmän hoitotyötä ohjaamaan. Työelämän asiantuntijoiden ja ohjaavan lehtorin antama tuki läpi projektin toteutuksen edesauttoi käytänteiden laatimista tarkasti työelämän tarpeista käsin lähteväksi. Projektin taustan kuvaamisen haasteena oli löytää ja rajata löydetty tieto niin, että se soveltuu kuvaamaan neurokirurgisen potilaan hengityskonehoitoa.

Neurokirurgisen hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyössä on paljon yhtäläisyyksiä muihin potilasryhmiin, jotka saavat hengityskonehoitoa teho-osastoilla. Neurokirurgisen potilaan hengityskonehoidossa on lisäksi vain tälle potilasryhmälle ominaisia hoitotyön tarpeita ja tavoitteita, jotka on tärkeä tuoda esille projektin taustassa ja suositeltavissa käytänteissä. Kohonneen kallonsisäisen paineen huomioiminen hoitotyössä, sen hoitaminen hengityskonehoidon avulla, aivokudoksen hyvän hapettumisen turvaaminen hengityskoneen tilavuuskontrolloidun hengitysmallin avulla ja valtimoveren hiilidioksidipitoisuuden seurannan korostunut tärkeys tämän potilasryhmän hoidossa ovat neurokirurgisen potilaan hoitotyön



erityisosaamisen alueita. Sairaanhoidaja ei pysty syventämään osaamistaan muissa hengityskonehoitoa antavissa tehohoidon yksiköissä tällä erityisosaamisen alueella omatakseen edellytykset hoitaa hengityskonehoidossa olevaa neurokirurgista tehohoitopotilasta, vaan sairaanhoidaja tarvitsee yksikkökohtaisen perehdytyksen omatakseen valmiudet hoitaa hengityskonehoitoa saavaa neurokirurgista potilasta Neurokirurgian klinikan TVO:lla. Ensimmäisillä työviikoillaan TVO:lla sairaanhoidaja opettelee neurokirurgisen hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitoa osana muuta perehdytystä. Osaamista ylläpidetään ja vahvistetaan myöhemmässä vaiheessa osana syventävää perehdytystä sekä mentoroinnin avulla.

Koen, että projektin tuotoksena syntyneet suositeltavat käytänteet tukevat sairaanhoidajan perehtymistä, oman osaamisen vahvistamista ja sen ylläpitämistä hengityskonepotilaan hoitotyössä myös varsinaisten perehdytysten ulkopuolella, osana päivittäistä työtä. Suositeltavat käytänteet ohjaavat hengityskonepotilaan hoitotyötä ja toimivat eräänlaisena muistilistana sairaanhoidajalle, joka hoitaa hengityskonehoidossa olevaa potilasta: ne auttavat hahmottamaan hengityskonepotilaan hoitotyön osa-alueet ja huomioimaan hengityskonehoidosta mahdollisesti aiheutuvat komplikaatiot. Suositeltavat käytänteet on pyritty tekemään mahdollisimman selkeiksi ja lyhyiksi, jotta ne ovat helposti ymmärrettäviä ja virhetulkintojen vaara jää minimaaliseksi. Käytänteiden perustelut syventävät sairaanhoidajan tietoa hengityskonepotilaan hoitotyössä: ne kuvaavat, miksi hengityskonepotilaan hoitotyötä tulee toteuttaa tietyllä tavalla. Kallonsisäisen paineen huomioiminen on keskeinen osa hoitotyötä ja sitä on pyritty korostamaan myös käytänteissä hengityskonehoidon avulla tapahtuvaan kohonneen kallonsisäisen paineen hoidon ohella. Neurokirurgian klinikan hyväksi havaittu kokemusperäinen näyttö ja kokemusperäinen käytäntö on myös nostettu näkyväksi käytänteisiin: esimerkiksi uloshengityksen hiilidioksidipitoisuuden säännöllinen seuranta on Neurokirurgian klinikan hyväksi havaittu käytäntö, jota sairaanhoidaja toteuttaa osana neurokirurgisen potilaan hengityskonehoitoa. Laadittujen suositeltavien käytänteiden eettisyyttä tukee projektin taustan työstäminen ja käytänteiden laatiminen tiivissä yhteistyössä työelämän asiantuntijoiden kanssa.

Oma ammatillinen osaamiseni on syventynyt projektin myötä huomattavan paljon. Tiedon haku, sen prosessointi sekä työstäminen ovat kehittäneet osaamistani hakea tietoa, arvioida sen luotettavuutta ja tuottaa siitä sairaanhoidajan ammatillista osaamista tukeva ja vahvistava tuotos. Kriittinen ajattelu läpi projektin ja projektin tuotoksen monipuolinen ja tarkka pohdinta ovat edesauttaneet projektin toteutumista eettisesti kestäväällä tavalla. Koen laadituista käytänteistä olevan hyötyä Neurokirurgian klinikan TVO:n uusille ja kokeneemmille sairaanhoidajille heidän päivittäisessä työssään. Hoitotyötä ohjaavat suositeltavat käytänteet edistävät neurokirurgisen hengityskonehoitoa saavan potilaan hoidon laatua, vaikuttavuutta ja turvallisuutta. Yhteiskunnallisella tasolla hoitotyön suositeltavien käytänteiden laatiminen

yhtenäistää potilaan saamaa hoitoa, auttaa kohdentamaan hoitotyön resurssit oikein ja lisää hoitamisen laatua ja hoidon tasa-arvoisuutta hoitoyksiköstä riippumatta. Suositeltavia käytänteitä olisi hyvä päivittää säännöllisesti, esimerkiksi kahden vuoden välein. Näin käytänteet pohjautuvat aina uusimpaan tutkittuun ja näyttöön perustuvaan tietoon. Jatkoehdotuksena projektille voisi tulevaisuudessa olla käytänteiden päivityksen lisäksi tarkastella niiden soveltuvuutta trakeestoomakanyylin kautta hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyötä ohjaaviksi käytänteiksi.

Koen projektin antaneen minulle valmiuksia toimia tulevaisuudessa sairaanhoitajana, joka osaa nojata hoitotyön päätökset tutkittuun tietoon ja arvioida omaa osaamistaan ja kehittämistarpeitaan työnkuvasta ja työyksiköstä riippumatta. Olen lisäksi saanut hyvät tiedolliset valmiudet hoitaa intuboitua, aikuista hengityskonehoitoa saavaa potilasta Neurokirurgian klinikan TVO:lla sekä myös perustason tiedolliset valmiudet, jonka pohjalta voin lähteä syventämään hengityskonehoitoa saavan potilaan hoitotyön tiedollista ja taidollista osaamista myös muiden potilasryhmien osalta. Projektin aikana olen työskennellyt itsenäisesti osana projektiorganisaatiota jossa on osallisena eri toimipisteiden edustajia: koen tämän antaneen minulle mahdollisuuden oppia työskentelemään osana organisaatiota ja luottamaan omaan ammatilliseen osaamiseeni sekä osaamiseeni kehittää työelämää sairaanhoitajana. Projektin myötä olen lisäksi oppinut itsenäiseen työskentelyyn liittyvää vastuullisuutta omasta oppimisesta, projektin viemistä eteenpäin ja projektin tuotoksen kriittistä arviointia laadullisesti hyvän tuotoksen aikaansaamiseksi.

## Lähteet

- Aarnio, A. Knutar, A. Koivisto, J. Marila, I. Neulaniemi, S. Palonen, M. Pesonen, T. Rajasuo, A. Rytönen, J. Saarela, A. Suokas, S. Varrio, A. 2011. Intuboidun ja trakeostomoidun potilaan suunhoito. Opinnäytetyössä Kohti parempaa tehohoitopotilaan suun terveyttä -suunhoito-opas teho-osaston hoidonantajille. Verkkojulkaisu. Viitattu 13.4.2014.  
[<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/37768/kohtipar.pdf?sequence=1>]
- Aittomäki, J. Valta, P. Salorinne, Y. 2006. Keuhkofysiologiaa anestesian kannalta. Teoksessa Alahuhta, S. Lindgren, L. Olkkola, K. Rosenberg, P. Takkunen, O. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. 172-196.
- Ala-Kokko, T. Kentala, E. 2006. Sedaatio ja kivunhoito tehohoidossa. Teoksessa Alahuhta, S. Lindgren, L. Olkkola, K. Rosenberg, P. Takkunen, O. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. 954-966.
- AURA sairaanhoitajien ammattiuromalli. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin julkaisu. Yliopistopaino.
- Bendel, S. Lång, M. 2011. Aivovammaprotokollat -mitä tiedetään ja mitä ei? 44(2), 106.
- Bendel, S. 2009. Neuromonitorointi teho-osastolla. Finnanest 42(2), 137-140.
- Bertényi, P. 2013. Aivovammapotilaan tehohoito. Spirium 4, 18-21.
- Brander, P. E. 2013. Hengitysvajaus. Lääkärin käsikirja. Kustannus Oy Duodecim. Verkkojulkaisu. Luettu 15.1.2014. [<http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/ltk/koti>]
- Brander, B. E. Varpula, T. 2005. Noninvasiivinen ventilaatio -äkillisen hengitysvajauksen käypää hoitoa. Finnanest 38(1), 26-30.
- Duodecim lääketietokanta. Verkkojulkaisu. Viitattu 8.4.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/terveysportti/dlr\\_laake.koti](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/terveysportti/dlr_laake.koti)]
- Fastberg, A. Lehtiranta, A. Sinisalo A. 2011. Standard Nursing Operation Procedure (SNOP) sedaatiotason arviointiin.
- Guidelines for the Management of Severe Brain Traumatic Injury. 2007. A joint Project of the Brain Trauma Foundation, American Association of Neurological Surgeons, Congress of Neurological Surgeons and Joint Section on Neurotrauma and Critical Care. Mary Ann Liebert Inc. publishers. 3rd Edition.
- Hernesniemi, J. Jääskeläinen, J. Kangasniemi, M. Niemelä, M. Neurokirurgia 2003. Opintomoniste lääketieteen kandeille. HYKS Neurokirurgian klinikka.
- Helkamaa, T. Niemelä, M. Öhman, J. Randell, T. 2007. Tajuttoman aivovammapotilaan ensihoitoa ja kuljetusta voidaan parantaa. Suomen lääkirilehti 11/2007, 1123-1126.
- Hengityslaittehoitoa toteuttavan osaamisen laatukriteerit. Neurokirurgian klinikka, moniste.
- Hiekkänen, S. Salonen, T. 2010. VELA-ventilaattorin testaus. Hoitotyön toimintaohje.
- HUS Lasten kirurginen hoito. Verkkojulkaisu. Viitattu 9.4.2014.  
[<http://www.hus.fi/sairaanhoito/lasten-sairaanhoito/lastenkirurgia/Sivut/default.aspx>]
- HUS Neurokirurgia. Verkkojulkaisu. Viitattu 4.4.2013.  
[<http://www.hus.fi/sairaanhoito/sairaanhoitopalvelut/neurokirurgia/Sivut/default.aspx>]

HUS Opiskelijalle. Verkkajulkaisu. Viitattu 16.4.2013.  
[<http://www.hus.fi/ammattilaiselle/opiskelijalle/Sivut/default.aspx>]

Hus:n strategia 2012-2016. Verkkajulkaisu. Viitattu 18.2.2014. [<http://www.hus.fi/hus-tietoa/hallinto-ja-paatoksenteke/hallinto/strategia/Sivut/default.aspx>.]

Hynynen, M. Kalso, E. Kurola, J. Takkunen, O. 2006. Anestesian, tehohoidon, ensihoidon ja kivunhoidon järjestely. Teoksessa Alahuhta, S. Lindgren, L. Olkkola, K. Rosenberg, P. Takkunen, O. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. 27-34.

HYKS Neurokirurgian Klinikka. 2013. Hytönen, S. Kotila, J. (toim.) Neurokirurgisen potilaan hoitotyön suositeltavat käytänteet. Neurokirurgian klinikan opintomoniste. Viitattu 19.5.2013.

HYKS Neurokirurgian klinikka, kokemusperäinen käytäntö.

HYKS Neurokirurgian klinikka, kokemusperäinen näyttö.

Inhospital Severe TBI Guidelines. 2010. Brain Trauma Foundation. Verkkajulkaisu. Viitattu 20.2.2014.

Jääskeläinen, J. E. 2010. Väestövastuullinen neurokirurgia Suomessa. Teoksessa Alhava, E. Höckerstedt, K. Leppäniemi, A. Roberts, P.J. (toim.) Kirurgia. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. 1122-1124.

Jääskeläinen, J. E. 2013. Kohonnut kallonsisäinen paine. Lääkärin käsikirja. Kustannus Oy Duodecim. Verkkajulkaisu. Viitattu 14.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=ykt00931&p\\_haku=kohonnut%20kallonsis%C3%A4inen%20paine](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00931&p_haku=kohonnut%20kallonsis%C3%A4inen%20paine)]

Jääskeläinen, J. E. Kivipelto, L. 2010. Kallonsisäinen dynamiikka. Teoksessa Alhava, E. Höckerstedt, K. Leppäniemi, A. Roberts, P.J. (toim.) Kirurgia. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. 948-950.

Jääskeläinen J. E., Niemelä, M. Akuutti neurokirurgia. Teoksessa Alhava, E. Höckerstedt, K. Leppäniemi, A. Roberts, P.J. (toim.) Kirurgia. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. 955-956.

Kaakkinen, T. 2011. Kiinnostavia huomioita neurokirurgisten potilaiden tehohoidosta. Finnerest 44(5), 386-393.

Kaakinen, T. 2013. Kapnometri. Akuuttihoitoon laitteet. Verkkajulkaisu. Viitattu 17.1.2014.  
[<http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti>]

Kaarlola, A. 2011. Potilaan ja omaisten informointi ja tukeminen tehohoidon aikana. Tehohoito 29(1), 38-39.

Kangasmäki, E. Pudas-Tähkä, S-M. 2010. Sedaation syvyyden arviointi. Valvonta- ja tehohoitotyön opas. Verkkajulkaisu. Viitattu 19.5.2013.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00250&p\\_haku=sedaation%20syvyyden%20arviointi](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00250&p_haku=sedaation%20syvyyden%20arviointi)]

Kantola, T. Kuitunen, A. Sihvo, E. Salo, J. 2005. Intubaation aiheuttama henkitorvivaurio. Lääketieteellinen Aikakausikirja Duodecim. Verkkajulkaisu. Viitattu 18.12.2013.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=duo95220&p\\_haku=intubaation%20aiheuttama%20henkitorvivaurio](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=duo95220&p_haku=intubaation%20aiheuttama%20henkitorvivaurio)]

Kliinisen hoitotyön sanasto. 2009. 1. painos. WSOY oppimateriaalit.

Karlsson, S. 2011. Uusia haasteita sedaatioon? Tehohoito 29 (1), 15-17.

Koivuranta, M. Leutola, H. Ala-Kokko, T. 2002. Ekstubaation jälkeisen kurkunpääspasmin aiheuttama keuhkoödeema. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. Verkkojulkaisu. Viitattu 12.1.2014.

[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=duo92983&p\\_haku=.%20Ekstubaation%20j%C3%A4lkeisen%20kurkunp%C3%A4%C3%A4spasmin%20aiheuttama%20keuhko%C3%B6deema](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=duo92983&p_haku=.%20Ekstubaation%20j%C3%A4lkeisen%20kurkunp%C3%A4%C3%A4spasmin%20aiheuttama%20keuhko%C3%B6deema)]

Koponen, L. Mattila, L-R. Häggman-Laitila, A. 2008. Perheenjäsenen tehohoito omaisen näkökulmasta -katsaus hoitotieteelliseen tutkimustietoon. Hoitotiede Vol. 20, no 1/-08, 3-13.

Kotila, J. 2013. Syventävä perehdytys TVO:lla. Vastaanottaja Lyytikäinen, M. Lähetetty 17.5.2013. Viitattu 17.5.2013. Yksityinen sähköpostiviesti.

Kotila, J. 2014. Kysymyksiä hengityskonepotilaan hoitotyöstä. Vastaanottaja Lyytikäinen, M. Lähetetty 18.3.2014. Viitattu 18.3.2014. Yksityinen sähköpostiviesti.

Kotila, J. Meretoja, R. Salmenperä, R. 2009. Sairaanhoitajien osaamiskartoitukset neurokirurgisessa hoitotyössä. Sairaanhoitaja.11/2009, 32-35.

Kuitunen, A. 2008. Syvien laskimotukosten ehkäisy tehohoitopotilailla. Finnanest 41(1), 57-61.

Kurola, J. 2013. Intubaatio. Ensihoidon käsikirja. Verkkojulkaisu. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 4.1.2014.

[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=eho00213&p\\_haku=intubaatio](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=eho00213&p_haku=intubaatio)]

Laakso, S. Siironen, J. Tanskanen, P. 2011. Tajunnantasoltaan heikentynyt aivovammapotilas. Päivystyskirurgian opas. Viitattu 19.5.2013.

[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=&p\\_haku=tajunnantasoltaan%20heikentynyt%20aivovammapotilas](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=&p_haku=tajunnantasoltaan%20heikentynyt%20aivovammapotilas)]

Lappalainen, A-M. Tuomaala, M. 2013a. Vaikea intubaatio + fiberoskooppi. Neurokirurgian klinikka, moniste.

Lappalainen, A-M. Tuomaala, M. 2013b. Lista intubaatiokorin sisällöstä. Neurokirurgian klinikka, moniste.

Larmila, M. 2010a. Happeutuminen. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 18.1.2014.

[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00004&p\\_haku=happeutuminen](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00004&p_haku=happeutuminen)]

Larmila, M. 2010b. Respiratorinen asidoosi. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 10.12.2013.

[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00023&p\\_haku=respiratorinen%20asidoosi](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00023&p_haku=respiratorinen%20asidoosi)]

Larmila, M. 2010c. Hapto-emästasapainon häiriöt. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 14.1.2014.

[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00022&p\\_haku=hapto-em%C3%A4stasapainon%20h%C3%A4iri%C3%B6t](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00022&p_haku=hapto-em%C3%A4stasapainon%20h%C3%A4iri%C3%B6t)]

Larmila, M. 2010d. Invasiivinen mekaaninen hengityslaitehoito. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 19.5.2013.

[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00015&p\\_haku=invasiivinen%20mekaaninen%20hengityslaitehoito](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00015&p_haku=invasiivinen%20mekaaninen%20hengityslaitehoito)]

- Larmila, M. 2010e. Hengityslaitteiden komplikaatiot. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 4.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00019&p\\_haku=hengityslaitteiden%20komplikaatiot](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00019&p_haku=hengityslaitteiden%20komplikaatiot)]
- Larmila, M. 2010f. Noninvasiivinen ventilaatio (NIV). Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 24.2.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00012&p\\_haku=Noninvasiivinen%20ventilaatio](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00012&p_haku=Noninvasiivinen%20ventilaatio)]
- Laukkanen, M. Virranta, S. Larmila, M. 2010. Tehohoitopotilaan hengityksen arviointi. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 17.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00001&p\\_haku=teho%20hoitopotilaan%20hengityksen%20arviointi](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00001&p_haku=teho%20hoitopotilaan%20hengityksen%20arviointi)]
- Lauri, S. 2003. Näyttöön perustuva hoitotyö. WS Bookwell Oy: Juva.
- Laurean opinnäytetyöohje. 2011. Laurea-ammattikorkeakoulu. Verkkojulkaisu. Viitattu 10.4.2014.
- Lehtonen, V. 2011. Hengityslaitteeseen liittyvän keuhkokuumeen ehkäisy. Tehohoito 29 (1), 44-46.
- Leino-Kilpi, H. 2010. Etiikka tehohoitotyössä. Teoksessa Leino-Kilpi, H, Välimäki, M. Etiikka hoitotyössä. 5.-6. painos. Porvoo: WSOY Oppimateriaalit. 236-253.
- Leppälä, K. 2010a. Intubaatio. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 3.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00026&p\\_haku=intubaatio](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00026&p_haku=intubaatio)]
- Leppälä, K. 2010b. Hengitysteiden puhdistaminen. Teho ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 19.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00031&p\\_haku=hengitysteiden%20puhdistaminen](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00031&p_haku=hengitysteiden%20puhdistaminen)]
- Leppälä, K. 2010c. Hengityslaitteessa olevan potilaan suun ja silmien hoito. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 20.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00033&p\\_haku=hengityslaitteessa%20olevan%20potilaan%20suun%20ja%20silmien%20hoito](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00033&p_haku=hengityslaitteessa%20olevan%20potilaan%20suun%20ja%20silmien%20hoito)]
- Leppälä, K. 2010d. Ekstubaatio. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 11.2.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00039&p\\_haku=ekstubaatio](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00039&p_haku=ekstubaatio)]
- Leppälä, K. Larmila, M. Intuboidun tai trakeostomoidun potilaan hoito. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 14.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00030&p\\_haku=intuboidun%20tai%20trakeostomoidun%20potilaan%20hoito](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00030&p_haku=intuboidun%20tai%20trakeostomoidun%20potilaan%20hoito)]
- Liljebald, T-K. 2007. HYKS -sairaanhoitoalueen kirurgian toimialan ja Laurea-ammattikorkeakoulun hoitotyön laadunkehittämisshanke vuosille 2007-2012. Verkkojulkaisu. Viitattu 9.2.2014.
- Linko, R. 2012. Äkillisen hengitysvajauksen esiintyvyys, ennuste, hoito ja kustannusvaikutteisuus. Finnanest 2013 46 (1), 54-57.

Luotola, V. Koivula, M. Munnukka, T. Åstedt-Kurki, P. 2003. Tehosairaanhoitajien ammatillinen pätevyys ja kvalifikaatiovaatimukset. *Hoitotiede* Vol. 15, no 5/-03, 233-241.

Lönn, M. Arola, O. J. 2013. Mekaaniset hengityslaitteet (kajoava hoito). *Akuuttihoidon laitteet*. Verkkojulkaisu. Viitattu 19.3.2014.  
[<http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti>]

Meriläinen, M. 2012. Tehohoitopotilaan hoitoympäristö: psyykinen elämänlaatu ja toipuminen. *Väitöskirja*. Oulun yliopisto. Tampere: Juvenes Print.

Metsävaino, K. 2009. Aivovammapotilaan nestehoito. *Finnanest* 42(2), 141-144.

Neurokirurgian klinikka. Tehovalvontaosasto. Kuvaus harjoittelupaikasta WWW-sivustolla Jobsteb.net. Viitattu 17.5.2013.

Neurokirurgisen hoitajan käsikirja. 2013. HYKS operatiivinen tulosyksikkö, Neurokirurgian klinikka: Remes, P., Kotila, J., Valovirta-Hästö, E., Ristola E., Kivisaari, R. (toim.). Edita.

Nienstedt W., Hänninen, O., Arstila, A. Björkqvist. S-E. 2004. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 15. uudistettu painos. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Niskanen, M. Randell, T. 2006. Neurokirurgisen potilaan anestesia. Teoksessa Alahuhta, S. Lindgren, L Olkkola, K. Rosenberg, P. Takkunen, O. (toim.) *Anestesiologia ja tehoahoito*. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. 685-701.

Olsbo-Nurminen, M. 2010. Intuboidun hengityslaittehoitoa saavan aikuisen tehoahoitopotilaan suunhoidon kirjaaminen. *Pro Gradu -tutkielma*. Turun yliopisto.

Peltonen, P. Suominen, T. 2008. Sairaanhoitaja tehoahoitopotilaan edustajana. *Tutkiva hoitotyö* 2/2008, 10-16.

Pullinen, A. Puntila, R. Tikkanen, R. Tiilikainen, M-L. 2010. Hengityslaittehoitoon liittyvän keuhkokuumeen ehkäisy. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 10.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00255&p\\_haku=hengityslaittehoitoon%20liittyv%C3%A4n%20keuhkokuumeen%20ehk%C3%A4isy](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00255&p_haku=hengityslaittehoitoon%20liittyv%C3%A4n%20keuhkokuumeen%20ehk%C3%A4isy)]

Raji, K. 2007. *Learning by Developing*. Laurea publications A 58. Vantaa.

Randell, T. 2006. Vapaa hengitystie ja intubaatio. Teoksessa Alahuhta, S. Lindgren, L Olkkola, K. Rosenberg, P. Takkunen, O. (toim.) *Anestesiologia ja tehoahoito*. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. 316-335.

Randell, T. Öhman J. 2001. Tajuton potilas ei koskaan hengitä "hyvin". *Finnanest* 34 (1), 31-34.

Randell, T. Öhman, J. 2010. Aivovammapotilaan tehoahoito. *Tehoahoito-opas*. Akuuttihoidon tietokannat. Verkkojulkaisu. Viitattu 12.1.2014.  
[<http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti>]

Saastamoinen, T. 2006. Neurokirurginen potilas päivystyksessä -haaste sairaanhoitajalle. Suomen sairaanhoitajaliitto. Verkkojulkaisu.  
[[http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/amatilliset\\_urapalvelut/julkaisut/sairaanhoitaja-lehti/3\\_2006/muut\\_artikkelit/neurokirurginen\\_potilas\\_paivysty/](http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/amatilliset_urapalvelut/julkaisut/sairaanhoitaja-lehti/3_2006/muut_artikkelit/neurokirurginen_potilas_paivysty/)] Viitattu 17.5.2013.

Saastamoinen, T. 2008. Aivotraumapotilaan hoito -hoitotyö teho-osastolla. Neurokirurgian klinikan opintomoniste.

- Saastamoinen, T. 2010a. Kallonsisäinen paine (ICP). Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 14.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00156&p\\_haku=kallonsis%C3%A4inen%20paine%20%28ICP%29](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00156&p_haku=kallonsis%C3%A4inen%20paine%20%28ICP%29)]
- Saastamoinen, T. 2010b. Neurologisen potilaan hengityksen turvaaminen. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 14.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00163&p\\_haku=neurologisen%20potilaan%20hengityksen%20turvaaminen](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00163&p_haku=neurologisen%20potilaan%20hengityksen%20turvaaminen)]
- Saastamoinen, T. Lehtomäki, R. Ruohomäki, H. 2010. Tajunnan tason arviointi. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Verkkojulkaisu. Viitattu 21.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p\\_artikkeli=tht00152&p\\_haku=tajunnan%20tason%20arviointi](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=tht00152&p_haku=tajunnan%20tason%20arviointi)]
- Salonen, Loponen, Hiekkänen. 2012. Hengityksen tukeminen TVO:lla. Toimintaohje.
- Salmenperä, M. Yli-Hankala, A. 2006. Potilaan valvonta anestesian aikana. Teoksessa Alahuhta, S. Lindgren, L Olkkola, K. Rosenberg, P. Takkunen, O. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. 337-361.
- Schweickert, W. D. Kress J. P. 2008. Strategies to optimize analgesia and sedation. Critical Care 12 (3). Verkkojulkaisu. Viitattu 9.3.2014.  
[<http://ccforum.com/content/12/Suppl%203/S6>]
- Sessler, C. N. Jo Grap, M. Ramsay, M. AE. 2008. Evaluating and monitoring analgesia and sedation in the intensive care unit. Critical Care 12 (3). Verkkojulkaisu. Viitattu 9.3.2014.  
[<http://ccforum.com/content/12/S3/S2>]
- Siirilä, N. Soini, J. 2009. Hengityskoneessa olevan potilaan hoitotyön toimintaohje. F.A.N.N. VOL 23/2010. 11-12.
- Siironen, J. Tanskanen, P. Öhman, J. 2008. Korkean kallonsisäisen paineen hoito. Lääketieteellinen Aikakausikirja Duodecim. Verkkojulkaisu. Viitattu 4.1.2014.  
[[http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=duo97580&p\\_haku=korkean%20kallonsis%C3%A4isen%20paineen%20hoito](http://www.terveysportti.fi.nelli.laurea.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=duo97580&p_haku=korkean%20kallonsis%C3%A4isen%20paineen%20hoito)]
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus potilasasiakirjoista 298/2009. Verkkojulkaisu.  
[<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090298>] Viitattu 15.1.2014.
- Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Anestesiologiyhdistyksen asettama työryhmä 2006. Hengitysvajaus (äkillinen) Käypä hoito -suositus. Viitattu 19.5.2013
- Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Neurologisen yhdistys ry:n, Societas Medicinae Physicalis et Rehabilitationis Fenniae ry:n, Suomen Neurokirurgisen yhdistyksen, Suomen Neuropsykologisen yhdistyksen ja Suomen Vakuutuslääkärien yhdistyksen asettama työryhmä. 2008. Aivovammat Käypä hoito -suositus. Verkkojulkaisu. Viitattu 17.1.2014.  
[<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus;jsessionid=BF9C2780B5699FA85AEAE19B7F97C503?id=hoi18020>]
- Suomen tehohoitoyhdistyksen eettiset ohjeet 1997. PDF-dokumentti. Verkkojulkaisu. Viitattu 22.4.2013. [<http://www.sthy.fi/system/files/sivut/eettiset.pdf>]
- Toimintakertomus TVO 2013. HUS, HYKS, Operatiivinen tulosyksikkö. Neurokirurgian tehovalvontaosasto. 7.1.2014.
- Uusaro, A. Ruokonen, E. 2010. Hengityslaitteesta vieroitus. Teoksessa Ala-Kokko T. Perttilä, J. Pettilä, V Ruokonen M. (toim.) Tehohoito-opas. 3. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim.



Valovirta-Hästö, E. 2014. ONT, suositeltavat käytänteet TVO:lle. Vastaanottaja Lyytikäinen, M. Lähetetty 4.4.2014. Viitattu 8.4.2014. Yksityinen sähköpostiviesti.

Valtioneuvoston asetus ammattikorkeakouluista 352/2003. Verkkojulkaisu. Viitattu 3.4.2014. [<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030352>]

Varpula, T. Valta, P. 2010. Hengitysvajauksen syyt ja mekanismit. Teoksessa Ala-Kokko T. Perttilä, J. Pettilä, V. Ruokonen M. (toim.) Tehohoito-opas. 3. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim.

Varpula, T. Valta, P. 2003. Tehohoitopotilaan hengityslaittehoito. Suomen Lääkärilehti 13/2003. PDF-dokumentti. 1537-1542.

Varpula, T. Pettilä, V. 2006. Hengitysvajauksen hoito. Teoksessa Alahuhta, S. Lindgren, L. Olkkola, K. Rosenberg, P. Takkunen, O. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. 2. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim.

Vuori, A. Ylitalo-Liukkonen, K. 2010a. Hengitysilman kostuttaminen suojaa infektioilta. Finnanest 43(3), 220-226.

Vuori, A. Ylitalo-Liukkonen, K. 2010b. Miten kostutan hengitysilman? Tehohoito 28(2), 135-139.

Ylikukkonen, P. 2013. Tehohoitotyössä oppii joka päivä. Suomen sairaanhoitajaliitto. Verkkojulkaisu. Viitattu 16.5.2013. [<http://uusimaa.sairaanhoitajaliitto.fi/sairaanhoitajatyossaan/tehoitotyossa-oppii-joka-paiva/>]

Ääri, R-L. 2008. Tehohoitotyön kompetenssi -tutkimuksen näkökulmaa. Tehohoito 26(1), 47-48.

Öhman, J. Siironen, J. Jääskeläinen, J-E. 2008. Paranevatko neurokirurgin huonokuntoiset potilaat? Duodecim:124:2344-2346.

## Kuvat

Kuva 1: Kaasujenvaihto alveolissa. (Muokattu lähteistä Nienstedt ym. 2004, 278; <a href="http://2011russellbiology.wikispaces.com/The+Respiratory+System">http://2011russellbiology.wikispaces.com/The+Respiratory+System</a> .).....	11
Kuva 2: Pieni verenkierto. (Muokattu lähteistä Nienstedt ym. 2004, 184; <a href="http://staff.fcps.net/cverdecc/Adv%20A&amp;P/Notes/Respiratory%20ADAM/Anatomy/anatomy_review.htm">http://staff.fcps.net/cverdecc/Adv%20A&amp;P/Notes/Respiratory%20ADAM/Anatomy/anatomy_review.htm</a> .).....	13
Kuva 3: Circulus Willis, 2013. ( <a href="http://healthfavo.com/circle-of-willis.html">http://healthfavo.com/circle-of-willis.html</a> ) .....	15
Kuva 4: Hengityksen säätely. (Koottu lähteestä Nienstedt ym. 2004, 529-534, 286-288.) .	16
Kuva 5: Neurokirurgisen potilaan hengityskonehoidon aloittaminen Töölön sairaalassa 2014.	19
Kuva 6: Kapnografin piirtämä hengityskäyrä yhden hengityskerran aikana. (Lähteestä mukailen Salmenperä & Yli-Hakala 2006, 341.) .....	21
Kuva 7: Hamilton C2 -hengityskone. (Pikaohje Hamilton C2.) .....	26
Kuva 8: Ammattiuralla kehittyminen hoitotyön osaamisalueilla. (Koottu lähteestä AURA sairaanhoitajien ammattiuramalli.) .....	42
Kuva 9: Projektiorganisaatiokaavio. ....	46

## Taulukot

Taulukko 1: Happo-emästasapaino. (Koottu lähteestä Nienstedt ym. 2004, 382.) .....	17
Taulukko 2: Respiratorinen asidoosi ja alkaloosi. (Koottu lähteistä Larmila 2010c, Nienstedt ym. 2004, 384.) .....	18
Taulukko 3: VELA-hengityskoneen perussäädöt Neurokirurgian klinikan TVO:lla. (Lähdettä mukailten Hiekkänen & Salonen 2010.) .....	25
Taulukko 4: RASS-kirjaaminen TVO:lla. (Fastberg, Lehtiranta & Sinisalo 2011, 18.) .....	27
Taulukko 5: Clascow Coma Scale. (Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 8.).....	28
Taulukko 6: Normaalit valtimoveren viitearvot. (Koottu lähteestä Neurokirurgisen hoitajan käsikirja 2013, 50.) .....	30
Taulukko 7: Hengityskoneesta vieroittautuminen. (Uusaro & Ruokonen 2010, 44.) .....	36
Taulukko 8: Hengityslaittehoitoa toteuttavan sairaanhoitajan osaamisen laatuksiteerit....	43
Taulukko 9: Tiedonhaku neurokirurgisen potilaan tehohoitotyöstä.....	48

## Liitteet

Liite 1. Tutkijan taulukko .....	77
----------------------------------	----

## Liite 1. Tutkijan taulukko

<b>Tutkimusartikkeli, kirjoittajat, julkaisuvuosi, tutkimuksen nimi, lähde</b> Koponen, L. Mattila, L-R. Häggman-Laitila, A. 2008. Perheenjäsenen tehohoito omaisen näkökulmasta -katsaus hoitotieteelliseen tutkimustietoon. Hoitotiede Vol. 20, no 1/-08, 3-13.
<b>Tutkimustehtävä/tutkimusongelma</b> Kuvata tehohoidossa olevan potilaan omaisen näkökulman huomioiminen ja omaisten saama tuki.
<b>Tutkimusmenetelmä</b> Systemaattinen kirjallisuuskatsaus, jonka aineistona käytettiin 24 hoitotieteen kansainvälisissä tieteellisissä aikakauslehdissä julkaistua empiiristä tutkimusartikkelia. Artikkelit etsittiin CINAHL, PubMed ja EBSCO -tietokannoista.
<b>Tutkimusaineiston analysointi</b> Sisällönanalyysin avulla tutkimuskysymyksittäin. Kaksi tutkijaa luki artikkelit, joista poimittiin taulukkoon tiedot tutkimuksen tarkoituksesta, tutkimusasetelmasta, aineiston keruusta ja kohderyhmästä, keskeisistä tuloksista ja tutkijoiden esille tuomista eettisistä ja metodologisista näkökohdista.
<b>Kysymykset</b> Miten omaisten näkökulma on huomioitu? Mitä hoitotyön auttamismenetelmiä on kuvattu? Mitä hyötyä auttamismenetelmistä on ollut? Miten omaisia tulisi huomioida? Mitä eettisiä ja metodologisia näkökohtia on tutkimuksissa esitetty?
<b>Tutkimuksen tulokset</b> Omaisten näkökulmaa kuvaavat käsitteet jaettiin kolmeen pääkategoriaan: Omaisten kokemukset, omaisten tarpeet ja omaisten selviytymiskeinot. Tehohoitopotilaan omaisten näkökulman huomioiminen hoitotyössä korostuu omaisten kokemukset, tarpeet ja selviytyminen. Sairaanhoidaja voi tukea omaisen selviytymistä tukemalla perheen keskinäistä ja hoitohenkilökunnan sekä perheen välistä vuorovaikutusta. Sosiaalisen tuen tarpeessa ovat erityisesti ne perheenjäsenet, joiden on hankala ottaa tukea vastaan tai sitä ei ole saatavilla muualta. Hoitoon voi luoda perhemyönteistä ilmapiiriä tutustuttamalla omaiset läheisensä hoitoympäristöön ja mahdollisuuksien mukaan osallistaa omaisia läheisensä hoitoon. Omaisia tukevia hoitotyön auttamismenetelmiä olivat omaisten tehostettu ohjaus, päiväkirja potilaan tehohoidon tapahtumista, osanottokirje omaisille kahden viikon kuluttua potilaan kuolemasta ja mahdollisuus soittaa sairaanhoitajalle. Tutkimuksissa pohdittiin melko vähän eettisiä kysymyksiä. Aineistonkeruumenetelmien yksipuolisuutta kritisoitiin ja haastattelujen hyödyllisyyttä korostettiin. Aineistonkeruun ajankohta vaihteli potilaan ensimmäisistä hoitotunneista teho-osastovaiheen päättymiseen asti. Kulttuurillisiin eroihin sairastuneen perheen roolia koskien ja mittarien käänösongelmiin kiinnitettiin huomiota.

<b>Tutkimusartikkeli, kirjoittajat, julkaisu vuosi, tutkimuksen nimi, lähde</b> Kotila, J. Meretoja, R. Salmenperä, R. 2009. Sairaanhoidajien osaamiskartoitukset neurokirurgisessa hoitotyössä. Sairaanhoidaja 11/2009, 32-35.
<b>Tutkimustehtävä/tutkimusongelma</b> Kartoittaa HUSin Neurokirurgian klinikan sairaanhoidajien neurokirurgisen potilaan hoitotyön osaamista.
<b>Tutkimusmenetelmä</b> Sähköinen strukturoitu kysely, jonka avulla sairaanhoidajat itsearvioivat sairaanhoidajien ammattuuramallin (Aura) pohjalta osaamistaan. Jokaisen sairaanhoidajan osaamista arvioi lisäksi lähiesimies. Osaamista arvioitiin NCS -mittarin (Nurse Competence Scale) 73 muuttujan muodostaman seitsemän eri osa-alueen kautta. Osaamista ja toiminnan laatua arvioitiin VAS -asteikolla (Visual Analogue Scale) 0-100 ja nykytoiminnan tiheyttä asteikolla 0-3. Kyselyyn vastasi 30 leikkaus- ja anestesia sairaanhoidajaa, 26 teho- ja valvontaosaston sairaanhoidajaa ja 31 sairaanhoidajaa kahdelta eri vuodeosastolta.
<b>Tutkimusaineiston analysointi</b> Osaamisen taso luokiteltiin neljään ryhmään: heikko VAS 0-25, tyydyttävä VAS 25-20, hyvä VAS > 50 ja erittäin hyvä VAS 75-100.
<b>Kysymykset</b> Mikä on sairaanhoidajien nykyosaaminen neurokirurgisessa hoitotyössä?
<b>Tutkimuksen tulokset</b> Osaamistaso klinikassa oli välittömään potilashoittoon liittyen kaikkiaan hyvä. Parhainta sairaanhoidajien osaaminen oli eettisessä toimintatavan ja toiminnan joustavuuden alueilla. Tehdyssä kartoituksessa teho- ja valvontaosaston sairaanhoidajat kokevat ammatillisen pätevyytensä vahvimaksi alueeksi tarkkailu- ja auttamistehtävän sekä tilanteiden hallinnan. Leikkausosaston hoitajien osaaminen oli vahvinta opettamisen ja ohjaamisen, tilanteiden hallinnan ja työroolin hallinnan alueilla. Vuodeosaston sairaanhoidajat arvioivat osaamisensa vahvimaksi auttamis- ja tarkkailutehtävässä. Yleisesti klinikassa kehittämishaasteita nähdään esimerkiksi tutkitun tiedon hyödyntämisessä, hoitotoimien hallinnassa sekä hoitotyön kehittämishankkeiden suunnittelemisessa ja toteuttamisessa.

<b>Tutkimusartikkeli, kirjoittajat, julkaisuvuosi, tutkimuksen nimi, lähde</b> Luotola, V. Koivula, M. Munnukka, T. Åstedt-Kurki, P. 2003. Tehosairaanhoidajien ammatillinen pätevyys ja kvalifikaatiovaatimukset. Hoitotiede Vol. 15, no 5/-03, 233-241.
<b>Tutkimustehtävä/tutkimusongelma</b> Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tehosairaanhoidajien ammatillista pätevyyttä, millaisia kvalifikaatiovaatimuksia tehohoitotyö sairaanhoitajille asettaa ja kuinka kvalifikaatiovaatimukset ja tehosairaanhoidajien ammatillinen pätevyys vastaavat toisiaan.
<b>Tutkimusmenetelmä</b> Strukturoitu kyselylomake kahden yliopistollisen sairaalan teho-osastojen sairaanhoitajille (n=112). Kokonaisvastausprosentti oli 48. Vastanneet olivat työskennelleet sairaanhoitajina keskimäärin 11 vuotta ja tehosairaanhoidajina 8,6 vuotta.
<b>Tutkimusaineiston analysointi</b> Aineisto kuvailtiin frekvenssejä, keskiarvoja, keskihajontoja ja prosentteja käyttäen ja analysoitiin SPSS tilasto-ohjelman avulla.
<b>Kysymykset</b> Millainen on tehosairaanhoidajan ammatillinen pätevyys? Millaisia kvalifikaatiovaatimuksia tehohoitotyö edellyttää sairaanhoitajilta? Miten tehosairaanhoidajien ammatillinen pätevyys vastaa tehohoitotyön kvalifikaatiovaatimuksia? Miten tehosairaanhoidajien kokemus tehohoitotyöstä vaikuttaa heidän ammatilliseen pätevyYTEENSÄ ja näkemykseensä tehohoitotyön kvalifikaatiovaatimuksista?
<b>Tutkimuksen tulokset</b> Tehohoitotyötä tekevät sairaanhoitajat kokevat ammatillisen pätevyytensä vahvimaksi ja tärkeimmäksi osa-alueeksi eettisyyden. Kokemuksen myötä sairaanhoitajien erityisalatietyös ja tiedon soveltaminen käytännössä paranevat. Kokemattomat sairaanhoitajat arvioivat osaamisensa merkitsevästi alhaisemmaksi esimerkiksi eettisyyden, ohjaustaitojen, kommunikoinnin, yhteistyön, päätöksenteon sekä arvioinnin ja kehittämisen alueilla verrattuna yli viisi vuotta tehohoit-osastolla työskennelleisiin kollegoihin. Työkokemuksesta riippumattomia osaamisen alueita tehosairaanhoidajan työssä ovat tutkimuksen mukaan esimerkiksi muutoksenhallinta, arvot ja asenteet sekä näkemys tehohoit-osastolla vaadittavasta ammatillisesta pätevyyydestä. Työkokemusta sairaanhoidajan työssä pidetään vähemmän tärkeänä tehohoitotyön osaamisen näkökulmasta. Tehohoitotyön vaatima erityistieto ja sen soveltaminen käytännössä nähdään tärkeänä ammatillisen pätevyyden alueena.

<b>Tutkimusartikkeli, kirjoittajat, julkaisuvuosi, tutkimuksen nimi, lähde</b> Peltonen, P. Suominen, T. 2008. Sairaanhoidaja tehohoitopotilaan edustajana. Tutkiva hoitotyö 2/2008, 10-16.
<b>Tutkimustehtävä/tutkimusongelma</b> Tutkimuksen tarkoituksena oli kuvata sairaanhoidajan toimintaa tehohoidossa olevan potilaan edustajana, kuvata missä tilanteissa edustaminen korostuu ja kuinka sairaanhoidajan toimintaa potilaan edustajana voidaan kehittää.
<b>Tutkimusmenetelmä</b> Kolme puolistrukturoitua ryhmähaastattelua yliopistollisen sairaalan kolmella eri osastolla tehohoitotyössä oleville sairaanhoidajille (n=14), joilla oli kokemusta tehohoitotyöstä yli viisi vuotta.
<b>Tutkimusaineiston analysointi</b> Laadullinen sisällönanalyysi, joka toteutettiin kirjoittamalla tallennetut haastattelut sanatarkaksi tekstiksi jota analysoitiin teema-alueittain. Analyysiyksikkönä käytettiin ajatuskokonaisuutta. Tekstistä etsittiin teema-alueisiin ilmaukset deduktiivisesti, jonka jälkeen tutkimuskysymyksiin etsittiin teemojen mukaisesti vastauksia induktiivisesti.
<b>Kysymykset</b> Miten sairaanhoidaja toimii potilaan edustajana teho-osastolla? Missä tilanteissa sairaanhoidajan toiminta potilaan edustajana korostuu? Miten sairaanhoidaja kehittäisi tehohoitopotilaan edustamista?
<b>Tutkimuksen tulokset</b> Sairaanhoidajan toiminnasta tehohoitopotilaan edustajana saatiin tutkimuksen avulla uutta tietoa. Sairaanhoidajan toiminta on vastavuoroista tiedon antamista ja potilaan edustamista kokonaisvaltaisessa hoidosta huolehtimisessa. Sairaanhoidajat halusivat heidän mielipiteitään ja tietojaan kuunneltavan aktiivisemmin potilaan hoitokokouksissa.