

Opinnäytetyö (AMK)

Ensihoitajakoulutus

2024

Eveliina Kallio, Daniel Sarkkinen, Teemu Uusi-Rantala

Hengityskonepotilaan hengityksen ja verenkierron seuranta ja arviointi

– Ennakkomateriaali tehohoidon simulaatioihin

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Ensihoitajakoulutus

2024 | 53 sivua

Eveliina Kallio, Daniel Sarkkinen, Teemu Uusi-Rantala

Hengityskonepotilaan hengityksen ja verenkierron arviointi

-Ennakkomateriaali tehohoidon simulaatioihin

Tehohoito on vaativaa kriittisesti sairaan tai toimenpiteestä tulleen potilaan hoitoa. Vitaalielintoimintojen turvaaminen sekä perushoito ovat keskeisessä osassa potilaan hoitoa. Suurin osa tehohoidon potilaista tarvitsee hengityskonehoitoa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä ja tuottaa ennakkomateriaalipaketti liittyen aiheeseen hengitysvajauspotilaan tehohoito. Työn tilaajana toimi Turun ammattikorkeakoulu ja lopullinen tuotos tehtiin Thinglink-alustalle.

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena, luoden tehohoidon simulaatioihin ennakkomateriaalia hengityskonepotilaan hengityksen ja verenkierron systemaattisesta arvioinnista. Materiaali perustuu kirjallisuuskatsauksessa kerättyyn tietoperustaan. Tuotoksessa opiskelija etenee johdonmukaisesti kuvapolkua pitkin ABCDE-protokollan ABC osuuden mukaisesti. Työssä käytetään havainnollistavia kuvia sekä tiiviitä info tekstejä.

Asiasanat:

Tehohoito, Hengitysvajaus, Hengityskone, Verikaasuanalyysi, Verenkierto

Bachelor's / Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Paramedic degree

2024 | Total number of pages 53

Eveliina Kallio, Daniel Sarkkinen, Teemu Uusi-Rantala

Assessment of the breathing and circulation of a mechanically ventilated patient

- Presimulation material for students

Intensive care involves the treatment of critically ill patients or those who have undergone procedures. Ensuring vital organ function and providing basic care are crucial aspects of patient management. Most of the intensive care patients need mechanical ventilation.

The purpose of this thesis was to collect and produce a preliminary material package related to the topic of intensive care for patients with respiratory failure. The work was commissioned by Turku University of Applied Sciences and the final output was made on the Thinglink platform.

The thesis was implemented in a functional way, creating advance material for intensive care simulations on the systematic assessment of breathing and blood circulation of a ventilated patient. The material is based on the database collected in the literature review. In the output, the student progresses consistently along the image path according to the ABC section of the ABCDE protocol. Illustrative images and concise info texts are used in the work.

Keywords:

Intensive Care, Respiratory Insufficiency, Mechanical Ventilator, Blood Gas Sample, Circulation

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Opinnäytetyön tavoite	8
3 Hengitysvajauspotilaan hoito teho-osastolla	9
3.1 Hengitysvajaus	9
3.2 Hengityskonehoito ja ventilaatiomuodot	10
4 Ilmateiden ja hengityksen arviointi	12
4.1 Hengitystien avonaisuuden varmistaminen	12
4.2 Hengityksen riittävyyden arviointi	13
4.3 Hengityskoneen säätöjen ja siitä seurattavien arvojen tarkistaminen	15
4.4 Verikaasuanalyysi apuna hengityksen riittävyyden arvioinnissa	17
5 Verenkierron riittävyyden arviointi	19
5.1 Verenpaineen invasiivinen arviointi	19
5.2 Sydämen pumppaustoiminnan ja verivolyymien riittävyyden arviointi	20
5.3 Nestehoito teho-osastolla	23
5.4 Sydämen syketaajuuden ja mahdollisten ST-muutosten seuranta	27
6 Tajunnan ja sedaation syvyyden arviointi	28
7 Toteutus	29
8 Tuotos	31
9 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	39
10 Pohdinta	41
Lähteet	43

Kuvat

Kuva 1 Hamilton-C6-älyventilaattori (Hamilton-C6 2021)	11
Kuva 2 Monitori, jossa rytmi-, pulssi-, verenpaine-, MAP-, CVP-, ICP-, saturaatio-, lämpötila- ja CPP-seuranta	14
Kuva 3 Valtimoverianalyysi, osittain kompensoitunut metabolinen asidoosi (Kuva TYKS teho-osastolta)	18
Kuva 4 Keuhkovaltimokatetrin asettamisen vaiheet (Kallio & Meinberg 2024)	22
Kuva 5 Etusivu ja siirtyminen diojen välillä	31
Kuva 6 Yksittäiset aihealueet siirtymädioissa	32
Kuva 7 Materiaalin tagit vilkkuvat tietyssä järjestyksessä	33
Kuva 8 Esimerkki teoriakappaleesta	34
Kuva 9 Ohjattu toimenpide	35
Kuva 10 Ventilaattorin säädöt	36
Kuva 11 Interaktiiviset osaamistehtävät	37
Kuva 12 Onnitteludia	38

Taulukot

Taulukko 1. Yleisimmät ventilaatiomuodot.	51-52
Taulukko 2. Yleisimmät arterianäyteosatotkimukset ja niiden viitearvot.	53

1 Johdanto

Tehohoidon tavoitteena on torjua potilaan tilapäiseksi arvioitu hengenvaara lisääjän voittamiseksi ja mahdollistaa toipuminen vakavasta sairaudesta tai vammasta, jonka takia tehohoitoon on jouduttu. Kyseessä on potilaan hyvinvointi ja elämän jatkuminen ja siksi aihe onkin erittäin tärkeä. (Rodseth 2021; Uusaro 2022.)

Vitaalielintoiminnot ohjaavat potilaiden hoitosuunnitelmaa. Niitä on merkittävää seurata, jotta potilaan tilassa tapahtuviin kriittisiin muutoksiin voidaan reagoida (Rodseth 2021). Tärkeää on mittaustulosten ja muutosten tarkka kirjaaminen, jotta potilaan tilaa voidaan verrata aiempaan ja hoitoa seurata (THL 2023). Potilaan vointia seurataan ja arvioidaan jatkuvasti sekä säännöllisesti ABCDE-protokollan mukaan (Alanen ym. 2022d). Osa potilaista on erittäin huonossa kunnossa, jonka takia hoidon täytyy olla täsmällistä tehohoidon onnistumisen kannalta (Marra ym. 2018). Strukturoitu toiminta erilaisten tarkastuslistojen avulla vähentää virheitä ja mahdollistaa yhdenmukaista toimintaa hoitotyössä. Lista parantaa hoidon laatua ja sitä voidaan myös käyttää tukemaan laadukasta hoitotyötä kustannustehokkaasti. (Allum ym. 2020; Medanets 2020.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa hengityskonehoidossa olevan tehohoitopotilaan vitaalielintoimintojen seuranta sekä arviointia ohjaava interaktiivinen Thinglink-materiaali Turun ammattikorkeakoululle. Työssä keskitytään erityisesti hengityksen ja verenkierron seurantaan sekä hengityskoneen perussäätöihin. Työ tulee toimimaan tehohoidon simulaatioiden ennakkomateriaalina. Thinglink-materiaalin avulla opiskelijat voivat käydä läpi potilaan hengityksen ja verenkierron riittävyden arvioinnin ja saada tietoa mahdollisten poikkeavien arvojen merkityksestä.

Simulaatiot ovat harjoituksia, joita voidaan simulaatiokeskuksissa suorittaa niin opiskelijoiden kuin terveydenhoitoalan ammattilaisten toimesta. Ne tuovat valmiuksia työelämään ja tarjoavat turvallisen ympäristön epäonnistua. Harjoituksissa simuloidaan erilaisia potilastilanteita, harjoitellaan kädentaitoja sekä kehitetään vuorovaikutustaitoja. Simuloinnin jälkeen osallistujat reflektivat omaa osaamistaan ja saavat palautetta muilta läsnäolijoilta sekä vinkkejä siitä, miten he voisivat toimintaansa kehittää. (LAB. n.d.)

Simulaatiotilanteissa tietoa voi kertyä paljon kerralla, jonka takia onkin erittäin tärkeää perehtyä etukäteismateriaaleihin, jotta harjoituksesta saa enemmän irti ja abstrakti muuttuu konkreettiseksi (Blomgren 2015). Hughesin ja Hughesin (2023) artikkelin mukaan perehdytys aiheeseen ennen simulaatiota on ensiarvoisen tärkeää simulaation onnistumisen kannalta. Se auttaa oppijaa orientoitumaan aiheeseen ja vähentää simulaation aiheuttamaa stressiä. Simulaatioon valmistautuminen jaetaan neljään eri lohkoon, jotka ovat ennakkomateriaali, potilastapaus, syvennetty informaatio potilastapauksesta sekä opettajan ennakkoluulottomuus opiskelijoita kohtaan. Ennakkomateriaalin tehtävänä on perehdyttää opiskelijat käytettäviin laitteisiin, ympäristöön ja rooleihin.

2 Opinnäytetyön tavoite

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena oli luoda materiaalia, jonka avulla lisätään opiskelijoiden teoriaperustaa tehohoidon simulaatioihin. Tehohoitoon liittyvää materiaalia on paljon ja siksi tärkeimpien kohtien kerääminen ThingLink-materiaaliin helpottaa opiskelijoiden valmistautumista tehohoidon simulaatioihin.

ThingLink-materiaalin etusivulla tulee esiintymään kuva tehohoitopotilaasta, josta haarautuu erilaisia materiaaleja tehohoidon osa-alueille. Opiskelija pääsee tehtäväpolulla eteenpäin klikkaamalla. Edetessä tehtäväpolulla esiin tulee kuva esiteltävästä aiheesta sekä pieni tekstiosuus. Aiheita ovat tarkistuslista, ventilaattorin säädöt ja arvot, arvot monitorissa sekä niiden tulkintaa, nesteiden nopeuden ja määrän tarkistus, arterianäytteen tulkintaa ja potilaan voinnin arviointimittareiden esittely. Materiaali on helppolukuinen ja selkeä lyhyiden lauseiden sekä tehtäväpolun systemaattisuuden vuoksi. Lisäksi materiaali tulee sisältämään kuvia tehohoitoon liittyvistä aiheista, kuten virtauskäyrä, monitori, kirjaamisjärjestelmä ja nestetorni.

Lisäksi tehtäväpolun edetessä materiaaliin sisältyy pohdiskelutehtävä, jossa on kuva potilaan ventilaattoriarvoista ja siihen liittyvä ongelma. Tehtävän tarkoituksena on saada opiskelija hyödyntämään juuri opittuaan tietoa. Näin tehtävään saadaan erilaisia oppimisstrategioita, mikä kehittää opiskelijan oppimisprosessia. (Salovaara 2004.)

Työssä käytetään jo ennestään tuotettua materiaalia sekä tutkimustietoa kattavan ThingLink-tehtäväpolun tuottamiseksi. Kerätyn tiedon siirtäminen kompaktiin materiaalipohjaan auttaa opiskelijaa löytämään tarvitsemansa tiedot helposti. Sovellus on vuorovaikutteinen kansainvälisesti suosittu alusta, jossa kuvaan voi lisätä tageilla erilaista interaktiivista materiaalia (HAMK 2023; ThingLink n.d.). Materiaali tehdään järjestelmälliseksi tehohoitotyön vuoronvaihtoon ABCDE-protokollan mukaisesti (Alakare 2020).

3 Hengitysvajauspotilaan hoito teho-osastolla

Teho-osaston potilailla on todettu kriittinen ongelma peruselintoiminnoissa tai suuri riski sellaisen kehittymiseen. Useimmiten potilaiden löydöksiin kuuluu yhdistelmä verenkierron, hengityksen, tajunnan ja tärkeiden elinten, kuten maksan ja munuaisten häiriöistä. (Reinikainen 2018.) Tehohoidossa on potilaita, jotka eivät pysty olemaan vuodeosastolla vähemmällä valvonnalla. Potilaat voivat olla kriittisesti sairastuneita, vammautuneita tai esimerkiksi suuren leikkauksen jälkitilan seurannassa. (Pirkanmaan hyvinvointialue n.d.) Tehohoitotyö kattaa todella laajan teoreettisen alueen, joten tämä työ on rajattu hengityskoneessa olevan potilaan voinnin seurantaan ja arviointiin.

3.1 Hengitysvajaus

Hengitysvajaus ei yleensä ole yksittäinen sairaus vaan liittyy useiden eri elinten poikkeavaan toimintaan. Poikkeavuuksia voi olla esimerkiksi keuhkoissa, keuhko- tai isoverenkierrossa, keskushermostossa, rintakehässä tai hengitysilijaksissa. (Äkillisen hengitysvajauksen hoito: Käypä hoito –suositus 2006.) Hengitysvajaus voi kehittyä akuutisti tai kroonisesti (National Library of Medicine 2022).

Tehohoitoon joutuvalla potilaalla kyseessä on usein kroonistuneen hengitysvajauksen akuutti paheneminen. Hengitysvajauksen pääsyytä on kaksi, ventilaatio- ja alveolitason ongelmat. Ventilaatiotason ongelman vuoksi potilaan keuhkotuuletus on heikkoa (Tyks 2023), jonka seurauksena hiilidioksidia kertyy elimistöön ja elimistö happamoituu. Happamoitumisen vuoksi syntyy respiratorinen asidoosi. (Mustajoki 2021; Medlineplus 2021.) Ventilaativajautta aiheuttavia sairauksia ovat esimerkiksi: keuhkohtaumatauti (COPD), hermolihassairaudet, vaikea lihavuus, rintakehän liikkumista rajoittavat vammat sekä epämuodostumat ja keskushermostoa lamaavat lääkkeet, vammat ja sairaudet (Äkillisen hengitysvajauksen hoito: Käypä hoito –suositus 2006).

Ongelma voi sijaita myös alveolitasolla happeutumisessa, jolloin veren happipitoisuus laskee ja elimistön kudokset alkavat tuottaa energiaa anaerobisesti eli ilman happea. Energiatuotannossa ilman happea syntyy laktaattia, joka happamoittaa elimistöä. Tapahtumaa kutsutaan metaboliseksi asidoosiksi. (Medlineplus 2021.) Alveolitason kaasujenvaihtohäiriötä aiheuttavat sairauksia ovat esimerkiksi: keuhkopöhö, pneumonia, keuhkoembolia, akuutti keuhkovaurio ja hengitysvajausoireyhtymä (ARDS) sekä diffuusit keuhkokudoksen sairaudet (Äkillisen hengitysvajauksen hoito: Käypä hoito – suositus 2006), kuten pitkälle edennyt keuhkofibroosi, jossa keuhkokudos on arpeutunut (Tyks 2023). Hengitysvajauspotilaan yleisiä löydöksiä ovat syanoottisuus, keuhkoaltimopaineen suureneminen, matala happisaturaatio, veren korkea hiilidioksiditaso, sydämen oikean kammion suurentuminen sekä nopea syketaajuus (Terveyskyla 2022).

3.2 Hengityskonehoito ja ventilaatiomuodot

Pandolfon (2020) mukaan hengityskone on yksinkertaistettuna automaattinen paljemaskiventilaatio. Koneen tehtävänä on tukea hengitystä tai ottaa prosessi kokonaisvaltaisesti haltuun sellaisilla potilailla, jotka eivät itsenäisesti pysty hengittämään (Medical News Today 2023). Taulukossa 1 kerrotaan, millaisia hengitysmuotoja koneella pystytään suorittamaan. Koneen päätoimintona on pumpata tai puhaltaa happirikasta ilmaa keuhkoihin ja tuulettaa hiilidioksidia pois (Pandolfo 2020). Se myös säätelee ja monitoroi koneeseen laitettujen asetusten kautta: hengitystiepainetta, sisäänhengitysilman kosteutta ja lämpötilaa, hengitystaajuutta sekä sisäänhengityksen kertatilavuutta (Pandolfo 2020; Medical News Today 2023).

Hengityskonetta käytetään erilaisten potilasryhmien hoidossa. Potilas voi olla hengityskoneessa monesta eri syystä. Näitä ovat esimerkiksi vakava intoksikaatio, raju infektio, neurologinen potilas ja muusta syystä heikentynyt hengitys. Hengityskoneen käyttö näissä syissä vähentää elimistön kuluttamaa energiamäärää, mikä voi edistää paranemista. (American Thoracic Society 2020.)

Teho-osastolla on käytössä erilaisia ventilaattoreita. Eri ventilaattoreissa on erilaisia säätöjä ja ominaisuuksia, joita tulee opetella hoidon sujuvuuden vuoksi. Laitteiden peruseräite on sama, mutta näppäimet ja säätövalikot voivat olla erinäköisiä sekä ventilaatiomuodoissa voi olla eri ominaisuuksia. Esimerkkinä uusi Hamilton-C6-älyventilaattori (kuva 1), jossa on perinteisten ventilaatiomuotojen lisäksi intelligent-ASV (Adaptive Support Ventilation). Tässä moodissa kone seuraa ja vaihtaa itsenäisesti hengityskoneen säätöjä perustuen seurattaviin arvoihin ja koneen ruudulle piirtyvän ventilaatioaallon muotoon. Koneeseen saadaan sekä automaattinen kuffin paineen mittausta että säätö. (Hamilton 2021.)



Kuva 1 Hamilton-C6-älyventilaattori (Hamilton-C6 2021)

4 Ilmateiden ja hengityksen arviointi

ABCDE-protokolla toimii ohjeena potilaan systemaattiseen tutkimiseen. Kirjaimet tulevat sanoista "Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure". Protokollaa voidaan käyttää potilaan elintoimintojen kartoittamiseen silmämääräisesti ja tarkemmin mittausten avulla. (Sairaanhoitajat n.d.) Tässä kappaleessa keskitytään kyseisen protokollan AB-puoleen. C ja D osio käydään läpi myöhemmissä kappaleissa.

4.1 Hengitystien avonaisuuden varmistaminen

Ventilaattorihoidossa olevan potilaan ilmateiden seuranta aloitetaan tarkastamalla, että intubaatioputki ei ole taipunut tai potilas ei pure sitä. Intubaatioputken muoto voi muuttua puremisen seurauksena, joka voi heikentää potilaan happeutumista. Intubaatioputkeen voi tulla myös reikä, joka johtaa ilmapuotoon. Potilaalle voidaan tässä tilanteessa vaihtaa vahvistettu intubaatioputki. (Mustafa 2016.) Seuraavaksi tarkastetaan rintakehän nouseminen symmetrisesti sekä kuffipaine. (Laine, S., keskustelu 11.10.2023)

Kuffipaine laskee itsestään ajan myötä ja siksi sitä on tärkeää seurata. Jos paine laskee liikaa, myös ventilaation laatu kärsii ohivuodon seurauksena. Tällöin myös ventilaattori saattaa ilmoittaa vuodosta, eli koneeseen palaava ilmavolyymi (uloshengitystilavuus), on pienempi kuin koneesta lähtevä volyyymi (sisäänhengitystilavuus). Alhaisen paineen vuoksi myös riski aspiraatiolle ja intubaatioputken ulosluiskahtamiselle kasvaa. Kuffin paine tulisi olla 20–30 cmH₂O välillä optimaalisessa tilanteessa. (Bennett ym. 2011.)

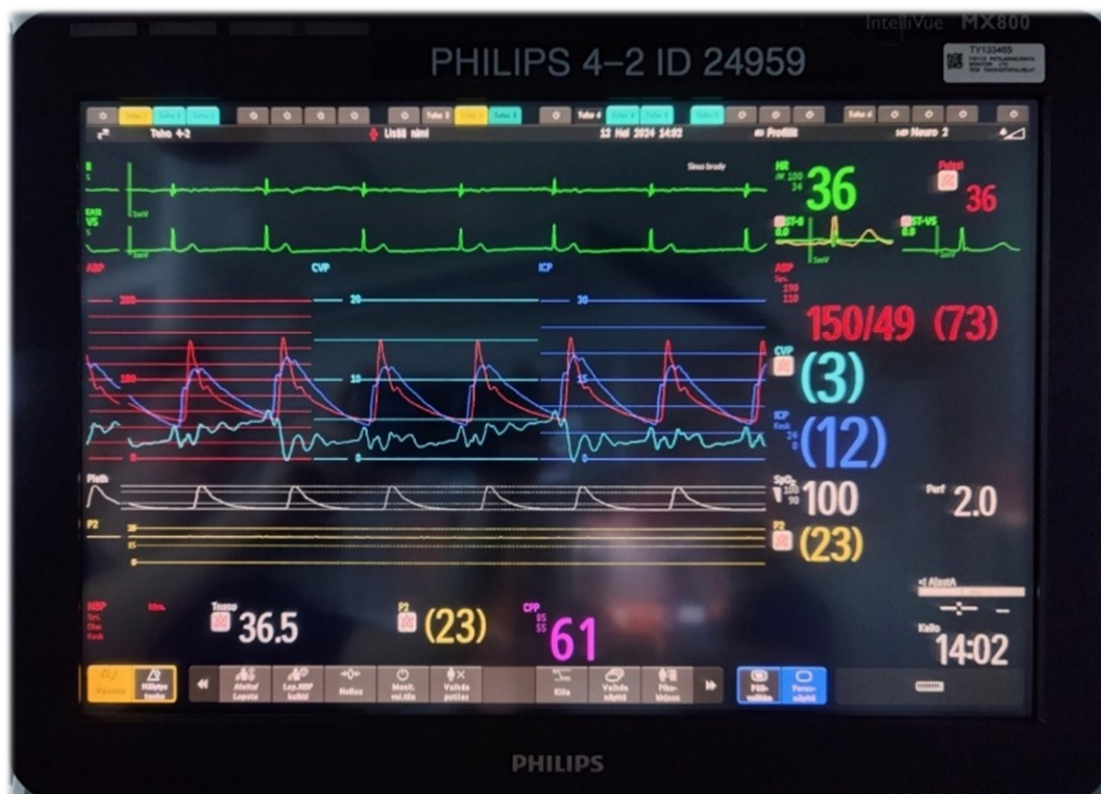
Liian korkea kuffipaine voi aiheuttaa intuboiduilla potilailla lisääntyntä äänen käheyttä ekstubaation jälkeen sekä kivun tunnetta kurkussa. Yhä paineen noustessa potilas voi saada henkitorven ahtauman tai kudonvaurion. (Bennett ym. 2011.) Pahimmillaan liian korkea paine voi aiheuttaa jopa henkitorven ruptuurin tai kudoksen kuolion (Doyle ym. 2015). Kuffin painetta seurataan kuffipainemittarilla. Jos mittaria ei ole saatavilla, saadaan pienin toimiva paine

auskultoimalla; Lisätään ruiskulla ilmaa kuffiin, kunnes vuotoääni loppuu. (Rackley 2020.)

4.2 Hengityksen riittävyyden arviointi

Hengitysänten auskultointi kertoo potilaan keuhkojen tilasta. Poikkeavia löydöksiä hengitysäänissä ovat ritinät keuhkojen alaosissa, jotka johtuvat nesteiden kertymisestä keuhkoihin. Stridor keuhkoputkessa tai henkitorvessa kuuluu yleensä sisäänhengityksen aikana. Se voi johtua intubaatioputken ärsytyksestä tai infektiosta. Rohinat johtuvat yleensä liman kertymisestä. (Kiljander ym. 2021.) Vinkunat alahengitysteissä johtuvat esimerkiksi astmasta. Hiljaiset hengitysänet tai äänen puuttuminen kokonaan on merkki siitä, että ilma ei pääse virtaamaan keuhkoon kunnolla. Syynä siihen voi olla paineilmarinta, atelektaasit tai keuhkokuume. Nämä näkyvät myös hengitystiepaineen nousuna. (Medictests 2024.)

Seuraavaksi käydään läpi seurattavia arvoja monitorilta hengityksen osalta. Kuvassa 2. on esimerkki seurantamonitorista. Happisaturaatio (SpO_2) on tärkeä arvo ja se antaa suuntaa ventilaation onnistumisesta. Normaali saturaatio terveellä ihmisellä on 95–100 %. Saturaation viitearvoista poikkeavat muutokset voivat olla aikainen merkki pahenevasta keuhkovauriosta tai hypoksemiasta. Pulssioksimetrin aallon amplitudista voidaan myös arvioida suonien verivolyyymia ja lihastonusta. Hyvä verenkierto näkyy korkeana pulssikäyränä. (Rackley 2020.)



Kuva 2 Monitori, jossa rytmi-, pulssi-, verenpaine-, MAP-, CVP-, ICP-, saturaatio-, lämpötila- ja CPP-seuranta

Keuhkosairailta potilailla, joilla on happeutumisessa ongelmaa jo ennestään, happiarvolle määritellään normaalia alempi tavoitearvo (88–92 %) (O’Driscoll 2008). Tämä ilmiö voi liittyä potilaiden heikentyneeseen keuhkojen ventilaatioon, mutta syytä ei ole saatu täydellisesti selville. Koska hiilidioksidia ei poistu tarpeeksi tehokkaasti, sen määrä verenkierrossa kasvaa. Potilaan elimistö on sopeutunut korkeampiin hiilidioksidipitoisuuksiin, minkä takia hengityskeskus stimuloituu happipitoisuuden muutoksiin. Kun happipitoisuus nostetaan normaalille tasolle, potilaan hengitystaajuus hidastuu ja omat hengitykset voivat jopa pysähtyä. (Swaminathan 2015.) Tämä voi vaikeuttaa esimerkiksi potilaan vieroittumista hengityskoneesta. (Laine, S., keskustelu 11.10.2023)

Hiilidioksidiarvoa (EtCO_2) on tärkeää seurata, sillä sen perusteella voidaan arvioida riittävää keuhkotuuletusta. Jos hiilidioksidiarvo nousee, voidaan ventilaatiotaajuutta sekä hengitystiepainetta lisätä tilanteen korjaamiseksi. (Rackley 2020.) Joissakin tilanteissa hiilidioksidin nousu johtuu keuhkojen venyvyyden vähentymisestä, jolloin kuolleen tilan tilavuus lisääntyy. Hallittu hiilidioksidin nousu vähentää respiratorisen asidoosin (elimistön nesteiden happamoituminen) pahentumista, koska metabolinen alkaloosi (elimistön nesteiden emäksisyys) kompensoi veren happamuutta. Maltillinen hyperkarbia voi auttaa kudosten hapensaantiin hapen helpomman irtautumisen vuoksi hemoglobiinista. (Varpula 2022.)

Sedatoitu ja intuboitu tehohoito potilas ei aina pysty itsenäisesti poistamaan limaa yskimällä. Tällöin endotrakeaalinen imu on tärkeää, sen laskiessa riskiä liman karstoittumiselle ja atelektaasien kehittymiselle, jotka voivat johtaa puutteelliseen ventilaatioon ja hengitystiepaineen nousuun. (Egerodd ym. 2009.)

Yleisin sairaalainfektio tehohoidon potilailla on ventilaattoripneumonia eli VAP. Intubaatio kajoavana toimenpiteenä altistaa potilaat infektiolle, koska intubaatioputki mahdollistaa mikrobikolonisaation pääsyn hengitysteissä pidemmälle hengitysteihin. Teho-osaston potilaista noin 12–29 % sairastaa pneumonian. Hyvällä käsihygienialla ja aseptisillä imuilla voidaan ehkäistä teho-osastojen infektioita. Pneumonia voi vaikuttaa ventilaation laatuun huomattavasti. (Laine 2001.)

4.3 Hengityskoneen säätöjen ja siitä seurattavien arvojen tarkistaminen

Nykyään ventilaattorihoidossa pyritään keuhkoja säästävään ventilaatioon eli kertahengitystilavuus (V_t , tidal volume) pidetään matalana, noin 4–8 ml/kg (Alanen ym. 2022b). Varpulan (2022) mukaan kuitenkin potilailla, joilla on todettu akuutti hengitysvajausoireyhtymä (ARDS) voi jo 6–7 ml/kg aiheuttaa lisävaurioita keuhkoihin. Tasannepainetta eli sisäänhengityksen huippupaineen jälkeistä painetta (P_{plat}) tulee seurata ja sen ylittäessä 30 cmH_2O keuhkojen

ylivenymisen uhka kasvaa. Ppeak tarkoittaa sisäänhengityksen huippupainetta, joka on useimmiten 16–26 cmH₂O, kuitenkin alle 40 cmH₂O. (Alanen ym. 2022b.)

PEEP-arvo, eli uloshengityksen loppupaine, helpottaa kaasujen vaihtumista ja veren happeutumista. Sen toiminta perustuu jatkuvaan ylipaineeseen keuhkoissa, jolloin alveolit eivät pääse supistumaan kasaan uloshengityksen aikana. PEEP-arvo määritetään potilaalle aina erikseen ja säädetään koneen antamien arvojen ja käyrien perusteella. (Varpula 2022.)

Jos PEEP jää uloshengityksen jälkeen suuremmaksi kuin asetettu arvo, on kyse auto-PEEP:sta. Auto-PEEP syntyy, kun keuhkot eivät ehdi tyhjenemään eli uloshengityksen aika on liian lyhyt. PEEP-paineen vuoksi rintaontelonsisäinen paine nousee, jonka seurauksena laskimopaluu vähenee. Auto-PEEP voi heikentää verenkiertoa entisestään, joten verenkierron tukemiseen tulee varautua. Auto-PEEP:n hoitona on hengitystilavuuden tai -taajuuden vähentäminen, sisäänhengityksajan lyhentäminen tai keuhkoputkien lihaksia relaksoivan lääkkeen antaminen potilaalle. (Alanen ym. 2022b.)

Keuhkojen ja rintakehän kimmoisuutta sekä joustavuutta kuvataan komplianssina. Sitä voidaan arvioida mittaamalla, kuinka paljon kaasua keuhkoihin saadaan syötettyä ilman, että hengitystiepaine nousee yli 35 cmH₂O. Normaali arvo on 50–100 ml/cmH₂O. Hengityskone laskee komplianssin spirometriakäyrän avulla. (Alanen ym. 2022b.)

Sisäänhengityskaasun happifraktio eli happiprosentti (FiO₂) säädetään potilaan vasteen mukaan. Happipitoisuus pyritään pitämään tasolla, jossa potilas happeutuu riittävästi ja hengitettävän kaasun happipitoisuus ei ylitä 70 %. Liian korkea happitaso voi johtaa verenkierrossa happiradikaalien muodostumiseen. Sisäänhengitysilman happipitoisuutta ei saa laskea liian nopeasti, koska se voi aiheuttaa keuhkoverisuonien supistumista ja tätä kautta keuhkoverenpaineen nousua. Lasku suositellaan tehtävän 5 % 30 minuutin välein. Lyhytaikaiseen hoitoon sekä imuja ennen voidaan käyttää 100 % happea. (Alanen ym. 2022b.)

Minuuttitilavuus (MV) näkyy hengityskoneen näytöllä ja se lasketaan kertomalla hengitystaajuus kertatilavuudella. Minuuttitilavuutta säädetään lähinnä

hengitystaajuuden avulla. Hengitystaajuutta säädetään uloshengityksen sekä valtimon astrup-näytteen (verikaasuanalyysi) hiilidioksidipitoisuuden perusteella. Normaali uloshengityksen hiilidioksidiarvo (etCO_2) on 4,5–5,5 kPa. Jos hiilidioksidiarvo nousee, säädetään hengitystaajuutta suuremmaksi. (Alanen ym. 2022b.)

4.4 Verikaasuanalyysi apuna hengityksen riittävyyden arvioinnissa

Ventilaation onnistumista voidaan arvioida valtimokanyylista otettavalla verikaasuanalyysillä (arteria-astrup), joka kertoo potilaan happo-emästasapainosta sekä kaasujenvaihdosta (Alanen ym. 2022e). Astrup-näytteen happiarvo kertoo keuhkojen kautta verenkiertoon siirtyneen hapen määrästä. Näytteen hiilidioksidiarvo kertoo hiilidioksidin poistumisen eli keuhkotuuletuksen onnistumisesta. Jos keuhkotuuletus ei toimi kunnolla, verenkiertoon alkaa kertyä hiilidioksidia ja verenkierto happamoituu. Veren pH-arvo vaikuttaa kudosten ja elinten toimintaan, minkä vuoksi sitä on tärkeää seurata ja korjata hengityskoneen säädöillä. (Medlineplus 2022.) Esimerkiksi verinäytteen happamuus kertoo minuuttiventilaation riittämättömyydestä (Morgan 2024).

Näytettä voi tulkita itse ja tarvittaessa analysoitsija voi auttaa tulkinnessa (kuva 3). Verikaasuanalyysistä saatavia arvoja ovat happamuus (pH), hiilidioksidiosapaine (PaCO_2), happiosapaine (PaO_2), emästase (BE, base excess) ja bikarbonaatti (HCO_3^-). Näytteestä voidaan lisäksi tutkia myös laktaattipitoisuutta, verensokeria, hemoglobiinia tai hematokriittia, sekä elektrolyyttipitoisuuksia, kuten natrium, kalium, kloridi ja kalsium. Taulukossa 2 kuvataan valtimoverikaasuanalyysin yleisimmät osatutkimukset ja niiden viitearvot. (Alanen ym. 2022e.)

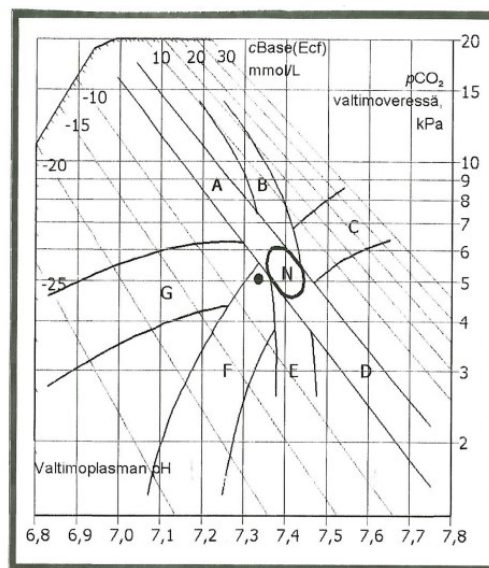
Verikaasu-arvot			
↓ pH	7,335		[7,350 - 7,430]
pCO ₂	5,05	kPa	[4,50 - 6,00]
pO ₂	11,0	kPa	[10,0 - 14,0]
cHCO ₃ ⁻ (P.st) _C	20,2	mmol/L	
cBase(B) _C	-5,1	mmol/L	
Oksimetria-arvot			
ctHb	150	g/L	[117 - 170]
FO ₂ Hb	95,9	%	[94,0 - 97,0]
FCO ₂ Hb	1,0	%	[0,0 - 3,0]
FMetHb	0,6	%	[0,0 - 1,0]
FHHb	2,5	%	[0,0 - 5,0]
sO ₂	97,5	%	
Elektrolyyttiarvot			
cNa ⁺	144	mmol/L	[136 - 144]
cK ⁺	3,8	mmol/L	[3,3 - 4,8]
↓ cCa ²⁺	1,14	mmol/L	[1,18 - 1,32]
cCa ²⁺ (7.4) _C	1,10	mmol/L	
↑ cCl ⁻	116	mmol/L	[100 - 108]
Metaboliittiarvot			
↑ cGlu	8,6	mmol/L	[4,0 - 6,4]
cLac	1,2	mmol/L	[0,5 - 2,0]

Muistutukset

↑	Arvot yli viitealueen
↓	Arvot alle viitealueen
c	Lasketut arvot

Reagenssipakettierä: ()
Tulostettu 22:09:52 22.2.2024

Sensorikasettierän nro: ()



© COPYRIGHT Radiometer Medical ApS, Denmark, 1970.

2009. All Rights Reserved. Reference: Siggaard-Andersen, O.:
Scand. J. Clin. Lab Invest., 27-239, 1971. Radiometer Reprint
AS 45.

- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|------------------------------------|
| A | akuutti respiratorinen asidoosi | E | krooninen respiratorinen alkaloosi |
| B | krooninen respiratorinen asidoosi | F | krooninen metabolinen asidoosi |
| C | krooninen metabolinen alkaloosi | G | akuutti metabolinen asidoosi |
| D | akuutti respiratorinen alkaloosi | N | normaali alue |

Tulostettu 22:09:58 22.2.2024

Kuva 3 Valtimoverianalyysi, osittain kompensoitunut metabolinen asidoosi (Kuva TYKS teho-osastolta)

5 Verenkierron riittävyyden arviointi

Verenkierron tarkoituksena on siirtää vitamiineja, proteiineja, rasvoja ja happea kudoksille rakennusaineeksi ja energian lähteeksi. Sydän pumppaa verta keuhkoille (keuhkoverenkierto), josta hapekas veri virtaa sydämen kautta kudoksille (systeemiverenkierto). Kudoksilta vähähappinen ja hiilidioksidipitoinen veri, jossa on mukana kuona-aineita, virtaa takaisin sydämeen ja kierto alkaa alusta. (Health direct 2023.) Verenkierto jaetaan kahteen pääosa-alueeseen, jotka ovat systeemiverenkierto ja keuhkoverenkierto. Systeemiverenkiertoon kuuluu verenkierto sydämen vasemmasta kammiosta aortan kautta kudoksille, sydämelle, munuaisille, aivoille ja muille elimille. Keuhkoverenkiertoon kuuluu oikean eteisen kautta tapahtuva verenkierto keuhkoille. (National Library of Medicine 2010.)

5.1 Verenpaineen invasiivinen arviointi

Verenkierron riittävyyden seuranta on tärkeää, koska tehohoidon potilailla hemodynaamiikka on useimmiten epävakaa ja sitä joudutaan tukemaan lääkkeellisesti. Riittämätön verenkierto voi johtaa kudosten hapenpuutteeseen ja elinvaurioon. Traumaverenvuotopotilailla verenpainetavoitteet voivat olla hieman alhaisemmat verenvuodosta johtuvan hypotension ja lisäverenvuodon riskin vuoksi. Verenpainetta mitataan sekä invasiivisesti valtimokanyylillä että noninvasiivisesti verenpainemansetilla. (Chen ym. 2023.)

Verenpaineen mittaus noninvasiivisesti mansetilla on epäluotettavaa erityisesti niillä potilailla, joilla on vaikea verenkierronhäiriö. Niinpä verenpainetta voidaan seurata tarkemmin asettamalla potilaalle arteriakanyyli. Sen avulla potilaan verenpaine arvot saadaan reaaliaikaisesti verenkierrosta valvontamonitorille. Reaaliaikaisesti monitorille heijastuvat verenpaine arvot antavat mahdollisuuden reagoida verenpaineen muutoksiin nopeasti. (Alanen ym. 2022e.)

Arteriakanyyli antaa tietoa verenpaineesta, jonka potilaskohtaiset tavoitearvot voivat vaihdella merkittävästi riippuen hoidettavasta sairaudesta. Jotta arteriakanyylista saadaan luotettavia arvoja, tulee kanyylin huuhtelunesteen painepussissa olla riittävän kova paine (250–300 mmHg). Paineanturi tulee myös kalibroida nollaamalla se huoneilmalla, ja asettamalla mittausanturi sydämen eteisten tasolle. Systolinen verenpaine kuvaa kammion supistumisen loppupainetta suuressa valtimossa. Terveellä aikuisella sen normaaliarvo on 90–140 mmHg. Diastolinen verenpaine kertoo sydämen lepovaiheen verenpaineesta suuressa valtimossa. Sen tulisi olla alle 90 mmHg. (Alanen ym. 2022e.) Näiden arvojen lisäksi monitorinäytölle tulee näkyviin keskivaltimopaine eli MAP. MAP lasketaan kaavalla $(\text{systolinen} + 2 \times \text{diastolinen}) \div 3$ tai $(\text{Systolinen paine} - \text{Diastolinen paine}) \div 3 + \text{Diastolinen paine}$. MAP-arvo on tärkeä verenkierron arvioinnin työkalu ja sen avulla saadaan tietoa, onko verenkierto riittävää kudoksille. Normaali MAP on noin 60–100 mmHg. Jos MAP on alle 60, verenkierto ei välttämättä riitä aivoille ja elimille. (Nall 2023.)

5.2 Sydämen pumppaustoiminnan ja verivolyymin riittävyyden arviointi

Normaalisti sydämen pumpatessa sähköinen toiminta alkaa sinussolmukkeesta, jonka tehtävänä on määrittää sydämen syketaajuus. Sydän supistuu säännöllisesti sähköimpulssien seurauksena, jotka kulkevat sydämen johtoratoja pitkin ja saavat aikaan sydämen pumppaamisen eli sydämen lihaskudoksen supistumisen. Sydämen pumppaustehoon voi vaikuttaa negatiivisesti esimerkiksi kuume, anemia, jännitys tai nestevajaus. Negatiivisesti vaikuttavat asiat tulisi ottaa huomioon sydämen toimintaa arvioidessa. (Terveyskylä 2020.)

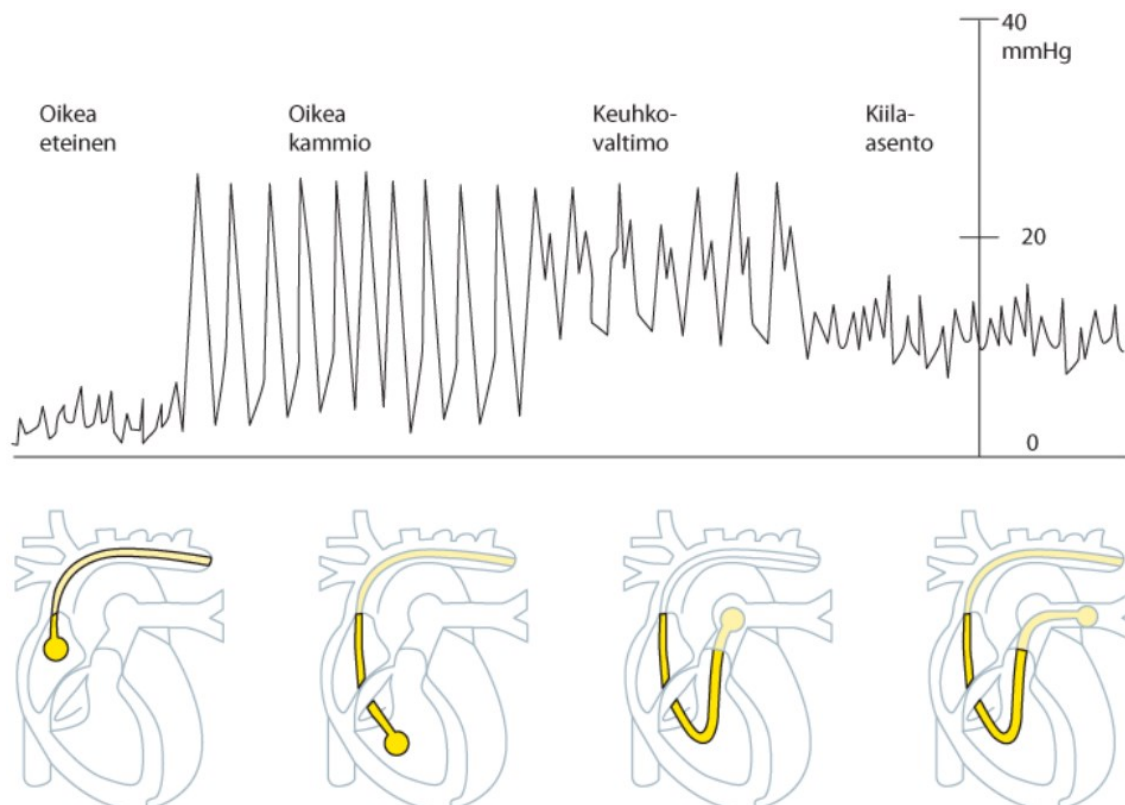
Verenkiertoa voidaan arvioida ilman varsinaisia mittareita. Radialis sykettä tunnustelemalla voidaan havaita, onko syke tasainen, tuntuuko se molemmissa käsissä yhtä voimakkaana tai onko siinä havaittavissa jotain poikkeavaa kuten lankamaisuutta. Myös ihoa katsomalla ja tunnustelemalla saadaan kuvaa verenkierron tilasta. Raajojen lämpörajat, mahdollinen hikisyys, turvotus ja

kapillaaritäyttö viestivät mahdollisista verenkierron ongelmista. (Alanen ym. 2022a.)

Yksi tehohoidossa käytössä olevista mittausmenetelmistä on Swan-Ganz-katetri. Se asetetaan laskimoa pitkin sydämen oikeaan eteiseen ja uitetaan kammion läpi keuhkovaltimeen. Katetria kutsutaankin keuhkovaltimokatetriksi. Katetrissa on neljä luumenta, joista voidaan mitata keskuslaskimopaine, keuhkovaltimopaine, kiilapaine, sydämen pumppausteho ja lisäksi antaa infuusioita kirkkaasta luumenista. (Khalid & Ziccardi 2023.) Yleisimmin Swan-Ganzia käytetään sydänleikatuilla potilailla. (Laine, S., keskustelu 11.10.2023)

CVP (Central Venous Pressure) eli keskuslaskimopaine kertoo oikean eteisen täyttymis- ja keskuslaskimopaineesta. Keskuslaskimokatetri, joka on Swan-Ganzin sininen lumen, sijaitsee oikeassa eteisessä. CVP-linjaa voidaan käyttää myös infuusiolinjana. (Khalid & Ziccardi 2023.) CVP-mittauksen normaaliarvo on 4–8 mmHg. Mittauksen avulla voidaan arvioida verenkierron riittävyyttä ja sydämeen palaavan veren määrää. (Kallio & Meinberg 2024.) Mittari on herkkä ja saattaa joskus näyttää nolaa tai jopa negatiivisia arvoja. (Laine, S., keskustelu 11.10.2023)

PCWP (Pulmonary Capillary Wedge Pressure) eli keuhkokapillaarien kiilapaine kertoo vasemman eteisen ja kammion täyttöpaineesta sekä mitraaliläpän toiminnasta. Mittaus tapahtuu täyttämällä Swan-Ganz-katetrin ballongi, joka tukkii keuhkovaltimon haaran ja antaa siten painelukeman, joka vastaa vasemman eteisen ja kammion painetta (kuva 4, kiila-asento). Mittauksen jälkeen ballongi tyhjennetään. Normaali kiilapaine on noin 4–12mmHg ja sitä suuremmat lukemat voivat viitata vakavaan vasemman kammion vajaatoimintaan tai mitraaliläpän ahtaumaan. (Nair & Lamaa 2023.) Samasta luumenista saadaan mitattua myös PAP (Pulmonary Artery Pressure) eli keuhkovaltimopaineen. Pulmonaalipaine kertoo keuhkoverenkierron tilasta. Sen normaaliarvot ovat diastolian aikana 8–14 mmHg ja systolian aikana 25–30 mmHg. (Louhela 2023.)



Kuva 4 Keuhkovaltimokatetrin asettamisen vaiheet (Kallio & Meinberg 2024)

CO (Cardiac output) eli sydämen minuuttitilavuus saadaan mitattua käyttämällä apuna katetrin lämpötila-anturia, joka sijaitsee keuhkovaltimossa. Anturi piirtää lämpötilakäyrää monitorille samaan aikaan, kun hoitaja infusoi viileää nestettä ylempään lumeniin, yleensä CVP-linjaan. Lämpötilan vaihtumisen perusteella anturi laskee virtausnopeuden lämpötila-anturin ohi. Mittauksessa otetaan huomioon kolme parasta mittausta ja lasketaan niiden keskiarvo. (Khalid & Ziccardi 2023.) Sydämen minuuttitilavuuden normaaliarvo on noin 4–8 l/min. Kun suhteutetaan mitattu tilavuus arvioituun kehon pinta-alaan, saadaan sydämen minuuttitilavuusindeksi CI, jonka normaaliarvot ovat noin 2,5–4 l/min/m². (Kallio & Meinberg 2024.)

Verenpainetasoa sekä muita vitaaliarvoja arvioimalla ja korjaamalla pyritään turvaamaan myös aivojen riittävä verenkierto. Näin voidaan mahdollistaa aivokudoksen hapen ja ravinnon saanti sekä estää kallonsisäisen paineen (Intra Cranial Pressure) nousu. (Alanen ym. 2022c.)

Kallonsisäisen paineen normaalina pitämiseen pyritään erilaisin hoitotoimenpitein. Näitä ovat esimerkiksi kehon lämpötilan ylläpitäminen normaali tasolla, kanttinauhan kireyden tarkastaminen ja tarvittaessa löysentäminen, sängyn päädyn pienen kohoasennon, noin (30–40°) nostaminen sekä pään asennon varmistaminen. Pään tulisi olla kohtisuorassa kehon linjan mukaan. Näin voidaan varmistaa esteetön ja riittoisa laskimopaluu aivoista. (Haskell 2020; Alanen ym. 2022c.)

Jos potilaalla on ICP-mittari, voidaan seurata CPP-arvoja (Cerebral Perfusion Pressure). CPP-arvo antaa tärkeää tietoa aivojen perfuusiopaineesta. Jos CPP laskee samalle tasolle MAP kanssa, potilaan aivoissa ei kierrä verta ollenkaan ja aivokudoksessa muodostuu iskemiaa sekä aivokuoleman riski kasvaa. CPP-arvo lasketaan kaavalla MAP-ICP. CPP-arvon tavoiteltava lukema on yli 60 mmHg, jotta aivoille olisi riittävä verenkierto. (Parkkali & Puustinen 2024.)

5.3 Nestehoito teho-osastolla

Teho-osastolla jokaisella potilaalla pidetään tarkkaa kirjanpitoa nestemääristä. Perusnesteet ja lääkkeet menevät useimmiten joko infusomaatin tai perfuusorin kautta. Laitteet helpottavat kirjaamista ja monesti laskurin pystyy yhdistämään tietokoneeseen, jolloin arvot päivittyvät automaattisesti kirjaamisjärjestelmään. Jos kirjaamisjärjestelmä ei toimi, tehdään nesteiden kirjaaminen käsin anestesiakaavakkeeseen. (Malbrain ym. 2018.)

Tehohoidossa olevien potilaiden elektrolyyttitasapainon suhteen tulee olla tarkka, sillä mahdollisten oireiden havaitseminen voi olla haastavaa. Elektrolyyttitasapainon ohjaaman nestehoidon laiminlyöminen voi johtaa tuhoisiin seurauksiin. (Lee 2010.)

Nestehoidolla ylläpidetään normovolemiaa, jota arvioidaan verikokeilla, monitoriarvoilla ja kliinisillä tutkimuksilla. Hypovolemian voi tunnistaa esimerkiksi raajojen viileästä lämpötilasta ja sinertävästä väristä, vähäisestä ja tummasta

virtsaantulosta sekä alhaisesta verenpaineesta ja korkeasta sykkeestä. Virtsaantulosta voidaan arvioida samalla myös munuaisten toimivuutta ja virtsamäärä tulee tarkastaa säännöllisin väliajoin. (Malbrain ym. 2018.) Nestehoidon aikana tulee päivittäin laskea nestetasapaino, joka on annettujen ja poistuneiden nesteiden erotus. Poistuneisiin nesteisiin lasketaan virtsamäärät, oksennukset, ripuli, nesteen haihtuminen iholta ja verenvuoto. Nesteen haihtumiseen käytetään kaavaa 15 ml/kg/vrk ja kuume lisää haihtumista $2\text{--}2,5 \text{ ml/kg}$ vuorokaudessa yhtä astetta kohden 37 asteesta ylöspäin. (Castrén 1998.) Jokaisella potilaalla arvioidaan nestebalanssin tavoitearvot ja ne voivat olla negatiiviset, neutraalit tai positiiviset. Hypovolemia johtuu tehohoidossa olevilla potilailla useimmiten verisuonten lisääntyneestä läpäisevyydestä, jolloin osa verivolyymista siirtyy soluvälitilaan. Hypovolemiaa aiheuttavat myös nukutusaineet, joilla on vasodilatoivia sivuvaikutuksia. Jo 30% verivolyymin lasku heikentää hapen siirtymistä kudoksiin ja voi aiheuttaa monielinvaurion sekä kuoleman. (Malbrain ym. 2018.)

Nestehoidon toinen ääripää on hypervolemia. Hypervolemia lisää kuolleisuutta tehohoidossa ja sen jälkeen. Liiallinen nesteen saanti voi aiheuttaa keuhkopöhön, kudosturvotusta, sydämen vajaatoimintaa, haavojen paranemisen heikkenemistä ja suolen toimintavaikeutta. Jos huomataan nestelastin kasvaneen, on useimmiten ensisijainen hoito diureetti. Diureetin lisäksi nestetasapainoon tulee kiinnittää erityistä huomiota, jotta nestettä ei kerry elimistöön enempää. Monella tehohoidon potilaalla voi olla myös munuaisvaurio, jolloin nestelastin purkuun tarvitaan lisäksi dialyysihoitoa. Nesteen kertyessä elimistöön paino lisääntyy, jonka vuoksi painoa on hyvä seurata. 10% painonnousu nostaa tilastollisesti riskiä hoidon aikaisiin komplikaatioihin. (Ravindra & Rolando 2016.) Normovolemian tavoittelemisen aikana tulee huomioida myös elektrolyyttien pitoisuudet verenkierrössä. (Laine, S., keskustelu 11.10.2023)

Kalium ja natrium ovat elektrolyyttejä ja yhdessä vaikuttavat verenpaineeseen sekä elimistön nestetasapainoon. Ne toimivat parina, ja niiden välinen tasapaino

on tärkeä. (Saarnikko 2023.) Kaliumtasot usein muuttuvat natriumtasojen mukana. Kun natrium nousee, niin kalium laskee, ja kun natrium laskee, kalium nousee. (University of Michigan Health 2023.)

Normaali kaliumpitoisuus elimistön nesteissä on ratkaisevan tärkeää solujen normaalille toiminnalle (Mustajoki 2022). Lievät pitoisuuden muutokset ovat usein oireettomia, mutta liiallinen tai puutteellinen määrä voi johtaa lihasten ja sydämen toiminnan häiriöihin (Pelttari 2023a). Hoitamattomana hyperkalemiaan liittyy yleensä suurempi sairastumis- ja kuolleisuusriski kuin hypokalemiaan (Moran 2019).

Yleisimmin hypokalemian aiheuttajana on lisääntynyt kaliumin menetys elimistöstä, ja tämä johtuu usein nesteenoistolääkkeiden, kuten diureettien, käytöstä. Tehohoidossa olevilla potilailla, jotka saavat suonensisäistä nestehoitoa, on riski kehittää kaliumin puutetta, ellei heidän nesteytykseensä sisälly riittävästi kaliumia. Siksi kaliumarvoja seurataan tiiviisti, ja kaliumin määrää nesteissä säädellään tarpeen mukaan. (Pelttari 2023b.) Hypokaleemisella potilaalla voi seurata myös ongelmia glukoositasapainossa, sillä insuliinin erityis vähenee ja insuliiniresistenssi lisääntyy (Matikainen 2022).

Hyperkalemian yleisin syy on munuaissairaus, joka vähentää kaliumin erittymistä virtsaan. Lisäksi tietyt lääkkeet, erityisesti ACE-estäjät, joita käytetään verenpaineen ja sydänsairauksien hoidossa, voivat aiheuttaa kaliumin liikakertymistä elimistöön. (Mustajoki 2022.)

Kalium arvoja voidaan seurata suoraan verestä sekä arvioida EKG:sta QRS-kompleksin muutoksista (Matikainen 2022). Edistynyt hyperkalemia voi johtaa EKG-muutoksiin, kuten huippuunsa kohoava T-aalto, litistynyt P-aalto, pidentynyt PR-väli, ST-lasku ja pidentynyt QRS-kesto. Hypokalemiaan voi taas liittyä huippuunsa kohoava P-aalto, pidentynyt PR-väli, voimakas U-aalto, matala T-aalto ja ST-lasku. (Deravi ym. 2020.)

Jopa 25 % tehohoidon potilaista esiintyy hypernatremiaa. Hypernatremia vaikuttaa elinten toimintaan ja voi aiheuttaa hyperglykemiaa, pitkittyntä hengityskonehoitoa, veritulppariskin kasvua ja vähentää sydämen vasemman kammion supistuvuutta. Hypernatremia johtuu nesteiden poistumisesta kehosta, jolloin nesteen määrä elektrolyyttien määrään kehossa on epätasapainossa. Nesteen poistumiseen vaikuttaa esimerkiksi hyperglykemia, joka aiheuttaa osmoottista diureesia. Natriumin korkea pitoisuus aiheuttaa osmoosia soluvälitilasta verenkiertoon. (Distenhreft 2018.) Hyponatremia johtuu nesteiden liiallisesta saannista. Nesteen suuri tilavuus aiheuttaa elektrolyyttien alimäärän nestemäärään verraten. Hyponatremia voi aiheuttaa esimerkiksi kouristelua ja nesteen kertymistä soluvälitilaan. Nesteen kertyminen voi aiheuttaa alveolaarista ödeemaa, joka vaikeuttaa mekaanisen ventilaation onnistumista. (Farkas 2021.)

Hyperglykemia eli korkea verensokeri ja insuliiniresistenssi ovat yleinen ongelma tehohoitopotilailla sekä vakavasti sairailta ihmisillä. Tila johtuu kehon metabolisista ja hormonaalisista muutoksista, jotka ovat syntyneet elimistön stressireaktiona sairaudelle tai vammalle. Stressivasteen saa aikaan insuliinin vastavaikuttajahormonien (katekoliamiinit, glukagoni, glukokortikoidit, kasvuhormoni) sekä sytokiinien liiallinen erittyminen. Mitä vakavampi potilaan tila on, sitä suurempi on riski hyperglykemian esiintymiselle. Hyperglykemia altistaa potilaan postoperatiivisille infektioille, heikentää suoliston liikkeitä, lisää proteiinien hajoamista ja vähentää immuunijärjestelmän kykyä taistella infektioita vastaan. (Ala-kokko & Korkiakoski 2002.)

Verensokeria tulee kontrolloida hoitoa aloitettaessa tai annosmuutosten jälkeen 1–2 tunnin välein ja kun tasapaino on löytynyt, noin 4–6 tunnin välein. Kun sokeritasoa lasketaan jatkuvasti, tulee myös hypoglykemian riski muistaa. Se on kuitenkin melko harvinaista valvotuissa tehohoito-olosuhteissa. (Ala-kokko & Korkiakoski 2002.)

Laskimotukosriski kasvaa tehohoidon potilailla, koska potilaat makaavat pitkiäkin aikoja paikallaan esimerkiksi hengityslaitteiden takia. Laskimotukoksen

diagnosointi on tehohoidossa olevilla potilailla vaikeaa. Potilaat eivät esimerkiksi sedaation tai ventilaatiohoidon takia kykene kertomaan mahdollisista oireistaan. Ehkäistäkseen laskimotukoksia niille riskialttiilla potilailla aloitetaan veren hyytymistä estävä lääkitys. Lääkityksen aloitukseen vaikuttaa potilaan jo aiemmat riskit verenvuodoille, lääkityksen lisäksi potilaiden mahdollisia raajaturvotuksia tarkkaillaan ja heitä mobilisoidaan tukosten ehkäisemiseksi. (Kuitunen & Vahtera 2016.)

Mobilisaation puute aiheuttaa vaaran painehaavoille. Painehaavat ovat tehohoitopotilaiden yleinen ongelma koska, potilaat eivät pysty sedaation takia itsenäisesti vaihtamaan asentoaan ja esimerkiksi intubaatioputki voi painaa huulta vasten. Painehaava syntyy, kun luu painaa ihoa patjaa tai esinettä vasten ja estää kudosten verenkierron. (Lumio 2019.)

5.4 Sydämen syketaajuuden ja mahdollisten ST-muutosten seuranta

Tehohoitopotilaiden sydämen sähköistä toimintaa seurataan tarkasti rintakehään kiinnitettävien EKG-elektrodien avulla. Jotta tulokset olisivat helposti tulkittavia, käytetään standardoituja kytkentöjä. Seurantaa suoritetaan kolmesta kuuteen elektrodilla, jotka ovat yhdistetty potilasmonitoriin. Mikäli muutoksia ilmenee ja sähköistä toimintaa tulee tutkia tarkemmin, otetaan potilaalta 12–16 kytkentäinen EKG varsinaisella EKG laitteella. (Alanen ym. 2022e.)

Monitori tallentaa sydämen sähköisen aktiivisuuden ja antaa tietoa sydämen rytmin ja mahdollisten poikkeavuuksien havaitsemiseksi. EKG:n avulla voidaan tarkkailla esimerkiksi sydämen rytmihäiriöitä, kuten eteisvärinää tai kammiotakykardiaa, ja ryhtyä tarvittaessa välittömiin toimenpiteisiin. (Mayo Clinic 2022.) Sydämen perusrytmi on sinusrytmi ja aikuisen normaali syketaajuus levossa noin 60–100 bpm (Helkkala 2020).

6 Tajunnan ja sedaation syvyyden arviointi

Sedaation syvyyttä seurataan erilaisilla mittareilla, joista suositellaan käytettävän RASS-mittaria (Richmond Agitation-Sedation Score). Sedaation tulee olla potilaan tilaan nähden mahdollisimman kevyt. Kevyellä sedaatiolla vähennetään pitkäaikaisen sedaation haittavaikutuksia ja optimoidaan hengityskoneen käyttö. (Nickson 2020a.) Pitkäaikaisen sedaation haittavaikutuksia voivat olla pitkittynyt mekaaninen ventilaatio, delirium, kognitiivisten toimintojen heikkeneminen, pitkittynyt sairaalahoito, kohonneet kustannukset sekä kuolleisuus. (Elsevier 2020; Uusaro 2022).

Potilas tuodaan mahdollisuuksien mukaan sedaatiosta pintaan päivittäin. Syitä pintaan tuomiselle on sedatiivisille lääkeaineille altistuksen vähentäminen, neurologisen statuksen arviointi, ekstubaation mahdollistaminen sekä mekaanisen ventiloinnin ajan vähentäminen. Potilaiden uni-valvetilojen vaihtelu osastolla esimerkiksi sedaation vähentämisellä päiväsaikaan ja valaistuksen säätelyllä ehkäisee deliriumia. (Nickson 2022b.)

7 Toteutus

Toiminnallinen opinnäytetyö tarkoittaa kehittävän työn tekemistä työyhteisöön eli tässä työssä Turun Ammattikorkeakoululle. Ennen päätyön tekemistä Turun Ammattikorkeakoulu on antanut toimeksiannon, jonka pohjalta on aloitettu rakentamaan tietoperustaa aihealueesta. Tietoperustana toimii laajasti eri lähteistä otetut tekstit liittyen tehohoitoon. Itsessään työ koostuu suunnitelma vaiheesta, kirjallisuuskatsauksesta ja tuotoksesta eli Thinglink-materiaalista opiskelijoille. (Vanhanen 2021.) Materiaali koostuu kuvapolusta, josta opiskelija voi siirtyä linkkien kautta perehtymään tarkemmin teho-hoitopotilaan hoidon osaluaisiin. Materiaali tukee systemaattista etenemistä ABC-protokollan mukaisesti.

Materiaaliin saatiin ajankohtaisuutta tutustumalla teho-osastoon ennen tehohoidon kurssia sekä suorittamalla ohjattu harjoittelu teho-osastolla. Harjoittelujen aikana oli mahdollista ottaa kuvia teho-osaston laitteista sekä tutustua paremmin vuoronvaihdossa tapahtuvaan toimintaan. Jokaisessa työvuorossa oli käytössä muistilistoja työpäivän tueksi, jotta jokainen työntekijä muistaisi tehdä tietyt asiat samaan aikaan. Tuotoksen tekeminen alkoi tietoperustan hankkimisesta kirjallisuuskatsauksen muodossa, joka tehtiin valmiiksi ennen tuotokseen siirtymistä. Kirjallisuuskatsaus lähetettiin ohjaajalle palautekierrokselle muutaman kerran ennen opinnäytetyöseminaaria, josta saadun palautteen mukaan työhön tehtiin tarvittavia muokkauksia. Työstä karsittiin paljon tietoa ja tilalle jätettiin vain rajatun tietoperustan mukaista tekstiä.

Tuotoksen suunnittelu aloitettiin listaamalla asioita, joita työn haluttiin käsittelevän. Käsiteltäviin asioihin kuului esimerkiksi verikaasuanalyysin ottaminen, monitoriarvojen seuranta, hengityskonesäätöjen tiedot ja hengityskoneen arvojen muutosten seuranta.

ThingLink-materiaali vaatii kuvia ollakseen opetuskäyttöön sopiva. Ennen materiaalin tekemistä tuli suunnitella sopivat kuvat materiaalin toteuttamiseen. ThingLinkissä pystyy käyttämään 360°-kuvia, jotka olisivat sopineet myös tuotokseen, mutta 360-kameraa ei saatu käyttöön. Mietinnässä oli, käytetäänkö

kuivissa nukkea vai oikeaa ihmistä. Tuotos toimii tehohoidon simulaatioissa etukäteismateriaalina, joten materiaalin autenttisuuden säilyttämisen vuoksi työssä päädyttiin käyttämään nukkea. Pääkuvaksi tuotokseen haluttiin laajakuva potilaasta ja hoitajasta, missä näkyy lisäksi hengityskone, monitori sekä hoitajan tietokone. Monitoria ei saatu kuvaan teknisten ongelmien vuoksi, jonka takia se jouduttiin lisäämään jälkituotannossa.

Itsessään tuotos on myös lähetetty muutamalle opiskelijalle testattavaksi, josta saatu palaute on ollut enimmäkseen positiivista. Saadun palautteen perusteella työ vaikuttaa selkeältä ja siinä on helppo edetä. Kehitysideaksi saatiin muovata upotettujen linkkien kuvakkeita tukemaan eri aihealueiden erottumista. Palautteen perusteella materiaalin tageista muokattiin erinäköisiä ja värisiä. Erilaisten tagi-kuvakkeiden käyttö helpottaa materiaalin seuraamista ja selkeyttää tekstiä.

Materiaalista luotiin monta erilaista luonnosta, sillä ThingLink alusta ei toiminut toivotulla tavalla. Materiaalista haluttiin selkeä ja polkumuotoinen, minkä vuoksi osa-alueet päädyttiin erottelemaan polun eri vaiheisiin ja lisäämään välivaiheita oppimispolkuun.

8 Tuotos

Opinnäytetyön lopullinen tuotos tehtiin ThingLinkin skenaariopohjaan lineaariseksi tehtäväpoluksi. Skenaariossa opiskelija pystyy liikkumaan diojen välillä jatka painikkeella (kuva 5).



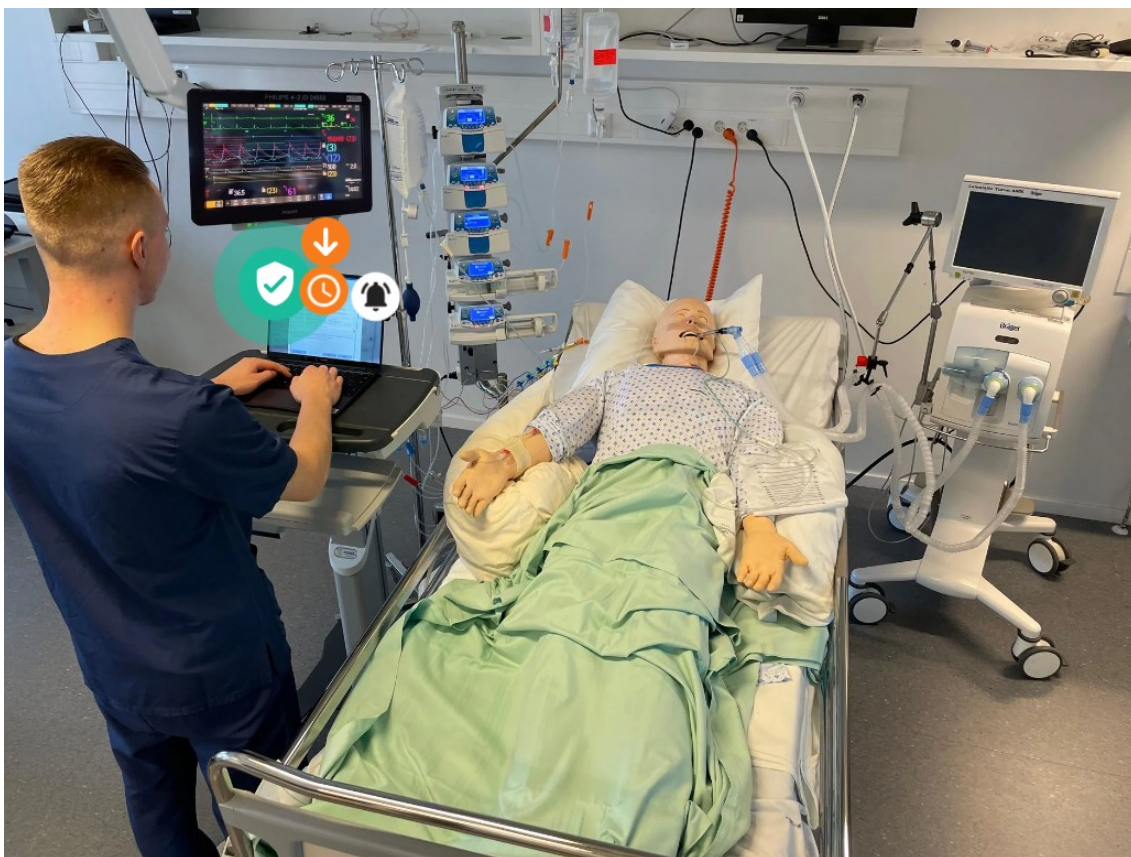
Kuva 5 Etusivu ja siirtyminen diojen välillä

Oppimispolku on tehty helposti edettäväksi ja sen vuoksi siirtymät tehtiin yksi aihealue kerrallaan ABCD linjaa mukaillen (kuva 6). Yksittäisten siirtymien vuoksi työ on paljon selkeämpi kuin suunnitelmavaiheessa, jolloin siirtymätagit olivat kaikki yhdessä diassa.



Kuva 6 Yksittäiset aihealueet siirtymädioissa

Tuotoksessa on käytetty ThingLinkin ominaisuuksia, kuten ohjattu tila, jolloin materiaalin tagit vilkkuvat tietyssä järjestyksessä, joka helpottaa materiaalin seuraamista (kuva 7). Harmillista oli, että verenkierron arvioinnin diaan ei saatu ohjattua tilaa, koska dian sisällä oleva siirtymä sekoittaa ohjelman.



Kuva 7 Materiaalin tagit vilkkuvat tietyssä järjestyksessä

Materiaalissa on erilaisia opettamistapoja, kuten tekstimuotoinen teoriakappale havainnollistavilla kuvilla ja ohjattu toimenpiteen tekeminen. Tekstimuotoisessa teoriakappaleessa käydään läpi tärkeitä aiheita tehohoitopotilaan elintoimintojen arviointiin ja riittävyyteen liittyen, esimerkkinä kuva 8.

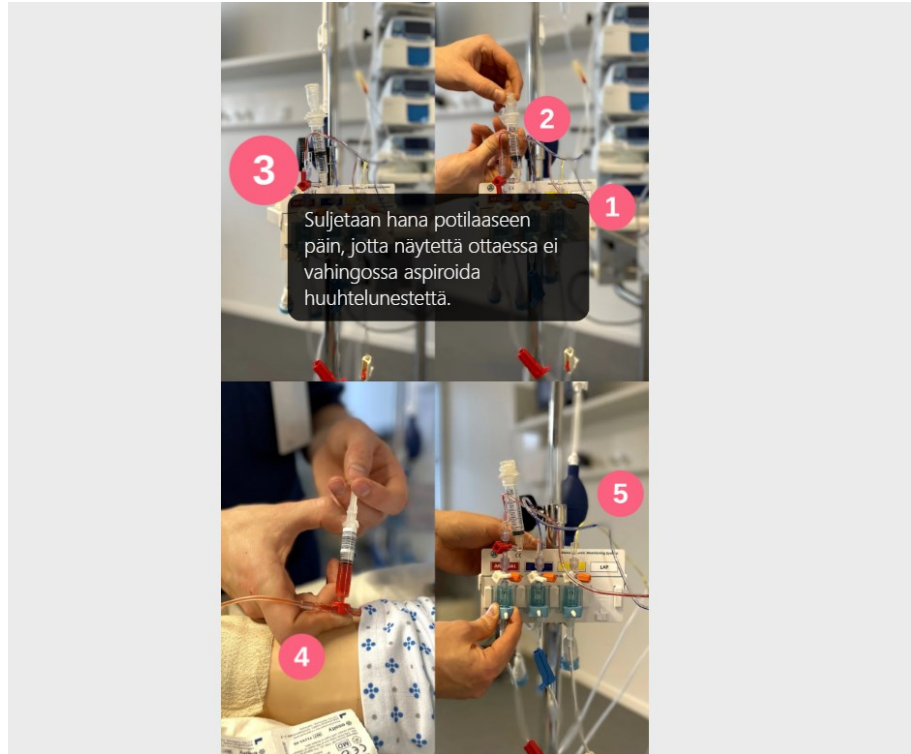


Kuffinpaine

Kuffipaine laskee itsestään ajan myötä ja siksi sitä on tärkeää seurata. Jos paine laskee liikaa, myös ventilaation laatu kärsii ohivuodon seurauksena. Tällöin myös ventilaattori saattaa ilmoittaa vuodosta, eli koneeseen palaava ilmavolyymi (uloshengitystilavuus), on pienempi kuin koneesta lähtevä volyyymi (sisäänhengitystilavuus). Alhaisen paineen vuoksi myös riski

Kuva 8 Esimerkki teoriakappaleesta

Ohjatussa toimenpiteessä havainnollistavaan kuvaan on lisätty numerojärjestyksessä toimenpiteen eteneminen. Esimerkkinä arterianäytteen ottaminen potilaalta (kuva 9).



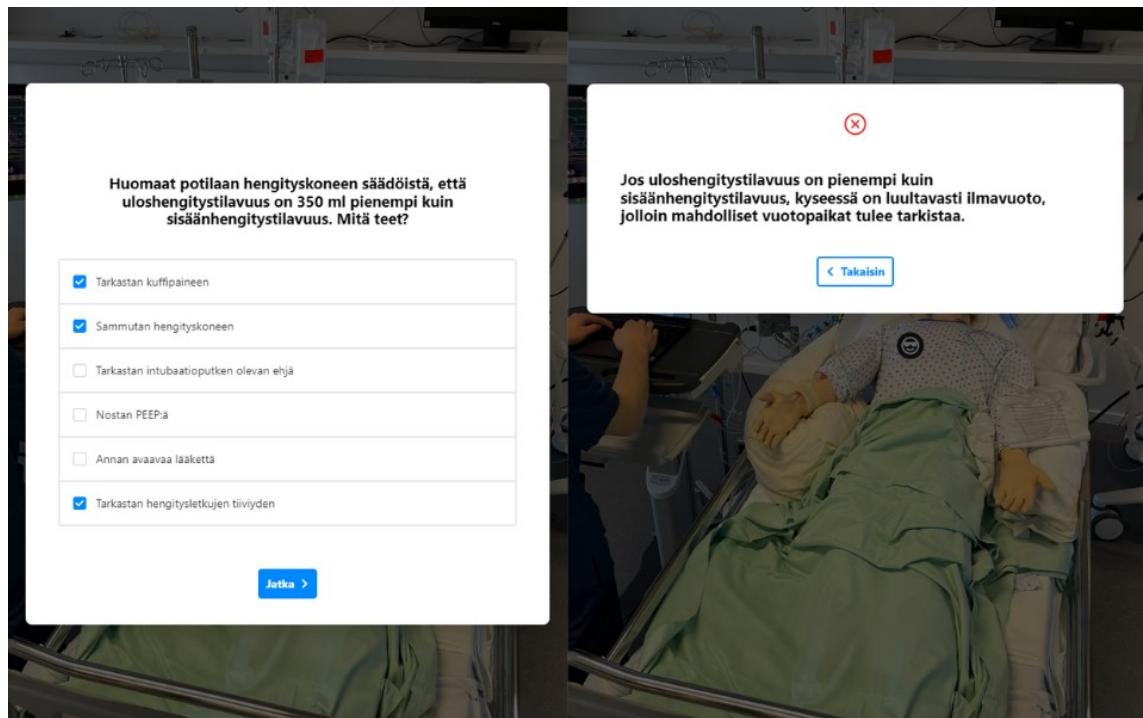
Kuva 9 Ohjattu toimenpide

Materiaalissa on käytetty oikeaa materiaalia teho-osastolta, joissa ei näy potilastietoja tai mitään mistä potilaan voisi tunnistaa. Kuva 10, jossa on ventilaattorin säätöjen teoriaa, on näytönkaappaus ventilaattorin simulaattorista.



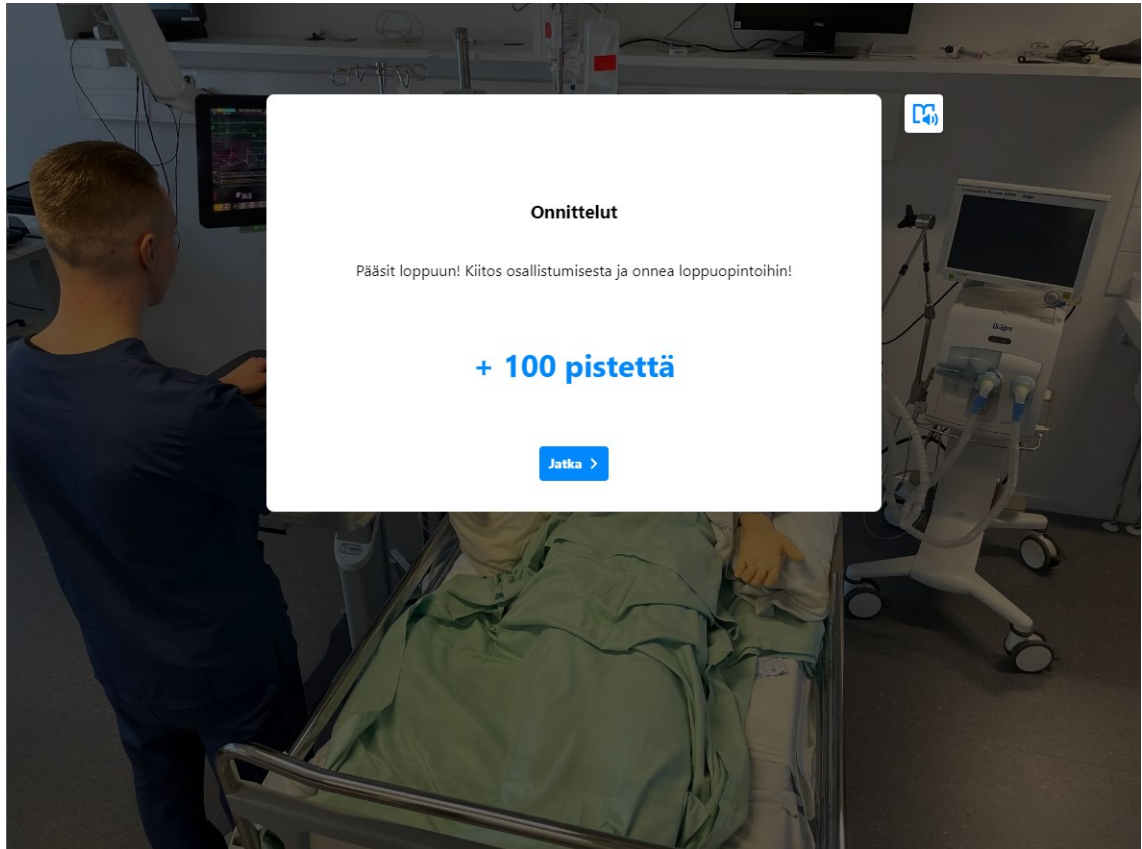
Kuva 10 Ventilaattorin säädöt

Materiaalin lopussa on tehtäväpolku, jossa opiskelija pääsee testaamaan oppimistaan. Jos tehtävään vastaa väärin, ei polku päästä opiskelijaa etenemään, vaan antaa oikean vastauksen ja perustelee sen. Palautteen jälkeen tehtävän voi tehdä uudestaan ja edetä polulla eteenpäin. Esimerkki tehtävästä ja väärän vastauksen palautteesta (kuva 11).



Kuva 11 Interaktiiviset osaamistehtävät

Tehtävien jälkeen on lisätty motivoiva onnittelu materiaalin suorittamisesta ja toivotettu onnea loppuopintoihin (kuva 12). Lause on lyhyt mutta voi piristää opiskelijan päivää. Kyseisen dian jälkeen materiaalissa on myös palautedia, johon valitettavasti ei pysty antamaan tekstimuotoista palautetta ThingLink-sovelluksen vuoksi. Onnitteludialla sekä palautedialla otetaan opiskelija huomioon.



Kuva 12 Onnitteludia

9 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön eettisyyden ja luotettavuuden arviointi on tärkeää jokaisessa opinnäytetyössä ja tieteellisessä tekstissä mahdollisten loukkausten ehkäisemiseksi. Opinnäytetyössä noudatetaan Tutkimuseettisen neuvottelukunnan hyvän tieteellisen käytännön peruseriaatteita, joita ovat luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto. (TENK 2023.)

Luotettavuutta työhön tuo laadun varmistaminen työssä. Laatu ei itsessään kata vain työn tekemistä, vaan se lähtee jo suunnitteluvaiheesta ja kestää työn julkaisuun saakka. Työtä ideoidessa hyödynnetään jo olemassa olevaa materiaalia, pohditaan lähteiden eettisyyttä. Syvennetään omaa tietämystä sekä ollaan avoimia kehitysideoille niitä saadessa. (TENK 2023.) Luotettavuuteen liittyy lähteiden luotettavuus. Työssä on käytetty vertaisarvioituja tuoreita lähteitä ja niiden eettisyyttä on pohdittu yhdessä. Tavoitteena oli löytää alle 10 vuotta vanhoja lähteitä ja siinä onnistuttiin muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Työn edetessä työstä poistettiin epäluotettava lähde, joka oli taustaltaan kaupallinen ja sen vuoksi mahdollisesti puolueellinen.

Arvostus työssä näkyy kunnioituksena kollegoita ja ammattilaisia kohtaan (TENK 2023). Työtä tehdään sovituksessa aikataulussa, saavutan sovittuihin tapaamisiin ajallaan sekä tuotetaan tekstiä, josta jokainen osallistuja voi olla tyytyväinen. Yhteisistä aikatauluista ja suunnitelmista kiinni pitäminen on osa arvostusta kollegoita kohtaan. Muiden ammattilaisten arvostaminen näkyy esimerkiksi toimeksiantajan kuuntelemisena sekä tehohoitoa arvostavana tekstinä. Vastuunkannon tulee säilyä koko projektin ajan (TENK 2023). Opinnäytetyön ideasta ja toteuttamisesta kannetaan vastuu. Vastuunkantoa on myös opinnäytetyön julkaisusta huolehtiminen sekä materiaalin toimivuuden varmistaminen.

Rehellisyys työssä näkyy hyvänä suunnitelmana, joka mahdollistaa tuotoksen tekemisen alusta loppuun saakka. Tämän lisäksi rehellisyys näkyy työssä siten, että työstä viestitään ja raportoidaan avoimesti eikä niin, että joitain yksityiskohtia jäisi kertomatta tai raportoimatta. (TENK 2023.) Rehellisyyttä työssä lisää myös

tarkkaan valitut lähteet ja niistä avoimesti keskusteleminen sekä niiden toimivuuden yhteinen arviointi.

Toimiva tiimi ja kiinnostava aihe auttaa tekijöitä motivoimaan toisiaan sekä tuo kaikille lisää luottamusta omaan tekemiseensä. Tiimiläisten kannustus ja tuki nostattaa myös jokaisen tekijän työpanosta. (Indeed 2023.) Työssä käytetyt monipuoliset kotimaiset ja ulkomaiset ovat vertaisarvioituja. Lähteet ovat ajankohtaisia asiantuntijoiden tekstejä. Lähteisiin viitattaessa se on tuotu selkeästi esiin. Lähteitä katsotaan kriittisesti ja arvioidaan, mikä on luotettava ja mikä epäluotettava. (Liukko & Perttula 2021.)

Eettisyys työssä näkyi jo alusta asti siinä, että sitä työstäessä toimittiin vahingon välttämisen lähtökohdan mukaan. Työssä noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä, joka tukee myös eettistä toimintaa ja ohjaa työn tekemistä. (Vuori 2021.) Työ on toteutettu noudattaen HTK-ohjetta ja oman koulun ohjeistuksia. Opinnäytetyön rahoituslähteet tulee tuoda julki ja työ ei sisältänyt rahoitusta. (TENK 2023.)

HTK-ohjeen vastaisia loukkauksia ovat vilpin kolme eri alaluokkaa, jotka ovat sepittäminen, vääristely ja plagiointi (TENK 2023). Työssä ei ole käytetty vilppiä ja työ tarkastetaan plagioinnin osalta ohjaajan toimesta. Piittaamattomuus kuvataan toimintana, joka muilla tavoin loukkaa HTK-ohjetta. Siihen sisältyvät esimerkiksi lähdemerkintöjen puutteellisuus, sopimusten tai lupapyyntöjen tekemättä jättäminen ja itsensä plagiointi. (TENK 2023.) Työn lähdeluettelo on tarkastettu ja se sisältää työssä käytetyt lähteet. Lähteiden ja lähdeviitteiden välillä on saumaton yhteneväisyys, jotta lukijan olisi helppo löytää käytetyt lähteet.

Teho-hoito harjoittelujen sekä vierailukäynnin aikana saadun tiedon paikkansapitävyys on varmistettu kirjallisuudesta. Lupa harjoittelujaksojen aikana otettaviin kuviin on saatu osaston vastuulääkäriltä ja osastonhoitajalta. Kuvat on otettu eettisesti ja niistä ei voi tunnistaa potilaita tai potilastietoja.

10 Pohdinta

Tehohoito on tärkeä osa-alue hoitotyötä ja siksi työ on merkittävä osa sairaanhoitajakoulutusta. Materiaali antaa valmiuksia opiskelijalle toimia simulaatioissa hoitajan roolissa ja sitä kautta auttaa uralla sairaanhoitajana.

Hengityskonehoito johtuu usein hengitysvajauksen vaikeutumisesta ja on yleistä teho-osastolla. Siksi jokaisen tehohoitajan tulisikin osata ventilaattorin käytön peruseriaatteet ja arvojen arviointi. Hengityskonehoidon lisäksi tehohoitoon sisältyy lukuisia eri aihealueita ja niiden sisäistämiseen menee ammattilaiseltakin vuosia. Opinnäytetyöhön on sen vuoksi rajattu melko suppea alue, jotta opiskelijan ei tarvitsisi lyhyessä ajassa oppia koko tehohoitokokonaisuutta.

Verenkierron arviointi on haastavaa, koska sen aikana tulee ottaa huomioon useita asioita, kuten kudosten verenkierto, hapen kulkeutuminen elimistöön, veren pH-arvo ja verivolyymin riittävyys. Verenkierron arviointiin käytetään vuodeosaston toiminnasta eroavia menetelmiä, kuten arteriakanyyli ja SwanGanzin katetri, jotka vaativat perehtymistä ennen niiden käyttämistä. Siksi ne on hyvä sisällyttää myös etukäteismateriaaliin.

ThingLink on opetuskäyttöön sopiva alusta, koska interaktiivinen oppimiskokemus lisää opiskelijan mielenkiintoa aiheeseen ja auttaa käymään aihealuetta läpi progressiivisesti. Kuvat antavat enemmän tietoa kuin pelkkä selostava teksti esimerkiksi tehohoidon laitteesta. Kuitenkin alustan toimintaperiaate on yksinkertainen ja oppimispolun tulee olla suoraviivainen, mikä aiheuttaa haasteita polun suunnittelussa ja toteuttamisessa.

Opinnäytetyön tekstiä laatiessa tiedon tuli olla kansankielistä, jotta jokainen ymmärtää lukemansa, mutta myös sen verran haastavaa, että se antaa uutta tietoa opiskelijalle aiheesta. Työssä on avattu haastavat sanat ja lyhenteet aina niitä käytettäessä, jotta lukeminen olisi sujuvaa. Työstä on tehty johdonmukainen, mikä helpottaa lukemisprosessia.

Opinnäytetyö on tehty elintoimintojen arvioinnin näkökulmasta. Kehitysehdotuksena on tehdä opinnäytetyö liittyen potilaan hoidollisiin toimenpiteisiin elintoimintojen tukemiseksi ja tehdä siitä interaktiivinen oppimispolku. Toisena kehitysehdotuksena on tehdä opinnäytetyö tajunnan arviointiin sekä aivovammapotilaan hoitoon. Tehohoidossa kallonsisäisen paineen (ICP) seuranta on merkityksellisessä roolissa ja siihen liittyy omia haasteita sekä käytäntöjä, jotka eroavat sisätautisen tehohoitoapotilaan hoidosta.

Kolmantena kehitysehdotuksena ThingLink:lle annetaan palautetta alustan joustavuuden kehittämiseen. Alustalla voisi saada paremmin käytettyä kuvia tekstien kanssa, koska tällä hetkellä ThingLinkin mediakansiossa olevia kuvia ei pysty helposti lisäämään tekstin tueksi. Mediakansioon lisättyjä kuvia ei pysty myöskään lataamaan omalle koneelle.

Lähteet

Alakare, J. Stenman, T. & Turunen, H. 2020. Peruselintoimintojen systemaattinen arviointi ABCDE-periaatteella. Oppiportti. Viitattu 21.11.2023. <https://www.oppiportti.fi/op/dvk00217>

Ala-Kokko, T & Korkiakoski, A. 2002. Tehohoitopotilaan sokeritasapaino. Finnanest-lehti. Viitattu 5.3.2024 https://say.fi/files/a_korkiakoski.pdf

Alanen, P. Hakio, N & Koskela, T. 2020a Elvytetty potilas teho-osastolla. s.376 Sanoma Pro Oy. Tehohoitotyö.

Alanen, P. Hakio, N & Koskela, T. 2022b. Hengitysvajauspotilas teho-osastolla. s.130–183. Sanoma Pro Oy. Tehohoitotyö.

Alanen, P. Hakio, N & Koskela, T. 2022c. Neurologinen ja neurokirurginen potilas teho-osastolla. s. 229–231. Sanoma Pro Oy. Tehohoitotyö.

Alanen, P. Hakio, N & Koskela, T. 2022d. Potilaan tutkiminen cABCDE-protokollan avulla. s. 47. Sanoma Pro Oy. Tehohoitotyö.

Alanen, P. Hakio, N & Koskela, T. 2022e. Verenkiertohäiriöpotilas teho-osastolla. s.184–213. Sanoma Pro Oy. Tehohoitotyö.

American Thoracic Society. 2020. Mechanical Ventilation. Am J Respir Crit Care Med Vol. 196, P3-4. Viitattu 21.11.2023 <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/resources/mechanical-ventilation.pdf>

Bennett, M. Jimenez, E. Kalita, S. Ludy, J. Penoyer, D. Sole, M. Su, X & Talbert, S. 2011. Evaluation of an Intervention to Maintain Endotracheal Tube Cuff Pressure Within Therapeutic Range. Pulmonary Critical Care. Viitattu 24.1.2024 <https://aacnjournals.org/ajconline/article-abstract/20/2/109/6016/Evaluation-of-an-Intervention-to-Maintain?redirectedFrom=fulltext>

Blomgren, K. 2015. Simulaatiot - melkein leikkiä, melkein totta. Duodecimlehti. Viitattu 21.11.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo12860>

Castrén, M. 1998. Nestehoito ja ravitseminen vuodeosastolla. Duodecim. Viitattu 18.4.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo80351>

Chen, D. Yu, Y. Gong, Y. Hu, B. Ouyang B. Pan, A. Liu, J. Liu, F. Shang, XL. Yang, XH. Tu, G. Wang, C. Ma, S. Fang, W. Liu, L & Liu, J. 2023. Expert consensus on blood pressure management in critically ill patients. J Intensive Med. Viitattu 2.5.2024

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10391579/>

Deravi, N. Teymouri, N. Mesbah, S. Navabian, S. Shekouh, D. Najafabadi, MM. Norouzkhani, N. Poudineh, M. Qadirifard, MS & Mehrtabar, S. 2020. ECG frequency changes in potassium disorders: a narrative review. Am J Cardiovasc Dis. Viitattu 18.4.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9301030/>

Distenhreft, J. Vianna, J. Scopel, G. Ramos, J. Luchi, W & Seguro, A. 2018. The role of urea-induced osmotic diuresis and hyponatremia in a critically ill patient: case report and literature review. Brazilian Journal of Nephrology. Viitattu 17.4.2024 https://www.bjnephrology.org/wp-content/uploads/articles_xml/2175-8239-jbn-2018-0226/2175-8239-jbn-2018-0226.pdf

Doyle, D. Feng, T. Ye, Y. 2015. Critical importance of tracheal tube cuff pressure management. WJA. Viitattu 24.1.2024 <https://www.wjgnet.com/2218-6182/full/v4/i2/10.htm>

Dräger. 2021. Evita V800 / V600 tehohoitoventilaattorin käyttöopas. Viitattu 20.2.2024 <https://www.draeger.com/Content/Documents/Products/evita-ifu-9511616-fi.pdf>

Egerodd, I. Pedersena ,C. Rosendahl-Nielsenb, M & Hjerminde, J. 2009. Endotracheal suctioning of the adult intubated patient—What is the evidence? Intensive and Critical Care Nursing. University of Copenhagen. Viitattu 24.1.2024

[https://research.ku.dk/search/result/?pure=da%2Fpublications%2Fendotracheal-suctioning-of-the-adult-intubated-patientwhat-is-the-evidence\(2979f8e0-6a33-11df-928f-000ea68e967b\)%2Fexport.html](https://research.ku.dk/search/result/?pure=da%2Fpublications%2Fendotracheal-suctioning-of-the-adult-intubated-patientwhat-is-the-evidence(2979f8e0-6a33-11df-928f-000ea68e967b)%2Fexport.html)

Elsevier. 2020. Sedatives for icu sedation. Viitattu 24.3.2024 <https://elsevier.health/en-US/preview/sedatives-for-icu-sedation>

Farkas, J. 2021. Hyponatremia. Internet Book of Critical Care. Viitattu 17.4.2024 <https://emcrit.org/ibcc/hyponatremia/>

Hamilton. 2021. INTELLiVENT®-ASV®. Your bedside assistant. Viitattu 25.2.2024 https://www.hamilton-medical.com/en_FI/Products/Technologies/INTELLiVENT-ASV.html

HAMK. 2023. ThingLink – visuaalinen oppimiskokemus. Viitattu 21.11.2023. <https://digipedaohjeet.hamk.fi/ohje/thinglink-visuaalinen-o>

Haskell, R. 2020. Increased Intracranial Pressure (ICP): What Nurses Need to Know. NursingCenter. Viitattu 28.2.2024 <https://www.nursingcenter.com/ncblog/march-2020/increased-intracranial-pressure>

Health Direct. 2023. Circulation system. Viitattu 19.3.2023. <https://www.healthdirect.gov.au/circulatory-system>

Helkkala, A. 2020. Sydämenrytmi. Sydänliitto. Viitattu 17.1.2023. <https://sydan.fi/fakta/sydamen-rytmi/>

Hughes, E. Hughes, P. 2023. Briefing Prior to Simulation Activity. StatPearls. Treasure Island. Viitattu 2.5.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545234/>

Indeed. 2023. Teamwork vs. Individual Work: Definitions and 8 Differences. Viitattu 21.11.2023. <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/teamwork-vs-individual-work>

Kallio, N. & Meinberg, M. 2024. Keuhkovaltimokatetri. Anestesiakäsikirja. Duodecim. Viitattu 10.3.2024 https://www.oppoportti.fi/op/aop00472/do?p_haku=keuhkovaltimokatetri#q=keuhkovaltimokatetri

Khalid, N. & Ziccardi, M. 2023. Pulmonary artery catheterization. National Center for biotechnology Information. Viitattu 5.3.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482170/>

Kiljander, T. Korppi, M. Lehtimäki, L. Piirilä, P & Sovijärvi, A. 2021. Hengitysäntien kuuntelu ja suomenkieliset termit. Duodecim. Viitattu 23.1.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo16151>

Kuitunen A. & Vahtera A. 2016. Tehohoitopotilaan laskimotukosten ehkäisy. Sydänääni. Viitattu 24.1.2024.

https://www.fincardio.fi/site/assets/files/3241/sa2a_16_teema_luku11.pdf

Käypä hoito. 2006. Äkillisen hengitysvajauksen hoito: Käypä hoito -suositus

2006. Viitattu 6.4.2024 <https://www.kaypahoito.fi/xmedia/extra/hoi/hoi50045.pdf>

LAB university of applied sciences. n.d. Simulaatiopalvelut. Viitattu 21.11.2023.

<https://lab.fi/fi/palvelu/simulaatiopalvelut>

Laine J. 2001. Ventilaattoripneumonia. Finnanest vol. 34 nro 5. Viitattu

24.1.2024 https://say.fi/files/a_laine.pdf

Laine, S. 2023. Keskustelu. TYKS Teho-osaston sairaanhoitaja Laine Saran kanssa keskusteli 11.10.2023 Kallio Eveliina, Sarkkinen Daniel & Uusi-Rantala Teemu

Lee, JW. 2010. Fluid and electrolyte disturbances in critically ill patients.

Electrolyte Blood Press. Viitattu 15.4.2024

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3043756/>

Liukko, S. & Perttula, S. 2021. Tiedonhankinta opinnäytetyöhön. Viitattu

21.11.2023. <https://oppimateriaalit.jamk.fi/raportointiohje/2-tiedonhankinta-opinnaytetyohon/>

Louhela, S. 2023. Keuhkovaltimopaineen (PAP) mittaaminen ja arviointi.

Terveysportti. Viitattu 5.3.2024

<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/shk/article/akt00062>

Lumio, J. 2019. Painehaavat eli makuuhaavat. Duodecim, Terveyskirjasto.

Viitattu 24.1.2024 <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00313>

Malbrain, M. Moonen, P. Mullen, J. Vermeulen, G & Wise, R. 2018. Assessment of hypovolaemia in the critically ill. Viitattu 27.2.2024

<https://www.termedia.pl/Assessment-of-hypovolaemia-in-the-critically-ill,118,37995,1,1.html>

Marra, A. Ely E. Pandharipande, P. & Patel M. 2018. The ABCDEF Bundle in Critical Care. NCBI. Viitattu 21.11.2023.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5351776/>

Matikainen N. 2022. Hypokalemia. Duodecim. Viitattu 17.4.2024

<https://www.duodecimlehti.fi/duo16758>

Mayo Clinic. 2022. Electrocardiogram (ECG or EKG). Viitattu 24.3.2024

<https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/ekg/about/pac-20384983>

Medanets. 2020. Sneak Peek: Tarkistuslistat. Viitattu 21.11.2023.

<https://medanets.com/fi/uutinen/sneak-peek-tarkistuslistat/>

Medical News Today. 2023. What ventilators do and their role in COVID-19.

MNT. Viitattu 21.11.2023. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/what-is-a-ventilator#types>

Medictests. 2024. Assessment of Ventilation, Respiration, and Oxygenation.

Viitattu 23.1.2024. <https://medictests.com/units/assessment-of-ventilation-respiration-and-oxygenation>

Medlineplus. 2021. Acidosis. Viitattu 21.11.2023.

<https://medlineplus.gov/ency/article/001181.htm>

Medlineplus. 2022. Arterial Blood Gas (ABG) Test. Viitattu 2.5.2024

<https://medlineplus.gov/lab-tests/arterial-blood-gas-abg-test/>

Moran R. 2019. Disorders of Potassium: Hypokalemia and Hyperkalemia.

Cancer Therapy Advisor. Viitattu 17.4.2024

<https://www.cancertherapyadvisor.com/home/decision-support-in-medicine/pediatrics/disorders-of-potassium-hypokalemia-and-hyperkalemia/>

Morgan, B. 2024. Procedure: Blood Gas Sampling. Critical Care Trauma

Centre. Viitattu 18.4.2024 <https://www.lhsc.on.ca/critical-care-trauma-centre/procedure-blood-gas-sampling>

Mustafa, O. 2016. Unexpected Desaturation with Occlusion Due to Biting in a

Deformed Endotracheal Tube in an Intensive Care Patient. Van Tip Derg

Medical Journal. Viitattu 10.5.2024.

https://jag.journalagent.com/vmj/pdfs/VTD_23_1_142.pdf

Mustajoki, P. 2021. Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus).

Terveyskirjasto. Viitattu 21.11.2023. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00656>

- Mustajoki P. 2022. Hyperkalemia (kohonnut veren kalium). Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 17.4.2024 <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00855>
- Nall, R. 2023. Understanding Mean Arterial Pressure. Healthline. Viitattu 10.3.2024 <https://www.healthline.com/health/mean-arterial-pressure>
- National Library of Medicine. 2010. How does the blood circulatory system work? Viitattu 6.4.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279250/> nai
- Nair, R & Lamaa, N. 2023. Pulmonary Capillary Wedge Pressure. National Library of Medicine. Viitattu 5.3.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557748/>
- Nickson, C. 2020a. Sedation in ICU. Life in the fast lane. Viitattu 21.11.2023. <https://litfl.com/sedation-in-icu/>
- Nickson, C. 2020b. Interruptions of sedation. Life in the fast lane. Viitattu 21.11.2023. <https://litfl.com/interruptions-of-sedation/>
- O'Driscoll, B. 2008. Overdose on oxygen?. Patient safety network. Viitattu 4.4.2024. <https://psnet.ahrq.gov/web-mm/overdose-oxygen>
- Pandolfo, B. 2020. ICU ventilators: what they are, how they work and why it's hard to make more. The Conversation. Viitattu 21.11.2023. <https://theconversation.com/icu-ventilators-what-they-are-how-they-work-and-why-its-hard-to-make-more-135423>
- Parkkali, M. & Puustinen, R. 2024. Kohonnut kallonsisäinen paine (ICP). Anestesiakäsikirja. Duodecim. Viitattu 10.3.2024 https://www.oppiportti.fi/op/aop00367/do?p_haku=cpp#q=cpp
- Pelttari H. 2023a. Veren suolapitoisuuden muutoksia. Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 17.4.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00097>
- Pelttari H. 2023b. Hypokalemia (alhainen veren kalium). Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 17.4.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00857>
- Pirkanmaan hyvinvointialue. N.d. Tehohoito. Viitattu 21.11.2023. <https://www.pirha.fi/palvelut/sairaalat-tays/tehoito>
- Rackley, C. 2020. Monitoring During Mechanical Ventilation. RCJournal. Viitattu 24.1.2024. <https://rc.rcjournal.com/content/65/6/832>

Ravindra, L. Rolando, C. 2016. Fluid overload in the ICU: evaluation and management. NCBI. Viitattu 28.2.2024

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4970195/>

Reinikainen, M. & Varpula T. 2018. Viitattu 21.11.2023.

<https://www.duodecimlehti.fi/duo14120>

Rodseth, M. 2021. Monitoring of Patients in the ICU. Viitattu 21.11.2023.

https://www.physio-pedia.com/Monitoring_of_Patients_in_the_ICU

Sairaanhoitajat. N.d. cABCDE – peruselintoimintojen arviointityökalu. Viitattu 21.11.2023.

<https://sairaanhoitajat.fi/ammatti-ja-osaaminen/amatilliset-tyokalut/>

Saarnikko. K. 9.12.2023. Kalium - elimistön elintärkeä kivennäisaine. Potilaan

lääkärilehti. Viitattu 8.5.2024 <https://www.potilaanlaakarilehti.fi/uutiset/kalium-elimiston-elintarkea-kivennaisaine/>

Salovaara, H. 2004. Oppimisen teoriasta tukea tieto- ja viestintätekniikan pedagogiseen käyttöön. Tievie oulu.fi. Viitattu 21.11.2023.

http://tievie oulu.fi/verkkopedagogiikka/luku_5/oppimisen_strategiat.htm

Swaminathan, A. 2015. Is Too Much Supplemental O2 Harmful in COPD Exacerbations? Rebelem. Viitattu 6.4.2024. <https://rebelem.com/is-too-much-supplemental-o2-harmful-in-copd-exacerbations/>

Terveyskylä. 2020. Sydämen toiminta. Viitattu 27.4.2024.

<https://www.terveyskyla.fi/sydansairaudet/tietoa/syd%C3%A4men-rakenne-ja-toiminta/syd%C3%A4men-toiminta>

Terveyskylä. 2022. Pitkäaikaisen hengitysvajauksen oireet. Viitattu 6.4.2024

<https://www.terveyskyla.fi/keuhkotalo/tietoa-keuhkosairauksista/pitk%C3%A4aikaista-hengitysvajausta-aiheuttavat-sairaudet/pitk%C3%A4aikaisen-hengitysvajauksen-oireet>

ThingLink. n.d. ThingLink for teachers and schools. Viitattu 21.11.2023.

<https://www.thinglink.com/en-us/edu>

THL. 2023. Kirjaaminen. Viitattu 21.11.2023. <https://thl.fi/fi/web/tiedonhallinta-sosiaali-ja-terveysalalla/kirjaaminen>

TENK. A 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 20.1.2024.

https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf

Tyks. 2023. Hengitysvajaus. Tyks.fi. Viitattu 21.11.2023.

<https://www.tyks.fi/hoidot-ja-tutkimukset/hengitysvajaus>

University of Michigan Health. 2023. Potassium (K) in Blood Test. Viitattu

18.4.2024: <https://www.uofmhealth.org/health-library/hw202677>

Uusaro, A. 2022. Tehohoidon jälkeinen oireyhtymä – huonosti tunnettu este toipumiselle? Lääkärilehti. Viitattu 21.11.2023.

[https://www.laakarilehti.fi/tieteessa/katsausartikkeli/tehohoidon-jalkeinen-
oireyhtyma-huonosti-tunnettu-este-
toipumiselle/?public=7371d38d3c5e3fddf75e3934f78ef184](https://www.laakarilehti.fi/tieteessa/katsausartikkeli/tehohoidon-jalkeinen-oireyhtyma-huonosti-tunnettu-este-toipumiselle/?public=7371d38d3c5e3fddf75e3934f78ef184)

Vanhanen, S. 2021. Toiminnallinen opinnäytetyö. Messi. Viitattu 12.3.2024.

<https://tuas365.sharepoint.com/sites/Messi->

[Opiskelija/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FMessi%2DOpiskelija%2FShared%20Documents%2FOpinn%C3%A4ytety%C3%B6%2FToiminnallinen%20opinn%C3%A4ytety%C3%B6%2Epdf&parent=%2Fsites%2FMessi%2DOpiskelija%2FShared%20Documents%2FOpinn%C3%A4ytety%C3%B6](https://tuas365.sharepoint.com/sites/Messi-Opiskelija/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FMessi%2DOpiskelija%2FShared%20Documents%2FOpinn%C3%A4ytety%C3%B6%2FToiminnallinen%20opinn%C3%A4ytety%C3%B6%2Epdf&parent=%2Fsites%2FMessi%2DOpiskelija%2FShared%20Documents%2FOpinn%C3%A4ytety%C3%B6)

Varpula, T. 2022. Kajoava Hengityslaitehoito. Duodecim Oppiportti. Viitattu 29.1.2024

https://www.oppiportti.fi/op/phh00134/do?p_haku=hengityskone#q=hengityskone

Vuori, J. 2021. Tutkimusetiikka ihmistieteissä. Viitattu 18.4.2024.

<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusetiikka/tutkimusetiikka-ihmistieteissa/>

Taulukko 1. Yleisimmät ventilaatiomuodot

Ventilaatiomuodot	Ominaisuudet
Etuliite PC ja VC ventilaattorissa	PC tarkoittaa Pressure Controlled, eli paineohjattu. VC tarkoittaa Volume Controlled eli tilavuusohjattu.
Jaksottainen, trigattu, tilavuusohjattu ventilointi (VC-SIMV , Volume Controlled, Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation)	Kiinteä sisäänhengitysvirtaus, mahdollistaa spontaanin hengityksen uloshengitysvaiheessa. Ventilaatiomuodossa on pakotetut sisäänhengitykset ja niiden määrää säädetään hengitystaajuudella. Potilas voi hengittää spontaanisti pakollisten ventilaatioiden välissä painetuettuna. Jos spontaani hengitys kohdistuu triggausikkunaan, ventilaattori aktivoi pakollisen sisäänhengityksen.
Jatkuva tilavuusohjattu ventilaatio (CMV , Controlled Mandatory Ventilation)	Sisäänhengitysvirtaus on vakio. Potilaan omat hengenedot eivät aktivoi sisäänhengitystä. Hengenedot ovat pakotettuja ja siihen vaikutetaan säätelemällä hengitystaajuutta. CMV saa aikaan riittävän alveolaarisen virtauksen, mutta voi aiheuttaa riippuvuutta ventilaattorista ja keuhkovaurioita.
Spontaani hengitys positiivisella ilmatiepaineella (SPN-CPAP/PS tai VS , Spontaneous, Continuous Positive Airway Pressure, Pressure / Volume Support)	Painetuki, kun spontaanihengitys on riittämätöntä. Nostaa painetasoa jatkuvasti tietyn rajan yläpuolelle. Jos paine-/tilavuustuki on päällä, kone avustaa myös omassa hengenedoissa, jolloin potilaan tekemä työ vähenee. Hengityksen tuen saa myös pois päältä, jolloin käytössä on vain painetuki. Paine ja virtauskäyrä kuvassa.

Taulukko jatkuu seuraavalla sivulla

Taulukko 1. jatkuu Yleisimmät ventilaatiomuodot

Ventilaatiomuodot	Ominaisuudet
Tilavuusohjattu ventilointi minuuttitilavuuden varmistamiseksi pakollisen hengityksen aikana (VC-MMV, Mandatory Minute Ventilation)	Tilavuusohjattu hengitysmuoto, jossa koneeseen asetetaan tietty minuuttivirtaus, joka tulee saavuttaa. Minuuttitilavuus määritetään kertomalla kertahengitystilavuus (VT) hengitystaajuudella (RR). Kone säättää sisäänhengityksen tilavuutta spontaanin hengityksen aikana saavuttaakseen asetetun arvon. Jos tilavuus saavutetaan ennen sisäänhengityksen päättymistä, kone keskeyttää sisäänhengityksen. Muoto eroaa SIMV:sta siten, että pakollisia sisäänhengityksiä käytetään vain, jos spontaanin hengityksen minuuttitilavuus ei täyty.
AutoFlow / tilavuustakuu	Sisäänhengitysvirtaus mukautuu automaattisesti potilaan keuhkojen tilan muutoksiin ja auttaa keuhkoja säästävän ventilaation toteutuksessa. Laite säättää automaattisesti virtausta pienemmäksi sisäänhengityksen lopussa, jotta huippupainetta ei tarvitse saavuttaa. Ventilaattori ottaa myös huomioon keuhkojen komplianssin ja resistanssin.

(Dräger Evita V800 / V600 tehohoitoventilaattori, käyttöopas, 2021)

Taulukko 2 Yleisimmät arterianäyteosatutkimukset ja niiden viitearvot.

Arteria verikaasu-analyysi	Selite	Ala	Ylä	Huomiot
pH	Happamuus, kuvaa elimistön vetyionipitoisuutta	7,35	7,45	7,35 viittaa asidoosiin eli elimistön happamuuteen, pH > 7,45 alkaloosiin eli emäksisyyteen.
pO ₂	Happiosapaine, kuvaa elimistön happipitoisuutta	11	13,3	Viitearvojen alapuolella oleva PaO ₂ -arvo viittaa hypoksiaan eli elimistön hapen niukkuuteen. Myös viitearvoja korkeampaa happiosapainetta on syytä välttää, sillä pitkään jatkuessaan se voi aiheuttaa keuhkovaurioita.
pCO ₂	Hiilidioksidiosapaine, happoemästäsapainon respiratorinen komponentti, kuvaa ventilaation riittävyttä	4,5	6	PaCO ₂ < 4,5 viittaa respiratoriseen alkaloosiin (aiheuttaa pH:n nousun) ja > 6,0 respiratoriseen asidoosiin (aiheuttaa pH:n laskun).
HCO ₃ --St	Standardibikarbonaatti eli bikarbonaattipitoisuus, kun hiilidioksidi ja lämpötila ovat vakiot. Happoemästäsapainon säätelyyn liittyvä ioni, jota munuaiset erittävät tai pidättävät elimistössä tarpeen mukaan, jotta pH olisi normaali.	22	26	HCO ₃ --St-arvo < 22 mmol/l viittaa metaboliseen asidoosiin ja > 26 mmol/l metaboliseen alkaloosiin.
Hb	Hemoglobiini arvo	117	170	
BE	Emästase, kuvaa happoemästäsapainon metabolista komponenttia (paljonko happoa tai emästä on lisättävä, jotta elimistön pH olisi normaali)	-2,5	2,5	Negatiivinen arvo kuvaa emäsalijäämää (metabolinen asidoosi) ja positiivinen arvo emäsyylimäärää (metabolinen alkaloosi)
Na	Kuvaa natrium arvoa	137	144	
K	Kuvaa kaliumin arvoa	3,5	4,8	
Ca	Kuvaa kalsiumin arvoa	1,16	1,32	
Cl	Kuva kloridin arvoa	96	107	
Glu	Kuvaa glukoosin arvoa	4	6	
Lac	Kuvaa laktaattien arvoa	0,5	2	

(Alanen ym. 2022e)