

Noninvasiivinen ventilaatio

Opetusvideo Jyväskylän ammattikorkeakoululle

Tiia Halonen
Maija Haukka

Opinnäytetyö
Lokakuu 2017
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
Sairaanhoitaja (AMK) tutkinto-ohjelma

Tekijät Halonen, Tiia Haukka, Maija	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Lokakuu 2017
	Sivumäärä	Julkaisun kieli Suomi
	93	Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Noninvasiivinen ventilaatio Opetusvideo Jyväskylän ammattikorkeakoululle		
Tutkinto-ohjelma Sairaanhoidajan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaajat Blek, Tiina Seriola, Leena		
Toimeksiantaja Jyväskylän ammattikorkeakoulu		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli noninvasiivinen ventilaatio. Opinnäytetyö käsitteli noninvasiivisen ventilaation indikaatioita, kontraindikaatioita, hoitotyön toimintoja sekä Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöä aikuisen potilaan hoitotyössä.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opetusvideo noninvasiivisesta ventilaatiosta Jyväskylän ammattikorkeakoulun hoitotyön opiskelijoille. Tavoitteena oli tiivistetyn opiskelumateriaalin avulla tukea itsenäistä oppimista sekä syventää osaamista noninvasiivisesta ventilaatiosta. Opetusvideot tuotettiin suomen- ja englanninkielellä, jotta ne palvelevat myös kansainvälisiä hoitotyön opiskelijoita.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin tutkimuksellisenä kehittämistyönä, jonka tuotoksena syntyi opetusvideomateriaali Jyväskylän ammattikorkeakoulun hoitotyön opiskelijoiden käyttöön. Aihetta monipuolisesti käsittelevä kirjallinen teoriaosuus toimi opetusvideoiden lähtökohdana. Lähdemateriaalina käytettiin näyttöön perustuvaa tietoa, joka oli suomen-, englannin- ja ranskankielistä.</p> <p>Opinnäytetyön tuotos rajattiin käsittelemään Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöä, koska laite on käytössä Keski-Suomen keskussairaalassa. Videot sisältävät tiivistetyt tärkeimmät hoitotyön toiminnot Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönotosta ja sillä annettavasta kaksoispaineventilaatiosta.</p> <p>Videoita työstettiin tiiviissä yhteistyössä Keski-Suomen keskussairaalan teho-osaston kanssa. Keski-Suomen keskussairaala esitti kiinnostuksensa käyttää videomateriaalia työntekijöiden kouluttamisessa.</p>		
<p>Avainsanat (asiasanat) Noninvasiivinen ventilaatio, CPAP-hoito, kaksoispaineventilaatio, hoitotyö, video-opiskelumateriaali</p>		
<p>Muut tiedot Liitteet 11, 27 sivua Opetusvideot 4</p>		

Authors Halonen, Tiia Haukka, Maija	Type of publication Bachelor's thesis	Date October 2017
	Number of pages 93	Language of publication: Finnish
Title of publication Noninvasive ventilation A teaching video for JAMK University of Applied Sciences		
Degree Degree Programme in Nursing		
Supervisors Blek, Tiina Seriola, Leena		
Assigned by Jyväskylä University of Applied Sciences		
Abstract <p>The topic of the thesis was non-invasive ventilation. The thesis dealt with the indications of non-invasive ventilation as well as the related contraindications, nursing procedures and the use of the Philips Respironics V60-ventilator in the care of an adult patient.</p> <p>The purpose of the thesis was to produce a video of non-invasive ventilation for the students of nursing at JAMK University of Applied Sciences. The aim was to make condensed study material that would support independent learning and advance the expertise of non-invasive ventilation. The videos were produced in Finnish and English so that they would also serve international nursing students.</p> <p>The thesis was carried out as action research, which generated educational video material for the students of nursing of JAMK University of Applied Sciences. A versatile theoretical part was the basis for the videos. The theoretical part was based on evidence-based information sought in Finnish, English and French.</p> <p>The output of the thesis was limited to the use of the Philips Respironics V60-ventilator because the device is used in Central Finland Central Hospital. The videos include the most important nursing features of the Philips Respironics V60-ventilator and the bi-level pressure ventilation.</p> <p>The videos were produced in close co-operation with the Intensive Care Unit of Central Finland Central Hospital. The hospital showed interest in using the video material in training their employees.</p>		
Keywords/tags (subjects) Noninvasive ventilation, CPAP, bi-level positive airway pressure, nursing, video as a teaching material		
Miscellaneous Annexes 11, 27 pages Videos 4		

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Noninvasiivinen ventilaatio (NIV).....	4
2.1	Indikaatiot.....	4
2.2	Kontraindikaatiot.....	14
3	Tarkoitus ja tavoite.....	15
4	Kehittämistyön toteuttaminen	16
4.1	Tutkimuksellisen kehittämistyön metodologia	16
4.2	Kehittämismenetelmät.....	17
4.3	Kehittämistyön suunnitelma	20
4.4	Kehittämistyön toteutus.....	23
5	Tulokset	24
5.1	Noninvasiivisen ventilaatiohoidon toteutus	24
5.1.1	CPAP-hoito	25
5.1.2	Kaksoispaineventilaatiohoito	27
5.2	Potilasturvallisuus.....	29
5.2.1	Potilaan valmistelu ja hoidon aloitus	29
5.2.2	Potilaan tarkkailu ja monitorointi	35
5.2.3	Potilaan hoito	39
5.2.4	Laiteturvallisuus ja käyttö	43
5.2.5	Käyttöönotto, huolto, koulutus, valmistaja	49
5.2.6	Aseptiikka	50
6	Pohdinta.....	51
	Lähteet	56

Liitteet 66

Liite 1. Sanasto	66
Liite 2. Siirtotilanteissa tarvittavan hapen määrän laskentakaava	68
Liite 3. Opinnäytetyön prosessitaulukko	69
Liite 4. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönoton käsikirjoitus	70
Liite 5. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönotto diat	74
Liite 6. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttämisen käsikirjoitus	75
Liite 7. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttäminen diat	80
Liite 8. Philips Respironics V60-ventilator introduction script	82
Liite 9. Philips Respironics V60-ventilator introduction slides	86
Liite 10. How to use Philips Respironics V60-ventilator script	87
Liite 11. How to use Philips Respironics V60-ventilator slides	92

Kuviot

Kuvio 1. CPAP-tilan asetukset	26
Kuvio 2. Kasvomaski	31
Kuvio 3. Nenämaski	32
Kuvio 4. Kokokasvomaski	33
Kuvio 5. Philips Respironics V60-hengityslaitteen potilastietoikkuna	36
Kuvio 6. Philips Respironics V60-hengityslaite	44
Kuvio 7. PCV-tilan asetukset	45
Kuvio 8. S/T-tilan asetukset ja potilastietoikkuna	46
Kuvio 9. AVAPS-tilan asetukset	47
Kuvio 10. Hengityslaitteen aktiiviset hälytykset	50

Taulukot

Taulukko 1. Aineiston rajauskriteerit	21
---	----

1 Johdanto

Noninvasiivinen ventilaatio on mekaanisen ventilaation toteuttamista hengityslaitteella ilman intubaatioputkea tai trakeostomiakanyyliä maskiventilaation avulla. Tavoitteena on parantaa ja tukea potilaan ventilaatiota sekä happeutumista. (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014.)

Ammattikorkeakoulututkinnon tavoite on valmistaa opiskelija alansa asiantuntijaksi (Vilka 2015, 16–17). Koulutuksen tehtävänä on antaa opiskelijalle valmiudet toimia ammatissaan näyttöön perustuvasti. Opinnäytetyön kohderyhmä on ensisijaisesti Jyväskylän ammattikorkeakoulun hoitotyön kliinisten menetelmien opiskelijat, joilla ei ole aiempaa kokemusta noninvasiivisen ventilaation toteuttamisesta, mutta myös muun vaiheen opiskelijat, jotka haluavat päivittää tietojään. Ennen opetusvideon katsomista opiskelijan olisi hyvä osata anatomian ja fysiologian perusteet sekä ymmärtää ventilaation eli keuhkotuuletuksen merkitys.

Opinnäytetyö toteutettiin tutkimuksellisena kehittämistyönä. Tarkoituksena oli tuottaa opetusvideo Jyväskylän ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelijoille sairaanhoitajan osaamisesta noninvasiivisen hengityksen tukemisessa Philips Respironics V60-hengityslaitteella. Tavoitteena oli syventää suomenkielisten ja kansainvälisten sairaanhoitajaopiskelijoiden osaamista noninvasiivisen ventilaatiohoidon toteuttamisesta ja tukea itsenäistä oppimista. Työssä käsiteltiin videota oppimismenetelmänä ja tiedonvälittämisen keinona. Opinnäytetyön prosessissa syntyi teoriataustaan pohjautuva opetusvideo Jyväskylän ammattikorkeakoulun opetuskäyttöön.

Opinnäytetyö käsitteli noninvasiivisen ventilaatiohoidon toteuttamista. Opetusvideon sisältö oli rajattu käsittelemään kaksoispaineventilaatiohoitomuotoa toimeksi-antajan toiveesta. Teoriataustassa käsiteltiin edellisten lisäksi noninvasiivisen ventilaation indikaatioita sekä kontraindikaatioita, CPAP-hoitomuotoa, potilaan ohjausta ja potilasturvallisuutta hoitotyön näkökulmasta näyttöön perustuen. Potilasturvallisuus on tärkeä osa laadukkaassa ja vaikuttavassa hoidossa ja se sisältää myös laite- turvallisuuden (Ahonen, Blek-Vehkaluoto, Ekola, Partamies, Sulosaari & Uski-Tallqvist 2012, 63).

2 Noninvasiivinen ventilaatio (NIV)

Noninvasiivinen ventilaatio eli NIV tarkoittaa mekaanista hengityslaittehoitoa, joka toteutetaan potilaaseen kajoamatta. Toisin sanoen noninvasiivinen ventilaatio on ilman keinoilmatieta hengityslaitteella toteutettavaa hengityksen avustamista maskiventilaation avulla. Keinoilmatiellä tarkoitetaan intubaatioputkea tai trakeostomiakanyyliä. Tavoitteena on parantaa ja tukea potilaan ventilaatiota sekä valtimoveren happipitoisuutta eli happeutumista. (Brander & Varpula 2013, 326, 332.) Noninvasiivinen ventilaatio on ensisijainen ventilaatiomuoto potilailla, joiden intubointia halutaan välttää. Se parantaa kaasujen vaihtoa pitämällä ilmatiet auki, tehostamalla keuhkokuulesta sekä estämällä atelektaseja eli keuhkon tai sen osan kasaan painumista. (Lönn & Arola 2013a, 81.)

2.1 Indikaatiot

Noninvasiivista ventilaatiohoitoa suunniteltaessa potilasvalinta on keskeistä, mutta joskus ongelmallista (Varpula 2016b, 112). Hessin (2013, 957) mukaan potilasvalinta on kaksivaiheinen. Ensimmäiseksi potilaalla tulee olla merkkejä hengitysvaikeudesta, suurentunut hengitysfrekvenssi eli hengitystaajuus, apuhengityslihasten käyttö ja respiratorinen asidoosi. Niiden lisäksi potilaalla ei saa olla mitään noninvasiivista ventilaatiota poissulkevia asioita. Niitä ovat esimerkiksi hengityspysähdys, vaikea diagnoosi, jossa osoitettu, että noninvasiivinen ventilaatio ei ole tehokas, kuten vaikea ARDS (*Acute Respiratory Distress Syndrome*), tai selkeä intuboinnin tarve esimerkiksi hengitysteiden suojelemiseksi. Potilaan tulee olla tajuissaan ja hoitomyönteinen, ja maskin käytön tulee olla mahdollista. (Hess 2013, 957.) Huomioitavia asioita potilaita valitessa ovat perussairausten oletettu kulku, keuhkomekaniikan ja kaasujenvaihtohäiriöiden vaikeusaste sekä muiden samanaikaisten elintoimintahäiriöiden ilmeneminen (Varpula 2016b, 112). Aina ei ole edes selvää, ketkä potilaat hyötyvät noninvasiivisesta ventilaatiosta (Hess 2013, 957).

Gupta, Pendurthi ja Modrykamien (2013, 779) toteavat, että jos hoidolle on selvä indikaatio, mutta myös suhteellinen vasta-aihe, hoidon epäonnistuminen tuplaantuu. Mikäli noninvasiiviselle hoidolle ei ole selvää indikaatiota, hoito epäonnistuu jopa 2/3 tapauksista. (Gupta, Pendurthi & Modrykamien 2013, 779.) Noninvasiivisen ventilaatiohoidon epäonnistumisaste on Hessin (2013, 957) mukaan 5-40 % (Hess 2013, 957).

Paras ennuste on potilailla, joiden hengitystä on onnistuttu tukemaan ja hoitamaan kokonaan noninvasiivisella ventilaatiolla invasiivisen ventilaation sijaan (Varpula 2016b, 112). Noninvasiivisen ventilaation varhainen käyttöönotto on suotavaa. Jos kuitenkin noninvasiivinen ventilaatiohoito tuntuu vasteettomalta, intubointipäätöstä ei saa turhaan viivästyttää. (Ozyilmaz, Ugurlu & Nava 2014.) Intubaatio on perusteltua tilanteissa, jossa potilaan pH on alle 7,25, APACHE II-pisteet yli 29 tai Glasgow Coma Scale-pisteet alle 11. Edellä mainitut ennustavat myös 64-82 % todennäköisyyttä sille, että noninvasiivinen ventilaatiohoito epäonnistuu, koska se ei ole enää näissä tilanteissa riittävä. (Mas & Masip 2014, 845.)

Noninvasiivista ventilaatiota käytetään vieroitettaessa potilasta invasiivisesta hengitystuesta. Burns, Meade, Premji ja Adhikari (2013, 113, 119) totesivat tutkimuksessaan, että noninvasiivinen vieroitus vähentää merkittävästi kuolleisuutta, invasiiviseen ventilointiin liittyvää keuhkokuumetta eli VAP (*Ventilator-Associated Pneumonia*), invasiivisesta hengitystuesta vieroitusaikaa, uudelleen intubointia sekä potilaan sairaalassaoloaikaa etenkin COPD-potilailla. (Burns, Meade, Premji & Adhikari 2013, 113, 119.) Masin ja Masipin (2014, 839–840) mukaan esimerkiksi yli 65 vuoden ikä tai sydämen vajaatoiminta, joka alun perin on ollutkin intuboinnin syy, puoltavat noninvasiivisen ventilaatiohoidon käyttöä vieroitusvaiheessa (Mas & Masip 2014, 839–840).

Hengitysvajaus

Noninvasiivisen ventilaation tärkein indikaatio on äkillinen hengitysvajaus eli ARF (*Acute Respiratory Failure*), joka on vakavissa sairauksissa tavallisin henkeä uhkaava elintoimintojen häiriö. Äkillinen hengitysvajaus on elintoimintahäiriö ja siihen liittyy

lähes aina myös muita elintoimintahäiriöitä. Se ei siis ole itsenäinen sairaus. Äkillisessä hengitysvajauksessa elimistön tasapaino häiriintyy, joka johtuu happeutumisen häiriöstä, hiilidioksidin kertymisestä, näistä molemmista ja usein hengitystyön lisääntymisestä. Hengitysvajaukselle ei ole määritelty varsinaisia fysiologisia raja-arvoja, mutta poikkeavana voidaan pitää:

- äkillistä happisaturaation eli SpO_2 pienenemistä alle 90 %:n
- happeutumisen häiriötä eli hypoksemiaa, jolloin valtimoveren happiosapaineen (PaO_2) laskee alle 8 kPa:n
- hyperkapniaa eli respiratorista asidoosia (pH alle 7,35) hiilidioksidin kerääntymisen vuoksi, tai
- lisääntyntä hengitystyötä sekä hengitysfrekvenssin suurenemista yli 25/min. (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014.)

Kun keuhkovaurio syntyy tulehduksen takia ja aiheuttaa hengitysvajauksia, puhutaan äkillisestä hengitysvajausoireyhtymästä eli ARDS. Sen taustalla on yleensä vakava tulehdusvasteen synnyttävä sairaus kuten keuhkokuume, aspiraatio, sepsis tai savukaasujen hengittäminen. ARDS:n vaikeusaste määritellään valtimoveren happiosapaineen (PaO_2) suhde sisäänhengityshapen (FiO_2) osuuteen, ja lievässä taudinkuvassa se on 27-40 kPa eli 200-300 mmHg ja vaikeassa alle 13 kPa eli alle 100 mmHg. (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014.)

Äkillisen hengitysvajauksen hoidossa keskeisintä on tunnistaa happeutumishäiriö, ventilaatiovajaus sekä hengitystyön lisääntyminen (Niemi-Murtola & Metsävainio 2016). Hoidon ehdoton edellytys on avoin hengitystie (Varpula & Pettilä 2014a). Äkillistä hengitysvajauksia hoidetaan alkuvaiheessa ensisijaisesti noninvasiivisella hengityslaittehoitolla, joka toteutetaan maskin avulla (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014). Hoidon tavoitteena on antaa aikaa hengitysvajaukseen johtaneen syyn hoidolle turvaamalla kudosten hapensaanti ja hiilidioksidin poistuminen (Brander 2011). Hengitysvajauksia ventilaattorilla hoidettaessa tulee muistaa riski keuhkojen lisävaurioitumiseen. Pelkän hapen antaminen riittää vain harvoin vaikean hengitysvajauksen hoitomuodoksi. (Varpula 2016b, 110.)

Noninvasiivisella ventilaatiolla voidaan vähentää sairaalainfektioiden määrää hengitysvajauspotilailla käyttämällä sitä aina kun mahdollista invasiivisen ventilaation sijasta. Immunosuppressiopotilaita tulisi aina hoitaa noninvasiivisen ventilaation keinoin. Tällaisia potilaita ovat esimerkiksi elinsiirto-, AIDS- ja pahanlaatuisia verisairauksia sairastavat. (Brander 2011.) Intubointi ei saa kuitenkaan viivästyä itsepäisen noninvasiivisen hoidon jatkamisen takia, koska intubaatioviive voi johtaa merkittäviin komplikaatioihin (Mas & Masip 2014, 840). Intubointia tulee harkita ennakkoiden, mikäli perustaudin hoitovasteen oletetaan olevan hidas (Niemi-Murtola & Metsävainio 2016). Akuutissa hengitysvajauksessa noninvasiivisen ventilaation vaste on yleensä puutteellinen, jos potilaan hengitysfrekvenssi pysyy yli 25 kertaa minuutissa, valtimoveren happikyllästeisyys jää alle 90 %:n, valtimoveren pH laskee alle 7,25 ja elimistön hiilidioksiditaso nousee (Niemi-Murtola & Metsävainio 2016).

Jia, Jia, Liu, Wang ja Zhu (2013) totesivat, että akuutin hengitysvajauksen hoito sydänleikkauksen jälkeen noninvasiivisella ventilaatiolla vähentää uudelleen intubaation riskiä ja parantaa hoitotuloksia verrattuna tavanomaiseen hoitomuotoon (Jia, Jia, Liu, Wang & Zhu 2013). Myös Yang, Sun, Liu, Hou, Wang ja Jia (2015) tulivat tulokseen, että noninvasiivinen ventilaatio paransi potilaiden happeutumista ja vähensi hiilidioksidiosapainetta sekä komplikaatioiden riskiä aorttaleikkauksien jälkeen, mutta he totesivat, että tulokset olivat parempia kypäräventilaatiota annettaessa kuin maskia käytettäessä (Yang, Sun, Liu, Hou, Wang & Jia 2015). Faria, da Silva, Atallah ja Vital (2015) totesivat noninvasiivisen ventilaation olevan tehokas ja turvallinen hoitomuoto akuutissa hengitysvajauksessa ylävatsaleikkauksen jälkeen, mutta totesivat myös, että asia vaatii lisätutkimuksia (Faria, da Silva, Atallah & Vital 2015). Masin ja Masipin (2014, 840) mukaan noninvasiivista ventilaatiota on käytetty vatsan ja keuhkojen alueen leikkausten jälkeen menestyksekkäästi hengitysvajauspotilailla vähentämään intubaatiotarvetta (Mas & Masip 2014, 840). Kaksoispaineventilaatiohoito vähentää uudelleen intubaatiotarvetta ja intubaation aiheuttamaa keuhkokuumetta abdominaalileikkausten jälkeen olipa kyseessä laparoskooppinen, laparotominen, elektiivinen tai suunnittelematon leikkaus (Jaber, Lescot, Futier, Paugam-Burtz, Seguin, Ferrandiere, Lasocki, Mimos, Hengy, Sannini, Pottecher, Abback, Riu, Belafia, Constantin, Masseret, Beaussier, Verzilli, De Jong, Chanques, Brochard ja Molinari 2016). Hessin (2013, 956) mukaan Lefebvre, Lorut, Alifano, Dermine, Roche, Gauzit,

Regnard, Huchon ja Rabba (2009) totesivat, että keuhkoresektiioleikkauksen jälkeisessä hengitysvajauksessa noninvasiivisen ventilaation onnistumisprosentti oli 85 (Hess 2013, 956).

Keuhkohtaumataudin pahenemisvaihe

Keuhkohtaumatauti, KAT eli COPD (*Chronic Obstructive Pulmonary Disease*) on parantumaton sairaus, joka johtaa kuolemaan. Sille tyypillistä ovat krooninen keuhkoputkitulehdus, ilmasteiden ahtauma, keuhkolaajentuma eli emfyseema sekä liitännäissairaudet. Keuhkohtaumatautipotilaan tyypillisiä oireita ovat hengenahdistus, yskä, liman erityys ja vinkuva hengitys. Tautiin liittyy taipumus hengitystieinfektioihin ja toistuvat pahenemisvaiheet, joiden aikana oireet lisääntyvät. Kun sairaus etenee, oireena on veren happikyllästyneisyyden väheneminen ja hiilidioksidin kerääntyminen elimistöön. (Keuhkohtaumatauti, Käypä hoito -suositus, 2014.)

Keuhkohtaumatautipotilaiden äkillisessä hengitysvajauksessa noninvasiivinen ventilaatio vähentää intubaatiotarvetta, kuolleisuutta, lyhentää sairaalahoidon kestoa ja vähentää sairaalahoidon kustannuksia verrattuna tavanomaiseen hoitoon, kun se aloitetaan ennen vaikeaa asidoosia (Varpula & Pettilä 2014a; Hess 2013, 951; Mas & Masip 2014, 838).

Noninvasiivinen ventilaatio on aloitettava invasiivisen ventilaation välttämiseksi mahdollisimman varhain, jolloin se korjaa respiratorista asidoosia ja helpottaa hengenahdistusta (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Keuhkohtaumatauti, Käypä hoito -suositus, 2014). Hoito kannattaa aloittaa siinä vaiheessa, kun valtimoveren pH on alle 7,35 ja PaCO₂ korkeampi kuin 6-6,5 kPa, ja kun potilaalla on selvä hengenahdistus eli dyspnea tai hapenpuutteeseen liittyvä elinhäiriö (Varpula & Pettilä 2014a). Varhain aloitettu noninvasiivinen ventilaatio onnistuu 80-85 %:lla potilaista ja se pienentää kuolleisuutta ja lyhentää sairaalahoidon kestoa. Siksi se on yleistynyt sairaalakäytössä. Mikäli vastetta ei saada hoidolle ensimmäisen kahden tunnin aikana, on syytä harkita invasiivista ventilaatiota. (Keuhkohtaumatauti, Käypä hoito -suositus, 2014.)

Astma

Astma on keuhkoputkien limakalvojen tulehduksellinen pitkäaikaissairaus, jossa keuhkoputket supistuvat ja limaneritys lisääntyy inflammaation takia. Tulehduksen aiheuttavat yleensä allergeenit tai mikrobit, joita vastaan elimistö puolustautuu limakalvojen tulehduksella ja sitä seuraavalla keuhkoputkien ahtautumisella, koska se yrittää estää vieraitten aineiden pääsyn elimistöön. (Astma, Käypä hoito -suositus, 2012; Haahtela 2013.) Keuhkoputkien ahtautuminen huonontaa elimistön happautumista. Lievässä pahenemisvaiheessa limaneritys ja yskä lisääntyvät, ja hengitys vinuu. Vaikeassa pahenemisvaiheessa hengitysfrekvenssi ja sydämen syke nousee, happisaturaatio laskee ja potilas ei pysty puhumaan kokonaisia lauseita. Hengenvaarallisessa vaiheessa tajunnantaso voi alentua, potilas voi olla sekava ja syanoottinen eli sinertävä, hengitysäänet katoavat, ja potilaalla voi esiintyä bradykardiaa tai hypotensiota. Vaikeaan pahenemisvaiheeseen viittaa suurentunut valtimoveren hiilidioksidipaine ($\text{PaCO}_2 > 6.0 \text{ kPa}$) sekä selvästi alentuneet $\text{PaO}_2 (< 8 \text{ kPa})$ ja pH. (Astma, Käypä hoito -suositus, 2012.) Noninvasiivista ventilaatiohoitoa voi harkita, mikäli olosuhteet sallivat potilaan valvonnan (Kauppi 2016).

Hessin (2013, 954) mukaan Soroksky, Klinowski, Ilgyev, Mizrachi, Miller, Yehuda, Shpirer ja Leonov (2010) totesivat tutkimuksessaan, että vaikeissa astma-kohtauksissa kaksoispaineventilaation käyttö lievensi kohtausta nopeammin, paransi keuhkojen toimintaa ja vähensi sairaalahoidon tarvetta verrattuna tavanomaisesti toteutettuun hapenantoon. Myös Gupta, Nath, Agarwal ja Behera (2010) totesivat samaa, mutta sanoivat, että lisätutkimuksia tarvitaan, koska akuutin astma-kohtauksen hoidosta noninvasiivisella ventilaatiolla on hyvin vähän tutkimuksia, ja nekin on tehty pienillä otoksilla. (Hess 2013, 954.) Astman pahenemisvaiheeseen liittyvässä hengitysvajauksessa hoitoyritys noninvasiivisella ventilaatiolla on turvallinen, jos potilaan tilaa voidaan seurata tarkasti (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014).

Noninvasiivinen ventilaatio yhdessä lyhytvaikutteisten beeta-agonistien ja systeemisten steroidien kanssa on turvallinen, hyvin siedetty ja tehokas hoitomuoto myös lasten akuuteissa astma-kohtauksissa (Hess 2013, 954).

Keuhkopöhö

Keuhkopöhössä eli keuhkoödeemassa keuhkoihin kertyy nestettä, joka heikentää kaasujen vaihtumista. Se on sydämen vajaatoiminnan vaikea ilmentymä, joka syntyy, kun sydän ei jaksakaan ylläpitää normaalia ääreisverenkiertoa. Veri pakkautuu vasempaan eteiseen, kammioon ja keuhkolaskimoihin, jolloin laskimopaine kasvaa, ja nestettä tiihuu keuhkorakkuloihin ja keuhkovälitilaan. Tästä syntyy kierre, koska nesteen kertyminen lisää hengitystyötä, ja sydän ei jaksakaan poistaa nestettä keuhkoverenkierrosta. (Lommi 2014.)

Keuhkopöhössä noninvasiivisen hoidon onnistumisaste on hyvä. Se korjaa kaasujenvaihtoa nopeammin kuin happihoito. (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014.) Noninvasiivisen ventilaation käyttö keuhkoödeemapotilailla parantaa veren happautumista, vähentää hengitystyötä ja vasemman kammion rasitusta, koska se suurentaa rintakehän sisäistä painetta ja vähentää laskimopaluuta. Sekä CPAP-että kaksoispaineventilaatiohoito vähentävät kuolleisuutta, sairaalapäiviä ja intuboinnin tarvetta. (Vital, Ladeira & Atallah 2013; Hess 2013, 952.) Vital, Ladeira ja Atallah (2013) toteavat CPAP-hoitoa ja kaksoispaineventilaatiohoitoa vertaillen, että CPAP-hoitoa voidaan pitää keuhkopöhön ensisijaisena hoitomuotona, koska se on edullisempää ja siitä on enemmän tutkimusnäyttöä. He toteavat kuitenkin, että kaksoispaineventilaatiohoidosta tehdyt tutkimukset on tehty pienillä otoksilla ja kaipaavat vielä lisätutkimuksia. (Vital ym. 2013.) Hengitysvajaus (äkillinen) Käypä hoito -suositusten (2014) näytönastekatsauksessa todetaan useiden tutkimusten pitävän CPAP-hoitoa ja kaksoispaineventilaatiohoitoa tasavertaisena, ja hoitomuoto määräytyykin usein hoitopaikan tottumuksien ja laitevarustuksen mukaan (Bäcklund 2014). Kaksoispaineventilaatio on suositeltavampi hoitomuoto silloin, kun äkilliseen keuhkopöhöön liittyy hiilidioksidin kertyminen (Brander 2011). Vital ym. (2013) huomasivat, että monet aiemmat tutkimukset (Mehta 1997; Rusterholtz 1999; Sharon 2000) raportoivat kaksoispaineventilaatiohoidon lisäävän riskiä saada sydäninfarkti, mutta uudemmat tutkimukset (Ferrari 2007; Moritz 2007; Gray 2008) eivät tue tätä väitettä. Sen sijaan sydämen arytmioita esiintyi hieman enemmän käytettäessä kaksoispaineventilaatiota, mikä johtui oletettavasti suuremmista paineista. (Vital ym. 2013.)

Lihavuus

Lihavuuteen liittyvän hypoventilaation eli OHS (*Obesity Hypoventilation Syndrome*) pahenemisvaihe on yksi noninvasiivisen ventilaation käyttömuoto. Liikapainoon liittyvässä hengitysvajauksessa hoito noninvasiivisella ventilaatiolla näyttää parantavan vireystilaa hereillä oloaikana sekä unenlaatua yöaikaan, mutta se näyttää vähentävän myös sydän- ja verisuonisairastuvuutta. (Mas & Masip 2014, 841.)

Marik ja Desai (2013) toteavat, että lihavuuteen liittyvä hypoventilaatio on alidiagnosoitu, riittämättömästi hoidettu, suhteellisen yleinen sairaus, johon liittyy korkea kuolleisuus (Marik & Desai 2013). Masin ja Masipin (2014, 841) mukaan noninvasiivinen ventilaatiohoito on merkittävä hoitomuoto lihavuuteen liittyvässä hypoventilaatiossa, mutta ei ole selvää, millä laitteella ja millä asetuksilla saadaan paras hoitovaste. Noninvasiivinen ventilaatiohoito parantaa kuitenkin respiratorista asidoosia ja parantaa hengitysfrekvenssiä. (Mas & Masip 2014, 841.) Noninvasiivisen koti- ja akuuttihoidon lisäksi on tärkeä huolehtia fyysisestä aktiivisuudesta, laihduttamisesta ja elintapojen muutoksesta sekä sydän- ja verisuonilääkityksestä (Hess 2013, 957).

Uniapnea

Aikuisen obstruktiivisella uniapnealla eli OSA (*Obstructive Sleep Apnea*) tarkoitetaan ylähengitysteiden ahtautumista unen aikana, joka aiheuttaa sekä apneaa että hypopneaa. Apnea tarkoittaa yli 10 sekunnin mittaista hengityskatkosta ja hypopnea hengitysvirtauksen vähentymistä yli 30 %, ja siihen liittyy myös yli 3 %:n happisaturaation lasku tai havahtuminen. Lihavuus on tärkein yksittäinen uniapnean riskitekijä.

Uniapnea aiheuttaa päiväväsymystä, keskittymiskyvyn heikkenemistä ja se on riskitekijänä kardiovaskulaarisille sairauksille. (Bäck & Bachour 2016.)

CPAP on ensisijainen ja tehokkain obstruktiivisen uniapnean hoitomuoto, etenkin sen keskivaikeissa ja vaikeissa muodoissa (Mas & Masip 2014, 841; Back & Bachour 2016; Uniapnea (obstruktiivinen uniapnea aikuisilla) Käypä hoito -suositus, 2017; Saares-

ranta & Polo 2013, 374). CPAP-hoito uniapnean hoidossa on kustannustehokasta. Lisäksi hoitomuoto on yleensä hyvin siedetty ja turvallinen. (Saaresranta & Polo 2013, 376.)

Noiin 50 % kroonista sydämen vajaatoimintaa sairastavista on Masin ja Masipin (2014, 841) mukaan raportoitu kärsivän myös unihäiriöitä aiheuttavasta hengityksestä, joka johtuu sekä ylempien hengitysteiden tukkeutumisesta nukkuessa että hengityselinten valvontajärjestelmän epävakaudesta. Molempien tilojen on todettu korjaantuvan noninvasiivisella ventilaatiolla. (Mas & Masip 2014, 841.) CPAP-hoidon vaikutuksesta kohonnut verenpaine alenee, vireystila ja unen laatu paranevat sekä päiväaikainen väsymys vähenee (Brander & Lehtimäki 2013, 476). CPAP-hoito vaikuttaa positiivisesti uniapneapotilaan keuhkovaltimopaineeseen, aivoinfarktin uusiutumisen estoon sekä glukoositasapainoon ja insuliiniresistenssiin niillä potilailla, joilla esiintyy päiväväsymystä (Saaresranta & Polo 2013, 376).

Uniapneaa sairastavan potilaan CPAP-hoidon ohjaus aloitetaan yleensä erikoissairaanhoidon poliklinikalla päivällä tapahtuvilla hengitysharjoituksilla, kunnes siirrytään yöllä tapahtuvaan hoitoon. Potilaalle etsitään optimaalinen hengityspaine, joka tapahtuu Suomessa tavallisesti itsesäätyvän ventilaattorin avulla. Itsesäätyvä ventilaattori tuottaa hoitoyön pituisen CPAP-paineprofiilin, jonka avulla voidaan luotettavasti säätää vakiopainetaso kotona tapahtuvaan hoitoon. Manuaalista paineensäätöä käytettäessä ensisijaisesti hengitystä tarkkaillaan ja kuunnellaan. CPAP-painetta tulee nostaa kunnes obstruktiiviset hengityskatkokset loppuvat, myöskään kuorsausta ei saa esiintyä, jolloin potilaan hengittäminen helpottuu huomattavasti. Ventilaattorin painetta voidaan laskea yksi vesisenttimetri minuutissa niin kauan, kunnes kuorsaus alkaa, jolloin painetta nostetaan yhden vesisenttimetrin verran. Laite säädetään käytön perusteella ja potilas koekäyttää ventilaattoria tavallisesti kotonaan. Potilaan hoitoon sitoutumista ja laitteen käyttöä koulutetut hoitajat seuraavat ja arvioivat kontrollikäynneillä. Kun potilaan hoito on tasapainossa, seuranta voidaan siirtää perusterveydenhuoltoon. (Saaresranta & Polo 2013, 376–378, 380–381.)

Uniapneapotilaan CPAP-hoito kotona voidaan toteuttaa pienikokoisilla ventilaattoreilla, jotka tuottavat huoneilmasta letkuston välityksellä ilmapirran potilaalle. Potilaan kasvoilla on yleensä nenä- tai nenä-suomaski tai sieraimiin asetettavat tulpat,

joiden kautta ilma virtaa ylähengitysteihin. Laitevalmistajia on useita, mutta yhä enenevässä määrin kotihoidossa käytetään itsesäätyviä ventilaattoreita. Jos CPAP-hoito ei riitä uniapnean hoitomuodoksi, myös kaksoispaineventilaatiota voidaan käyttää. (Brander & Lehtimäki 2013, 478–479.) Kotihoitoon luovutettu ventilaattori on lääkinällinen apuväline, jonka käyttökoulutuksesta, toiminnasta sekä huoltamisesta vastaa yksikkö, josta laite on saatu käyttöön (Saaresranta & Brander 2013, 354).

Palliativiset potilaat

Invasiivinen eli kajoava hengityksen tukeminen ei kuulu palliativiseen hoitoon. Palliativisessa vaiheessa tavoitteena ei ole elämän pitkittäminen vaan hyvä oireenmukainen loppuvaiheen hoito. Noninvasiivisen ventilaation katsotaankin olevan tämän vaiheen maksimaalinen hoito, jota yli puolet lääkäreistä käyttäisi, vaikka potilaalla olisi DNR-päätös (*Do Not Resuscitate*). (Brander 2011.) Palliativisen potilaan kohdalla noninvasiivista ventilaatiohoitoa annettaessa pitää miettiä, onko sen tarkoitus pitkitää elämää ja pidentää kuolemisprosessia, vai helpottaa hengitysvaikeusoireita (Hess 2013, 955). Mas ja Masip (2014, 840) toteavat katsauksessaan, että lähes puolet akuutista hengitysvajauksesta kärsivästä palliativisesta potilaasta kotiutui, kun heitä hoidettiin noninvasiivisella ventilaatiohoidolla. Lisäksi hoito vähensi morfiinin tarvetta. (Mas & Masip 2014, 840.)

Nopeasti etenevissä neurologisissa sairauksissa noninvasiivisen ventilaatiohoito on kyseenalaista, koska se saattaa vain pitkitää kuolemisprosessia. Noninvasiivinen ventilaatio saattaa helpottaa oireiden hallintaa ja elämänlaatua sairauksissa, jotka aiheuttavat hengitysvajauksia kuten ALS, skolioosi, kyfoosi, Duchennen lihasdystrofia tai polio. (Mas & Masip 2014, 840.) Noninvasiivista ventilaatiohoitoa tulee tarjota kroonisen sairauden loppuvaiheessa oleville potilaille, joiden intubaatio ei kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista. He voivat selviytyä hengitysvajauksesta, johon he kuolisivat ilman noninvasiivista ventilaatiota. (Hess 2013, 955.)

2.2 Kontraindikaatiot

Noninvasiivisen ventilaation ehdottomia kontraindikaatioita ovat hengityksen pysähdys ja se, että maskin käyttö ei onnistu esimerkiksi kasvovamman takia (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014). Hoitoa ei voi siis toteuttaa potilaalla, jolla ei ole spontaania hengitystä. Myös sydämen pysähdys on este hoidolle. Jos eritteitä ei pystytä poistamaan riittävän hyvin, potilas oksentaa tai jos ylähengitystiet ovat pysyvästi ahtautuneet, noninvasiivinen ventilaatiomuoto ei tule kyseeseen. Myös ylähengitysteiden verenvuoto ja aspiraatoriski tai vaikea akuutti sydäntapahduma voivat estää noninvasiivisen ventilaation käytön. Epävakaa hemodynamiikka, matala verenpaine (systolinen alle 90 mmHg) ja tuore kasvojen vamma tai leikkaus ovat kontraindikaatioita noninvasiiviselle ventilaatiolle. (Lönn & Arola 2013a, 85–86; Varpula, Halme & Maasilta 2015; Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014.)

Sopimaton kasvojen muoto voi estää noninvasiivisen ventilaatiohoidon (Aaltonen & Mustonen 2014b). Lisäksi potilaan ruoansulatuskanavan yläosan tuore vamma tai leikkaus, hoitamaton ilmarinta tai hengitysteiden ilmafisteli estävät hoidon (Alvarez, Massebiau, Vermeulen & Simon 2013). Myös akuutti nenän sivuonteloiden tulehdus, välikorvatulehdus, hoitamaton hinkuyskä tai nenäverenvuoto ovat kontraindikaatioita hoidolle (Respironics V60-hengityslaite n.d., 22).

Potilaan tulee olla ko-opeoiva, joten hoidon estää potilaan tajuttomuus tai tajunnantason lasku, jolloin potilaaseen ei saada kontaktia, vaikea sekavuus tai kiihtyneisyys, shokki tai yhteistyökyvyttömyys (Lönn & Arola 2013a, 85–86; Varpula ym. 2015; Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014.) On kuitenkin huomioitava, että hiilidioksidin kertyminen elimistöön voi aiheuttaa tajunnantason laskua, ja noninvasiivisella ventilaatiolla on siihen yleensä hyvä ja nopea vaste (Brander 2011). Jo 10 kPa:n hiilidioksidiosapaine aiheuttaa tajuttomuuden kohotessaan äkillisesti, kun taas kroonisesta hengitysvajauksesta kärsivä potilas voi sietää jopa 15 kPa:n osapainetta (Varpula & Pettilä 2014c). Yksi yleinen vasta-aihe on potilaan kieltäytyminen maskista perusteluista huolimatta (Varpula, Halme & Maasilta 2016, 17).

Harvinaisempia, mutta ehdottomia kontraindikaatioita noninvasiiviselle ventilaatiohoidolle ovat kurkun kannen täydellinen velttous eli *floppy epiglottis* ja ilmakallo, jonka kallonmurtuma voi aiheuttaa (Saaresranta & Polo 2013, 376). Puutteellinen hoitovaste ja invasiivisen ilmatien käyttö avoimen ilmatien varmistamiseksi voidaan katsoa olevan kontraindikaatioita noninvasiiviselle ventilaatiolle (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014). Potilaan raskaus voi estää noninvasiivisen ventilaatiohoidon (Mas & Masip 2014, 838).

3 Tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opetusvideo Jyväskylän ammattikorkeakoulun hoitotyön opiskelijoille noninvasiivisen ventilaation toteuttamisesta.

Tavoitteena oli syventää suomenkielisten ja kansainvälisten opiskelijoiden osaamista noninvasiivisesta ventilaatiohoidosta ja tukea itsenäistä oppimista.

Opinnäytetyön tehtävät:

1. Mitä on noninvasiivinen ventilaatiohoito sekä niiden indikaatiot ja kontraindikaatiot?
2. Miten Philips Respironics V60-hengityslaitetta käytetään ja miten potilaan hoitotyö toteutetaan?

4 Kehittämistyön toteuttaminen

4.1 Tutkimuksellisen kehittämistyön metodologia

Tutkimuksellinen kehittäminen tarkoittaa aiheen tutkimuksellista lähestymistapaa, johon on yhdistetty aktiivinen toiminnan kehittäminen (Toikko & Rantanen 2009, 19; Heikkilä, Jokinen & Nurmela 2008, 23). Kehittämistyön tarkoituksena on luoda uusia käytäntöön soveltuvia interventioita tai parantaa jo olemassa olevia (Toikko & Rantanen 2009, 20). Tutkimuksellinen kehittämistyö hyödyntää näyttöön perustuvan tiedon tuottamia tuloksia ja soveltaa niitä (Heikkilä ym. 2008, 21). Tämä opinnäytetyö toteutettiin tutkimuksellisena kehittämistyönä, jossa yhdistyvät kirjallinen teoria- tausta sekä käytännön toteutus.

Terveydenhuollon kehittämistoiminta on usein kokemusperäistä, moniammatillista ja reflektivoivaa. Tämä mahdollistaa yhteisen tavoitteen saavuttamisen parhaalla mahdollisella tavalla. Kehittämistyössä käytetään kriittistä arviointia, koska se on ydintaito terveydenhuoltoalalla ja mahdollistaa myös muutoksen. Kriittinen ajattelu on eräänlaista totuuden etsintää, joka pyrkii takaamaan sen, että kehittämistyönä toteutettu opinnäytetyö hakee parasta tietoa, vaikka se ei tukisikaan aikaisempia uskomuksia. (Heikkilä ym. 2008, 20–21, 36–37, 55.) Tässä opinnäytetyössä teoriatiedon lisäksi konsultoitiin Keski-Suomen keskussairaalan hengitystiimiä, teho-osaston osastonhoitajaa, kahta anestesia- ja tehohoidon erikoislääkäreitä sekä Philipsin laite-edustajaa, jotta työhön saatiin paras mahdollinen käytettävissä oleva moniammatillinen tieto.

Tutkimuksellisen kehittämisprosessin tuloksena on yleensä jokin konkreettinen tuotos, jonka jokin organisaatio on tilannut. Yhteistyöorganisaation edustajan kanssa tulee suunnitella tuotoksen haluttu sisältö ja muoto. Lopullisen tuotoksen tulee olla innovatiivinen, informatiivinen, selkeä ja soveltua asiasisällöltään sekä käytettävyydeltään kohderyhmälle. Tuotos voi olla esimerkiksi videomuotoinen opetusmateriaali,

jota yhteistyötaho hyödyntää ja soveltaa opetuksessa. (Vilka 2015, 30, 32; Heikkilä ym. 2008, 109–110.) Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyi kaksi opetusvideota, jotka tuotettiin sekä suomen- että englanninkielellä.

4.2 Kehittämismenetelmät

Video oppimismenetelmänä- ja tyylinä

Opetuksessa tavoite, sisältö ja menetelmä ovat kolme tärkeintä osatekijää. Opetusmenetelmästä riippumatta opetuksen sisältö ja tavoite eivät juurikaan muutu. Oppija suhteuttaa ja sopeuttaa uuden opittavan asian aikaisemmin hankittuun tietorakenteeseen ja toimintaansa. Kun oppija tulkitsee ja käsittelee opittavaa asiaa suhteessa aikaisempaan osaamiseen, syntyy uutta oppimista. Suunnitelmallisessa opetuksessa viritetään, suunnataan, johdetaan ja ohjataan opiskelua. Opetusmateriaalin tehtävä ja tavoite tulee määrittää, jotta se vastaa opetuskokonaisuutta. (Mäkitalo & Wallinheimo 2012, 30–31.)

Virtuaalinen opetus ja teknologian käyttäminen ovat luonnollisia toimintoja arjessa, koska ne ovat osa nykyaikaista ajankäyttöä. Nykytekniikka mahdollistaa videon käyttämisen opetusmenetelmänä. (Mäkitalo & Wallinheimo 2012, 10–11.) Digitaalisten videoiden käyttö opetuksessa on lisääntynyt. Liikkuva kuva auttaa näkemään ja hahmottamaan asioita, joita kirjoitetun tekstin avulla olisi vaikea ymmärtää. Opiskelijoiden kiinnostus voidaan herättää videon avulla. Videolla voidaan esimerkiksi näyttää, miten opettava aihe liittyy opiskelijoiden tulevaan ammattiosaamiseen todellisessa työympäristössä. Videossa opetettava taito jaetaan helpommin hallittaviin osiin (*chunks*), samalla kun kertojaääni selittää ja perustelee videolla esitettyjä hoitotyön toimintoja. (Hakkarainen & Kumpulainen 2011, 10–14.) Parhaimmillaan opetusvideo rakentaa kirjatiedon ja videolla esitetyn informaation välille yhteyden, jolloin opiskelijalle opeteltava asia konkretisoituu (Nevala & Kiesiläinen 2011, 31). Videon avulla

opiskelija voi muodostaa oman käsityksestä opetettavasta aiheesta pelkän opettajalta omaksumisen sijaan (Korpinen 2014, 17).

Opetusvideoissa voidaan antaa paljon informaatiota lyhyessä ajassa. Opetusvideoita käytetään yhä enemmän tiedonvälittämisen keinona ja se pystyy vastaamaan opiskelijan tarpeisiin joustavasti oppimistyylistä ja aikataulusta riippumatta. Lisäksi opetusvideo aktivoi opiskelijan ajattelua ja keskittyy opittavan aiheen keskeisiin asioihin. (Korpinen 2014, 14, 17.) Opiskelijat ovat taidoiltaan eritasoisia. Ryhmäkoot ovat isoja ja hyvin heterogeenisiä oppilaiden taitojen, tason ja oppimisen suhteen. Tämä edellyttäisi yksilöllistä opetusta, joka harvoin on mahdollista. On myös luonnollista, että kaikki ihmiset oppivat eri tahtiin ja eri tyyleillä asioita. (Kinnari-Korpela 2014, 68.)

Auditiivisen oppijan tärkein aisti on kuuloaisti, koska auditiivinen oppija omaksuu parhaiten suullista informaatiota ja puhuttua tietoa. Visuaalinen oppija haluaa nähdä. Tällainen oppija omaksuu parhaiten, kun hän saa lukea tai nähdä kuvia tai taulukoita. Opetusvideon voidaankin katsoa tukevan audiovisuaalista oppijaa. (Oppimisen eri tyylit ja strategiat 2010.)

Hyvä opetusvideomateriaali

Hyvän opetusvideon yksi tärkeimpiä kriteereitä on sen pituus. Videon käyttäjälle tulisi myös antaa videon kontrollointimahdollisuus, joka tarkoittaa sitä, että videon voi pysäyttää tai sen voi katsella uudelleen. Näin opiskelijalla on parempi mahdollisuus vaikuttaa omaan oppimiseensa ja oppia omaan tahtiin. Hyvä opetusvideo täydentää opetettavaa asiaa havainnollistamalla sen, jolloin opiskelijat pystyvät muodostamaan oman näkemyksensä asiasta. Hyvä video ottaa huomioon sen kohderyhmän. (Korpinen 2014, 13–14, 17.) Opinnäytetyön tuotoksena syntyneet videot ovat julkaistu Moniviestimessä, joka on Jyväskylän ammattikorkeakoulun videopalvelu. Moniviestimestä opiskelijat voivat katsoa opetusvideoita ilmaiseksi haluamaansa ajankohtana.

Video-oppimateriaali hoitotyössä

Sairaanhoitajien opetuksessa klinisiä taitoja voidaan opettaa ja havainnollistaa opetusvideoilla ennen kuin opiskelijat pääsevät kokeilemaan taitojaan oikeasti. Näin opiskelijat voivat omaksua oikeita menettelytapoja oikeassa hoitoympäristössä. Virheelliset liikkeet näkyvät videolla helpommin kuin luonnossa, joka saattaa auttaa opiskelijoita esimerkiksi havainnoimaan potilaan kliinistä tilaa. (Mendoza, Caranto & David 2015.) Ennen opetustuntia jaettu video perehdyttää opiskelijan aiheeseen ja mahdollistaa syvällisemmän keskustelun ja oppimisen varsinaisessa opetustilanteessa (Korpinen 2014, 14).

Tekijänoikeudet

Tekijänoikeus perustuu tekijänoikeuslakiin 404/1961, EU:n direktiiveihin ja asetuksiin sekä kansainvälisiin sopimuksiin, ja sen loukkaaminen on rangaistava teko. Käytännössä tekijänoikeus tarkoittaa tekijän oikeutta määrätä teoksensa käytöstä sekä oikeutta tulla mainituksi sen tekijänä. Suomessa tekijänoikeus on voimassa vielä 70 vuotta tekijän kuolinvuoden jälkeen. (Tekijänoikeusjärjestelmä n.d.)

Teokseksi katsotaan esimerkiksi kirja, taulu tai sävellys, joka on omaperäinen ja itsenäinen luomistyön tulos. Teoksella tulee kuitenkin olla muoto, joten tämän oikeuden ulkopuolella ovat jokin tieto, idea tai käsite. Tekijänoikeuslaki suojaa myös teoksen esityksiä, ääni- ja kuvataallenteita sekä valokuvia. Tekijän lupa tarvitaan teoksen käyttämiseen kuten kopiointiin, julkiseen esittämiseen ja jakeluun. (Tekijänoikeusjärjestelmä n.d.) Jyväskylän ammattikorkeakoulun opinnäytetyösopimus sanoo seuraavaa:

”Opinnäytetyön tekijänoikeudet kuuluvat opiskelijalle. Toimeksiantaja saa rinnakkaisen käyttöoikeuden teokseen sen valmistuttua. Muut mahdolliset teollisoikeudet ja tekijänoikeudet ovat toimeksiantajan omaisuutta.”

Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyneistä video-opetusmateriaaleista tehtiin käyttöoikeussopimus Jyväskylän ammattikorkeakoulun kanssa. Sopimus oikeuttaa Jyväskylän ammattikorkeakoulun käyttämään videoita opetuksessa, markkinoinnissa ja tiedottamisessa sähköisissä tietoverkoissa. Sopimus oikeuttaa videoiden käyttämisen

edellä mainituissa tarkoituksissa koulutusviennissä, sekä luovuttamisen yhteistyökumppaneiden ja median käyttöön. Käyttöoikeus on voimassa toistaiseksi ja se ei rajoita opinnäytetyön tekijöiden oikeutta antaa käyttöoikeuksia jollekin muulle taholle. (Käyttöoikeussopimus n.d.)

4.3 Kehittämistyön suunnitelma

Ajatus tutkimuksellisesta kehittämistyöstä saa usein alkunsa ajankohtaisesta kehittämistarpeesta, joka voi olla kehittämistä, uuden visiointia tai jo olemassa olevan ongelman ratkaisemista. Lähtökohdat tulee määritellä ja tavoite perustella konkreettisesti. Huolellinen organisointi kehittämistyön tavoitteen pohjalta on keskeistä prosessin onnistumisen kannalta. (Heikkilä ym. 2008, 60; Toikko & Rantanen 2009, 57–58.) Tutkimuksellinen kehittämistyöprosessi käynnistyi toimeksiantajan tarpeen pohjalta saada videomateriaalia opetuskäyttöön. Opinnäytetyön suunnitelmavaiheessa tilaajaorganisaation kanssa käytiin tavoitekeskustelu, jossa rajattiin opinnäytetyön aihe ja selvitettiin haluttu videon sisältö.

Suunnitelmavaiheessa kehittämistyönä toteutetun opinnäytetyön tekijöiden tulee kartoittaa käytettävissä olevat resurssit sekä tiedostaa omat lähtökohdat ja osaaminen sekä suunnitella aikataulu, jotta opinnäytetyö on mahdollista saattaa loppuun ja tuotos voidaan luovuttaa tilaajaorganisaatiolle. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 57; Heikkilä ym. 2008, 68–69.) Opinnäytetyön suunnitelmavaiheessa laadittiin tavoiteaikataulu ja määritettiin, kuinka opinnäytetyöprosessi etenee. (Ks. liite 3).

Ennen tiedonhakua olisi hyvä selvittää millaista tietoa tarvitaan teoriataustan tekemiseen, ja mistä se hankitaan. Lisäksi tulee miettiä opinnäytetyöprosessin eri vaiheet sekä tehdä työnjako, joiden pohjalta kukin opiskelija tunnistaa oman roolinsa ja ammatillisen kasvun opinnäytetyön edetessä. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 57.) Kriittinen ajattelu ja asioiden tarkastelu luovat hyvät lähtökohdat tutkittavan aiheen perusteiksi.

den rakentamiselle, ja syventävät opinnäytetyön tekijöiden sekä kohderyhmän osamista ajantasaisen näyttöön perustuvan tiedon avulla (Heikkilä ym. 2008, 42). Opinnäytetyön aineistoon tarvittavien lähteiden kartoittaminen aloitettiin perehtymällä tutkittavaan aiheeseen sekä käsitteisiin. Opinnäytetyötä varten tehtiin systemaattinen tiedonhaku. Aineistoon kerättiin paljon ajankohtaisia, pääasiassa korkeintaan viisi vuotta vanhoja lähdemateriaaleja, jotka takasivat mahdollisimman uuden tiedon käyttämisen noninvasiivisesta ventilaatiohoidosta.

Aineiston keräämisessä käytettiin hakusanoina noninvasiivinen ventilaatio AND hoito-työ OR tarkkailu, CPAP, BiPAP (ei intuboitu), kaksoispaineventilaatio sekä video-opiskelumateriaali. Englanninkieliset haut tehtiin sanoilla non-invasive ventilation AND nursing OR monitoring/observation, CPAP, BiPAP NOT intubated, Bilevel NPPV, video AND nursing OR observation, study material. Lisäksi käytettiin ranskankielistä lähdemateriaalia, jossa hakusanoina olivat ventilation non invasive OR ventilation non invasive AND soins des infirmieres, insuffirance respiratoire aiguë. Hakukoneina käytettiin Medic, Cinahl, PubMed, GoogleScholar, Terveysportti ja Finlex. Aineistoa kerättiin myös manuaalisesti.

Suunnitelmavaiheessa tehtiin koehakuja, joiden perusteella aineistoa löytyi runsaasti, mutta siinä esiintyi paljon toistoa. Aineistolle asetettiin rajauskriteerejä, jotta se vastaa opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin. Rajauskriteerit on koottu taulukkaan. (Ks. taulukko 1.)

Taulukko 1. Aineiston rajauskriteerit

• Teoriataustan aineisto on vuosilta 2011–2017
• Aineisto vastaa yhteen tai useampaan tutkimuskysymykseen
• Aineisto on saatavilla maksutta
• Aineisto on suomen, englannin tai ranskan kielellä
• Aineisto käsittelee aikuisten noninvasiivista ventilaatiota

Aineiston kokoamisessa suosittiin vertaisarvioituja tutkimuksia ja tieteellisiä artikkeleita, jotka olivat saatavilla maksutta koko teksteinä sähköisessä muodossa. Kehittämistyössä käytettiin myös aiheeseen liittyviä oppikirjoja sekä hengityslaitteen käyttö-opasta, koska tutkittavan aiheen käsitteitä oli paljon ja ne esiintyivät tutkimuksissa sekä tieteellisissä artikkeleissa sekavasti. Tämä takasi selkeämmän ja luotettavamman kirjallisen teoriaosuuden, jonka pohjalta video-opetusmateriaalia aloitettiin työstämään. Videomateriaalin suunnittelussa hyödynnettiin myös toimeksiantajan sekä asiantuntijoiden työkokemuksen mukanaan tuomaa tietoa.

Tutkimuksellisen kehittämistyön prosessin ollessa joustava, ei tarvittavaa aineistoa voi määritellä etukäteen, vaan sitä hankitaan lisää aineistosta tehtävän tulkinnan ja saatujen tuloksien mukaan (Kananen 2015, 35). Kehittämistyössä tulee käyttää riittävä määrä erilaisia lähdemateriaaleja, jotta prosessissa syntyvästä tuotoksesta saadaan konkreettinen ja ymmärrettävä. Kaikki siihen käytetyt aineistot ovat yhtä tärkeitä ja ne on analysoitava selkeästi sekä tuotosta palvelevasti. Kuitenkaan analyysitapa ei tarvitse olla yhtä perusteellinen kuin perinteisessä tutkimustyössä. (Salonen 2012, 25.) Jotta aineiston analyysi on onnistunut, tekijöiden tulee pelkistää käytettävä aineisto sekä avata ja selkeyttää käsitteet, jotka kuvaavat tutkittavaa aihetta (Kyngäs, Elo, Pölkki, Kääriäinen & Kanste 2011, 140). Aineiston analysoiminen aloitettiin lähdemateriaalien huolellisella lukemisella ja vieraskielisten materiaalien käännöstyöllä. Aineistosta etsittiin yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia, jolloin kokonaisuus hahmottui ja eteni prosessina kohti syvällisempää näkemystä noninvasiivisesta ventilaatiohoidosta ja erityisesti siihen liittyvästä hoitotyöstä. Tiedonhaun jälkeen aineistoa analysoitiin ryhmittelemällä sitä videoiden käsikirjoituksen mukaiseen järjestykseen. Analyysin tuloksena muodostui tulososio, joka toimi opetusvideoiden sisällön lähtökohtana. Aineistoa analysoitiin objektiivisesti ja mahdollisimman neutraalisti.

Hyvin suunniteltu videon sisältö varmistaa paremman tason opetusvideossa. Opetusvideota suunnitellessa opetusmateriaalista haluttiin selkeä ja riittävän lyhyt, jotta videon katsominen on mielekkäämpää. Huolellinen käsikirjoituksen laatiminen auttaa muistamaan kaikki tarvittavat seikat kuvaustilanteessa. Lisäksi käsikirjoitus toimii dokumenttina yhteistyöorganisaatiolle ja ohjeena videon kuvaajalle. (Ailio 2015, 6.) Vi-

deoita suunnitellessa niihin laadittiin kronologisessa järjestyksessä etenevät käsikirjoitukset, jotka toimivat opetettavan asian runkona sekä kuvaajan työjärjestyksenä kohtauksittain. Käsikirjoitusten kohtaukset etenevät kirjallisen opinnäytetyön mukaisessa järjestyksessä. Käsikirjoitukseen liitettiin opetusvideoilla näkyvät diat lähdeviittauksineen. (Ks. liite 5, 7, 9 ja 11.) Videoiden kuvaaja ja toimeksiantajan edustaja lukivat ja hyväksyivät käsikirjoitukset ennen kuvauksia. (Ks. liite 4 ja 6.) Käsikirjoitusten kertojääniosuudet laadittiin suomenkielen lisäksi englanninkielellä. (Ks. liite 8 ja 10.)

4.4 Kehittämistyön toteutus

Tätä opinnäytetyötä aloitettiin työstämään tammikuussa 2017 Jyväskylän ammattikorkeakoulun hoitotyön opettajilta tulleen aihe-ehdotuksen pohjalta. Toiveena oli saada opetuskäyttöön teoriataustaan pohjautuva videomateriaali noninvasiivisesta ventilaatiosta. Toimeksiantaja halusi opetusmateriaalia toisen vuoden sairaanhoitajaopiskelijoille hoitotyön kliinisten menetelmien opintojaksolle. Opetusvideoiden sisällöksi muodostui lopulta Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönotto sekä keskeiset hoitotyön toiminnot kaksoispaineventilaatiota annettaessa. Kyseinen hengityslaitte oli käytössä Keski-Suomen keskussairaalassa ja tulee käyttöön myös uuteen Nova-sairaalaan.

Suunnitelmallinen eteneminen ja aikatauluissa pysyminen ovat opinnäytetyön prosessin valmistumisen kannalta keskeisiä asioita (Heikkilä ym. 2008, 25). Tutkimuksellisenä kehittämistyönä toteutettu opinnäytetyöprosessi etenee joustavasti aineiston ohjatessa prosessia (Kananen 2015, 35). Opinnäytetyön prosessissa huolellisen suunnittelun ja tiedonhaun jälkeen alkoi teoriataustan kirjoittaminen sekä asiantuntijoiden konsultoiminen. Opinnäytetyössä pyrittiin löytämään selvyys jo olemassa olevista käsitteistä, avaamaan ne sekä koota ja tiivistää keskeinen aineisto ja sairaanhoitajan tarvitsemat tietotaidot opetusvideoille. Tarkoituksena oli luoda yhtenäinen informaatiokokonaisuus. Opinnäytetyön eteneminen näkyy prosessikaaviosta. (Ks. liite 3.) Opinnäytetyö valmistui suunnitellussa aikataulussa.

Videon käyttö opetusmateriaalina on haastavampaa kuin teksti ja kuvat. Videon editointiin tarvitaan oma ohjelmisto ja video pitää pystyä jakamaan kohderyhmän käyttöön. (Mäkitalo & Wallinheimo 2012, 70–71.) Opetusmateriaalin laadun varmistamiseksi Jyväskylän ammattikorkeakoulun assistentti kuvasi, editoi ja nauhoitti ääniraidat opetusvideoihin opinnäytetyön tekijöiden kanssa yhteistyössä. Toimeksiantajan edustaja oli seuraamassa videoiden kuvaamista sisällön laadun varmistamiseksi.

Videoita kuvattiin kaksi kappaletta, koska opetettava sisältö jakautui selkeästi hengityslaitteen käyttöönottoon ja hoitotyön toimintoihin. Näin videoista ei tullut liian pitkiä ja oppiminen jakaantuu osiin. Opetusvideoiden kuvausympäristö oli Keski-Suomen Keskussairaalan teho-osaston eristyshuone. Siellä oli mahdollista hyödyntää todellista työympäristöä ja nykyaikaista käytössä olevaa laitemateriaalia, jota sairaanhoitajaopiskelijat joutuvat tulevassa työssään käyttämään. Opinnäytetyön tekijät esiintyivät opetusvideoilla ja puhuivat suomenkieliset ääniraidat sekä tekivät videoilla näytettävät diasarjat. Kaikki käännökset tehtiin itse. Kansainvälisille opiskelijoille tarkoitettujen opetusvideoiden englanninkielisten ääniraitojen puhumiseen rekrytoitiin vahvan kielitaidon omaava opiskelukaveri. Huolellisen suunnittelun ansioista videoiden kuvaus, ääniraitojen nauhoitus ja editointi sujuivat vaivattomasti.

5 Tulokset

5.1 Noninvasiivisen ventilaatiohoidon toteutus

CPAP-hoito ja kaksoispaineventilaatiohoito ovat ylipainelaitteilla annettavia hapen antamiskeinoja, joilla vaikutetaan keuhkomekaniikkaan (Iivanainen & Syväoja 2016, 230). Noninvasiivisen ventilaation pitäisi olla jokapäiväisessä käytössä kaikissa hengi-

tysvaikeuksista kärsivien potilaiden hoitoyksiköissä. Se on kustannustehokasta verrattuna muihin hoitomuotoihin. (Hess 2013, 965.) CPAP-hoitoa voidaan antaa jo ensihoidollisesti ennen sairaalaan tuloa, jolloin se parantaa potilaan ennustetta (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014).

5.1.1 CPAP-hoito

CPAP-hoito eli *Continuos positive airway pressure* on jatkuvaa virtauskehittimen tuottamaa positiivista ilmatiepainetta, ylipainehengityshoitoa, joka perustuu potilaan omaan hengitykseen. CPAP-hoito toteutetaan kasvomaskin avulla, jossa on PEEP-venttiili eli *Positive End-Expiratory Pressure* aikaansaama positiivinen uloshengityspaine. Hoidon vaikutus perustuu pääasiassa uloshengitysvaiheen kasvaneeseen paineeseen. Uloshengityksen jälkeistä ilmatiepainetta saadaan nostettua PEEP-venttiiliin avulla, jolloin keuhkoihin jää enemmän ilmaa ja myös uloshengityksen aikana alveolit pysyvät auki. CPAP-hoito voidaan aloittaa jo ensihoidossa tai perusterveydenhuollossa ja vaikutus alkaa muutamassa minuutissa. (Aaltonen 2013a, 180–184; Brander & Varpula 2013, 332; Iivanainen & Syväoja 2016, 230–231.) CPAP-hoitomuoto on ensimmäinen happeutumishäiriön ventilaatiokeino, jos lisähapen antaminen happimaskin avulla ei riitä (Niemi-Murtola & Metsävainio 2016). (Ks. kuvio 1, sivulla 26.)



Kuvio 1. CPAP-tilan asetukset (Respironics V60 -hengityslaite n.d. 42)

CPAP-hoito on ensisijainen hoitomuoto äkillisessä keuhkopöhdössä. Sitä käytetään myös keuhkokuumeen, atelektaasin ja uniapnean hoidossa sekä respiraattorista vieroitettaessa sekä intuboiduilla potilailla estämään atelektaasin syntyä. Erityisesti sydämen vasemman kammion vajaatoiminnassa CPAP-hoidolla on edullisia vaikutuksia verenkiertoon. CPAP-hoitoa annettaessa potilaan hengittämistä, verenkiertoa, eritystä ja tajuntaa tulee tarkkailla. Maskin tulee olla tiivis ja virtauksen riittävää. (Aaltonen 2013a, 180–184; Brander ym. 2013, 332; Touabi n.d.)

CPAP-hoitoa ei voida toteuttaa liian väsyneellä potilaalla, koska potilaan pitää itse tehdä koko hengitystyö (Niemi-Murtola & Metsävainio 2016). PEEP-venttiilin päästä on tunnettava koko ajan jatkuva virtaus käsin tunnusteltaessa. Jos virtausta ei tunnu, tulee heti tarkistaa hengityksen riittävyys, laitteisto, potilaan tajunnan taso ja maskin tiiviys. Jos virtausta ei saada aikaiseksi, CPAP-hoito keskeytetään ja sitä ei voida antaa. (Aaltonen & Mustonen 2014a.)

CPAP:a ja PEEP:a käytettäessä intratorakaalipaine nousee vähentäen rintaonteloon palaavan laskimoveren määrää, mikä vähentää sydämen oikean kammion täyttöastetta. Paineen nousu vähentää myös vasemman kammion jälkikuormaa pienentämällä seinämäjännitystä. Hypovolemiassa laskimopaluun väheneminen voi johtaa verenkierron heikkenemiseen, mutta vajaatoimintaiselle sydämelle intratorakaalinen paineen nousu on hyödyksi. On huomioitava, että liian korkea CPAP ja PEEP voivat aiheuttaa alveolien ylivenyttymistä ja siten vaikuttaa epäedullisesti verenkiertoon. (Varpula & Pettilä 2014a.)

CPAP-hoidon vaikuttavuudesta on näyttöä myös vatsaonteloon kohdistuneen leikkauksen postoperatiivisessa vaiheessa ilmenevässä hengitysvajauksessa ja sen ehkäisyssä (Varpula 2016b, 112). CPAP-hoito on erittäin tehokasta postoperatiivisilla potilailla, joilla on atelektaasi (Hess 2013, 956).

Äkillisestä hengitystieongelmasta kärsivä potilas voi hyötyä CPAP-hoidosta. Usein potilaan happisaturaatio paranee ja sisäänhengitystyö helpottuu, koska ahtautuneet ilmatiet pysyvät paremmin auki. (Rekola, Antila, Irjala & Pulkkinen 2015.) CPAP-hoidon käyttöaiheena on myös hypoksemian hoito ilmäteiden tai keuhkokudoksen turvotuksen takia (Lönn & Arola 2013a, 87).

CPAP-laitteita käytetään useissa perusterveydenhuollon päivystysyksiköissä. Sitä voidaan toteuttaa myös edullisilla kertakäyttöisillä laitteilla, joilla saadaan tuotettua potilaan tarvitsema loppuhengityspaine säätämällä hapen virtausta. (Rekola ym. 2015.)

5.1.2 Kaksoispaineventilaatiohoito

Kaksoispaineventilaatiohoito on kaksivaiheista positiivista ilmatiepainehoitoa. Hoitomuotoa käytetään äkillisissä hengitysvajaustilanteissa, kuten keuhkohtaumataudin pahenemisvaiheessa, astmakohtauksessa, keuhkokuumeessa ja vieroitettaessa hengityskoneesta. Hoitoa annetaan akuutissa vaiheessa vain jatkuvassa valvonnassa sairaalassa. Kotona hoitoa voidaan antaa kroonisesta hengitysvajauksesta kärsivälle potilaalle. (Aaltonen 2013c, 181–185.)

Kaksoispaineventilaatio maskin avulla on nykyään käytetyin noninvasiivisen ventilaation hoitomuoto (Saaresranta & Brander 2013, 349; Soo Hoo, Byrd, Talavera, Anders & Hnatiuk 2016; Lönn & Arola 2013c, 86). Kaksoispaineventilaatiohoidon aloitusvalmius tulee olla päivystävissä erikoissairaanhoidon yksiköissä. Potilaan tilan vakiintuessa hoitoa voidaan jatkaa tavallisella vuodeosastolla, jonka henkilöstöllä pitää olla

riittävä perehtyminen ja osaaminen onnistuneen hoidon takaamiseksi. (Hengitysva-
jaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014.)

Kaksoispaineventilaatolaitetta voidaan säätää toimimaan eri tavoilla hengitysmal-
lista riippuen. Laitteella voidaan säätää hengitysfrekvenssiä, sisäänhengitys- ja
uloshengitysvaiheen painetta (IPAP/EPAP), sisäänhengityksen kertatilavuusvolyymia
sekä minuuttivolyymia, happiprosenttia (FiO₂) ja ventilaattorista riippuen sisäänhen-
gityksen aikaa sekä paineenousuaikaa. Laitteen toiminta on hengityskoneen kal-
taista painekontroloitua ventilaatioita, ja hoito toteutetaan noninvasiivisesti maskin
avulla. (Iivanainen & Syväoja 2016, 233; Lönn & Arola 2013c, 86.)

Potilaan aloittaessa sisäänhengityksen, hengityslaitte antaa sisäänhengitysapua pai-
netuetun virtauksen avulla. Kun sisäänhengitys loppuu, painetuki lopetetaan ja paine
laskee ennalta määrätyn EPAP:n mukaan. Sisäänhengityspaineeksi (IPAP) säädetään
aina korkeampi paine kuin uloshengityksenpaine (EPAP). (Mas & Masip 2014, 841.)
Lönn ja Pajusen (2016b) mukaan erotuksen tulisi olla ainakin 5 cmH₂O (Lönn & Paju-
nen 2016b). Pulkkinen (2017) ja Vuorenpään (2017) mukaan hengityspaineiden ero-
tus hoidon aloituksessa voi kuitenkin olla vähemmän kuin 5 cmH₂O. Potilasta ja ker-
tahengitystilavuutta tarkkailemalla saadaan selvyys painetuen riittävydestä. Poti-
laalta kysytään, tuleeko ilmaa riittävästi. (Pulkkinen 2017; Vuorenpää 2017.) Yleensä
sopiva painetuki on 8-12 cmH₂O (Lönn & Arola 2013c, 86). Lääkäri määrää painetasot
(Aaltonen & Mustonen 2014c). Uloshengityspaine jarruttaa uloshengitysvirtausta
niin, että keuhkoihin jää suurempi jäännösilmatilavuus. Kaksoispaineventilaattorilla
voidaan antaa myös CPAP-hoitoa. (Aaltonen 2013c, 181–185.)

Kaksoispaineventilaatiohoidossa maski ei saa olla liian tiivis, vuotoa tulee olla jonkin
verran. Ventilaattorit on suunniteltu siten, että ne itse kompensoivat vuodon. Tar-
peen mukaan maskin kokoa tai mallia vaihdetaan tai se kiinnitetään tiiviimmin. (Aal-
tonen 2013c, 181–185; Lönn & Arola 2013c, 86.)

Kaksoispaineventilaatiohoidosta käytetään eri nimiä käytettävän ventilaattorin mu-
kaan. Kaksoispaineventilaatiosta käytetään **BiPAP:n** (*Bilevel Positive Airway Pressure*)
lisäksi lyhenteitä **BREAS PV** (*Breas Pressure Ventilation*) ja **VPAP** (*Variable Positive*

Airway Pressure) (Iivanainen & Syväoja 2016, 230, 233). Lisäksi kaksoispaineventilaatiosta käytetään nimitystä **PSV** (*Pressure Support Ventilation, painetukiventilaatio*) ja lisäominaisuuksien mukaan adaptiivisia ventilaatiomalleja ovat **AVAPS** (*Average Volume Assured Pressure Support*) sekä **PAV** (*Proportional Assist Ventilation*) (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Aaltonen 2013b 181).

5.2 Potilasturvallisuus

Terveystieteiden tutkimuskeskuksen (1326/2010) 8 §:n mukaan potilaan on saatava näyttöön perustuvaa, laadukasta, turvallista ja asianmukaisesti toteutettua hoitoa, joka perustuu hyviin hoito- ja toimintakäytäntöihin (Terveystieteiden tutkimuslaki 1326/2010, 8§). Näyttöön perustuvaa toimintaa hoitotyössä toteutetaan parhaalla saatavilla olevan ajantasaisen tiedon harkitulla käytöllä (Näyttöön perustuva toiminta 2017). Potilasturvallisuuden päävastuu on henkilöstöllä ja organisaation johdolla, mutta potilasta on hoidettava yhteisymmärryksessä hänen kanssaan. Potilaalla on oikeus laadultaan hyvään terveyden- ja sairaanhoitoon. (Potilasturvallisuusopas 2011; Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 785/1992, 6§). Potilasturvallisuus tarkoittaa siis sitä, että potilas saa tarvitsemansa oikean hoidon, oikeaan aikaan, oikealla tavalla ja, että hoidosta on mahdollisimman vähän haittaa (Potilasturvallisuus 2017).

5.2.1 Potilaan valmistelu ja hoidon aloitus

Noninvasiivisen hoitomuodon etuja ovat nopea aloitus sekä helppo lopetus, eikä potilaan sedatointia yleensä tarvita (Niemi-Murtola & Metsävainio 2016). Potilaalle kerrotaan tarkasti hoidon toteutus ja tavoitteet, koska potilaan yhteistyö on välttämä-

töntä hoidon onnistumisen kannalta. Maski voi tuntua hoidon alussa epämiellyttävältä ja tukalalta, ja koska uloshengitys ei ole vapaata, potilaan ohjaus on tärkeää. Potilaan tulee olla yhteistyökykyinen. (Varpula 2016b, 112; Iivanainen & Syväoja 2016, 231.) Huolellinen ohjaus myös vähentää pelkoa ja luo turvallisuuden tunnetta. Potilaalle selvitetään hoidon arvioitu kesto sekä milloin ensimmäinen tauko pidetään. (Lönn & Arola 2013a, 87.) Hapenpuute aiheuttaa tukehtumisen tunnetta ja kuolemanpelkoa, jotka lisäävät hengenahdistusta. Siksi hoitohenkilökunnan on toimittava rauhallisesti, mutta nopeasti ja määrätietoisesti. (Rautava-Nurmi, Westergård, Henttonen, Ojala & Vuorinen 2015, 348.) Potilaan on hyvä tietää, että laitteet voivat olla meluisia ja se voi vaikeuttaa kuulemistä (Aaltonen & Mustonen 2014b).

Hoidon aloituksessa potilas asetetaan puoli-istuvaan tai kohoasentoon, joka on yli 30 astetta (Varpula ym. 2016, 16; Lönn & Arola 2013c, 87). Kohoasento helpottaa hengitystyötä ja kaasujenvaihtoa (Varpula & Pettilä 2014b). Ylävartalon kohoasennossa hengittäminen on vapaampaa, koska sisäelimiä aiheuttama paine vähenee keuhkoissa, jolloin keuhkojen ja pallean toiminta paranevat. Myös mahansisällön aspiratiovähenee. (Lönn & Pajunen 2016a; Rautava-Nurmi ym. 2015, 328.) Selinmaakuulla vatsaontelon paine työntää palleaa rintaonteloa päin, jolloin keuhkojen tilavuus pienenee (Sand, Sjaastad, Haug, Bjålie & Toverud 2011, 362–363).

Ventilaatiohoidon edellytyksenä on avoin ilmatie, jonka auki pysymistä arvioidaan hoidon jatkuessa. Potilaan pää tulee olla asennossa, jossa ylähengitystiet pysyvät auki. (Varpula 2016a, 111.) Potilaalla tulee olla mahdollisen lääkitsemistarpeen vuoksi toimiva i.v.-suoniyhteys (Lönn & Arola 2013c, 87).

Hoidon aloituksessa tärkeää on valita oikeanlainen maski ja käyttää matalia painetasoja, jotta potilas tottuu hoitoon, koska maski saattaa aluksi aiheuttaa tukahduttavan tunteen (Varpula 2016a, 112; Aaltonen & Mustonen 2014b). Lisäksi oikean kokoinen ja hyvin istuva maski on tehokkain keino välttää ihorikkoja, joita myös liian tiukka kiinnitys voi aiheuttaa (Hess 2013, 959–960). Maskin käyttö vaikeuttaa silmälasien käyttöä. Jos potilaalla on hyvin istuvat hammasproteesit, niiden käyttöä voi jatkaa. Huonosti istuvat poistetaan. (Aaltonen & Mustonen 2014b.) Maski asetetaan potilaan kasvoille vasta, kun virtaus ventilaattorista on kytketty päälle (Lönn & Arola 2013c, 88). Hoidon alussa maskia pidetään käsin potilaan kasvoilla. Kun potilas on

tottunut hengittämään maskin kanssa, voidaan maski kiinnittää remmeillä tai päähi-neellä. (Iivanainen & Syväoja 2016, 231.)

Suun ja nenän peittävä kasvomaski on ensisijainen vaihtoehto noninvasiivista venti-laatiota annettaessa. Se on yleisin Euroopassa käytetty maski. (Mas & Masip 2014, 843.) (Ks. kuvio 2.)

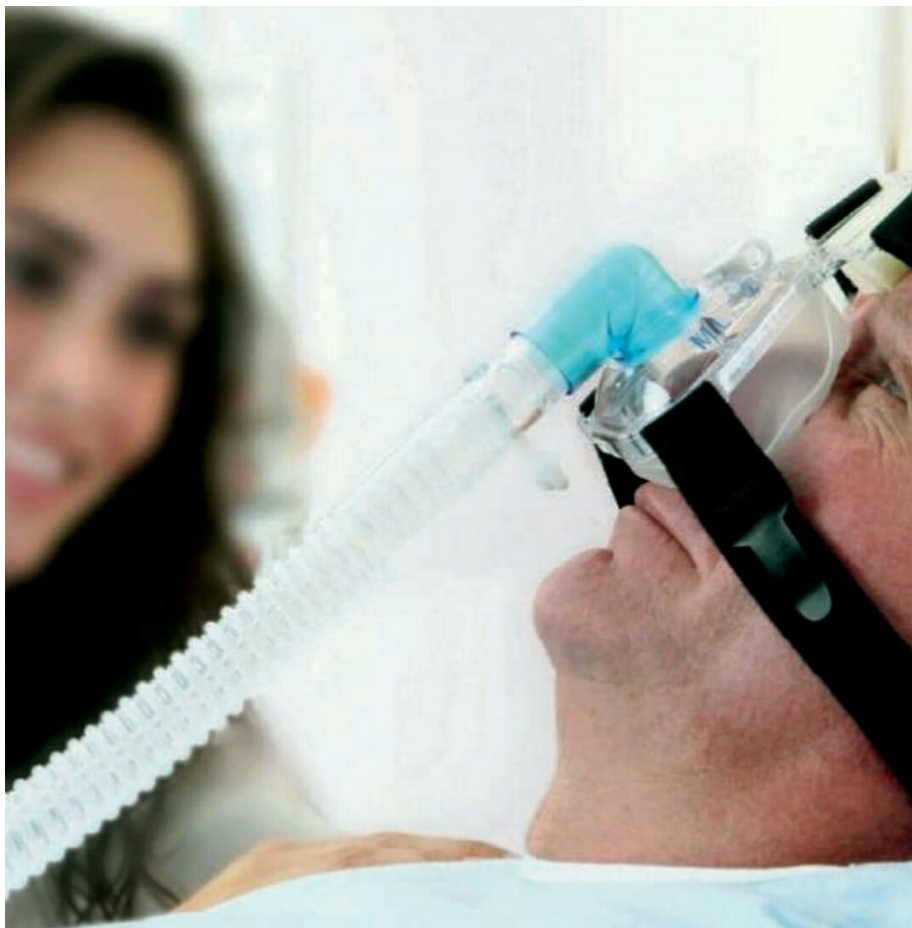


Kuvio 2. Kasvomaski

Kasvomaskia käytettäessä potilas voi hengittää suun kautta, ja se soveltuu yleensä myös ahtaampaikan kammosta tai ahdistuneisuudesta kärsiville potilaille sekä pitkäai-kaiseen hoitoon (Lönn & Pajunen 2016c). Ventilaatiohoidon toteuttaminen maskin avulla mahdollistaa yskimisen, nielemisen ja puhumisen (Niemi-Murtola & Metsävai-nio 2016). Maskin käytön aikana tulee kuitenkin välttää puhumista, jotta maski pysyy tiiviisti paikoillaan eikä ilmaa mene mahaan. Siksi potilaan kanssa sovitaan elekieli, jotta kommunikointi onnistuu. (Iivanainen & Syväoja 2016, 231.) Kasvomaskin käy-tössä on otettava huomioon aspiraatiovaara. Ventilaatiohoito joudutaan keskeyttä-mään kasvomaskia käytettäessä, kun potilas syö, juo tai ottaa lääkkeitä. (Hess 2013, 960, 970–971.) Kasvomaskia käytetään akuutissa vaiheessa spontaanisti hengittävälle

potilaalle, nenämaskiin voidaan siirtyä subakuutissa vaiheessa (Varpula ym. 2016, 16).

Nenämaski sopii käytettäväksi pitkäaikaisessa hoidossa sekä epämuodostuneista kasvoista kärsiville, lisäksi se mahdollistaa myös pääsyn suuhun (Lönn & Pajunen 2016c). Nenämaski on potilaalle kasvomaskia mukavampi, ja hoidonkin kannalta parempi, koska hoitoon ei tule keskeytyksiä, vaikka potilas syö, juo tai ottaa lääkkeitä. Lisäksi suun hoito ja mahdollinen liman imeminen onnistuu hoitoa keskeyttämättä. Nenämaski sopii klaustrofobiasta kärsiville muita maskeja paremmin. (Hess 2013, 960.) (Ks. kuvio 3.)



Kuvio 3. Nenämaski (Philips Respironicsin potilastarvikkeet ja -letkustot noninvasiiviseen ventilaatioon n.d. 16)

Kokokasvomaskia voidaan käyttää sekä CPAP- että kaksoispaineventilaatiohoidossa. Maskia ympäröi pehmeä tiiviste, joka tiivistyessään pitää maskin ilmavirtauksen hengitysteihin optimaalisena, koska vuotoja ei pääse syntymään. Etuina on potilaan näkökentän vapaana pysyminen, nenään ei kohdistu painetta, ilmavirtaus kohdistuu pääasiassa suun ja nenän alueelle, sekä se soveltuu hyvin muiden maskien käytöstä ahdistuville potilaille. Maski soveltuu potilaille, joilla on kasvojen epämuodostumia, hampaattomuutta, ahtaan paikan kammoa tai ahdistuneisuutta. Kokokasvomaski mahdollistaa suun kautta hengittämisen. Kokokasvomaski ei sovellu silmän kuivumisesta kärsiville tai glaukoomaa sairastaville potilaille. (Lönn & Pajunen 2016c.) (Ks. kuvio 4.)



Kuvio 4. Kokokasvomaski (Philips Respironicsin potilastarvikkeet ja -letkustot noninvasiiviseen ventilaatioon n.d. 4)

Kypärä on potilaalle yleensä mukavampi kuin maski, ja se ei aiheuta ihorikkoja (Hess 2013). Se sopii potilaalle, jolla on kasvovamma, ja se mahdollistaa puhumisen. Kypärämaskin haittapuolena on hiilidioksidin uudelleen hengitys ja kova ääni. (Mas & Masip, 2014, 844.)

Kaksoispaineventilaatiohoidon aloituksessa valitaan koneeseen toimintatila eli spontaani- tai ajastettu hengitysmalli, säädetään halutut hengitystiepainet, hengitystaa-juus, sisäänhengityksen kertatilavuusvolyymi ja minuuttivolyymi (Iivanainen & Syväoja 2016, 233). Potilaan oman spontaanin hengityksen säilyttämisellä on selkeitä etuja, koska siten virtausjakauma on parempi pallean ja selän lähellä oleviin keuhkosiin, joissa on vilkain verenkierto (Varpula & Pettilä 2014d).

CPAP-hoitoa toteutettaessa ilma-/happivirtaus maskissa tulee olla riittävää ja maskin tulee olla tiivis. PEEP-venttiilin tulee pysyä auki koko hengityssyklin ajan, jolloin systeemissä ja potilaan keuhkoissa on jatkuva ylipaine. PEEP-venttiilin koko tulee valita oikein. Venttiilin koosta riippuu, kuinka suurella paineella venttiilin uloshengitysläppä aukenee. Pienikokoinen venttiili avautuu pienellä vastuksella ja puolestaan suuri venttiili avautuu suurella vastuksella. Sisäänhengityksen aikana sisäänhengitysaukon läpän pitää olla avoin. Ilma-/happipainetta tulee lisätä, jos läppä on kiinni. Hoidon aloituksessa voidaan pitää tavallisesti ohjesääntönä noin 1 cmH₂O:n painetta kymmentä painokiloa kohden, esimerkiksi 50-kiloiselle potilaalle valitaan 5 cmH₂O:n kokoinen PEEP-venttiili. (Iivanainen & Syväoja 2016, 231.)

Varpulan (2016, 112) ja Ahosen ym. (2012, 237) mukaan CPAP-hoito aloitetaan 5-10 cmH₂O PEEP-venttiilin ilmatiepainella samanaikaisesti potilaan happeutumista ja hengityksen mekaniikkaa seuraten. Painetasoa säädetään hoitovasteen mukaan. CPAP-hoidon aikaansaama keuhkojen kaasupitoisuuden nousu parantaa mekaanisia ominaisuuksia hengitysjärjestelmässä, jolloin hengitystyö vähenee. (Varpula 2016b, 112; Ahonen ym. 2012, 237.) Harjolan (2016) mukaan CPAP-hoito puolestaan aloitetaan 7,5-10 cmH₂O PEEP-venttiilisäädöllä vaihteluvälin ollessa kuitenkin 5-12,5 cmH₂O. Lääkäri määrittää PEEP-venttiilin koon. Huomioitavaa on, että sydämen täyttöpaineen ollessa matala, korkea PEEP-taso voi aiheuttaa hypotension eli matalan tai alentuneen verenpaineen. (Harjola 2016.)

PEEP-venttiilien vastapaineet ovat: 2,5, 5, 7,5, 10, 12,5, 15 ja 20 cmH₂O, mutta maskin avulla tuettu hengitys ei ole yli 15 cmH₂O paineella toteuttamiskelpoinen (Lönn & Arola 2013b; Varpula & Linko 2017a). Maskiventilaatiossa PEEP-venttiilin paine ei ole virtauksesta riippuvainen ja se voi pitää potilaan ylähengitystiet avoimempina (Niemi-Murtola & Metsävainio 2016; Lönn & Arola 2013c, 87).

5.2.2 Potilaan tarkkailu ja monitorointi

Potilasta tulee tarkkailla hoidon aikana jatkuvasti, ja siksi potilas tarvitsee oman hoitajan. Tarkkailuun kuuluu vitaalielintoimintojen tarkkailu eli hengitys ja hengittäminen, verenkierto, tajunnan taso, erityis, lämpö, potilaan väri ja kivuista erityisesti vatsan alueen kivut, jotka voivat kertoa ilman kertymisestä vatsaan. Potilas kytketään perusmonitoriin ja seurataan erityisesti pulssioksimetriaa, jonka tavoitetasot ovat yksilölliset. Yli 90 %:n arvot ovat yleensä riittävät. (Varpula ym. 2016, 16–17; Aaltonen & Mustonen 2014b.) Lisäksi arvioidaan noninvasiivisen hoidon vastetta ja invasiivisen ventilaatiotuen tarvetta (Aaltonen & Mustonen 2014b). Kun kaikki havainnot kirjataan ylös, muutokset huomataan helpommin (Lönn, Korva & Pajunen 2016).

Noninvasiivista ventilaatiota annettaessa tärkein objektiivinen mittari on potilaan hengitysfrekvenssi (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014). (Ks. kuvio 5, sivulla 36.) Lisääntynyt hengitysfrekvenssi kertoo usein potilaan tilan huononemisesta, normaalin hengitysfrekvenssin ollessa 12-14 kertaa minuutissa. Pelko ja ahdistus nostavat hengitysfrekvenssiä. (Lönn ym. 2016.)



Kuvio 5. Philips Respironics V60-hengityslaitteen potilastietoikkuna (Respironics V60 -hengityslaite n.d. 87)

Hengitystyötä tulee erityisesti tarkkailla, ja huomiota kiinnitetään apulihasten käyttöön, hengityksen tasaisuuteen, syvyyteen ja säännöllisyyteen sekä hengitysääniin, limaisuuteen ja ysköksiin. Lima imetään tarvittaessa, mikäli potilas ei itse jaksaa yskiä limaa pois. (Aaltonen & Mustonen 2014b; Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Lönn ym. 2016.) Potilaan hengityslihasten uupumisen eli ekshaustion merkkejä sekä pahoinvointia tulee seurata (Iivanainen & Syväoja 2016, 321). Lisäksi huomioitavaa hengityksen tarkkailussa on rintakehän liikkeen symmetrisyys, sekä vaikeutuneessa hengityksessä nenäsiipihengitys eli sierainten laajeneminen. Kun hengitys on vaikeutunut, potilaalla on vaikeuksia puhua kokonaisia sanoja. (Rautava-Nurmi ym. 2015, 324–326.)

Verenkierron riittävyttä seurataan sykkeen ja verenpaineen avulla, joilla varmistetaan, että hemodynamiikka pysyy stabiilina ja muutoksiin reagoidaan ripeästi. Periferian kylmyys viittaa riittämättömään verenkiertoon. Ihon syanoosi viittaa vakavaan hapenpuutteeseen. Punakkuus voi johtua hiilidioksidin noususta, harmaa ja kalpea iho kertoo hemoglobiinin laskusta. Ihon hikisyys voi kertoa ekshaustiosta ja/tai kivusta. Potilasta seurataan lisäksi EKG:llä. (Aaltonen & Mustonen 2014b; Lönn ym. 2016; Rautava-Nurmi ym. 2015, 326.)

Potilaalle laitetaan hyvin matalalla kynnyksellä virtsakatetri, jotta tuntidiureesin seuranta onnistuu. Pahoinvointi ja oksentelu otetaan huomioon nestetasapainoa laskies-

sa, ja vähäoireistakin potilasta lääkitään herkästi esimerkiksi ondansetroni 4 mg i.v. tai droperidoli 1,25 mg i.v. (Aaltonen & Mustonen 2014b; Varpula ym. 2015.)

Potilas on aina oman vointinsa paras asiantuntija, ja hoidon aikana huomioidaan potilaan subjektiivinen vointi ja jaksaminen. Potilaan psyykkistä tilaa arvioidaan. Potilasta ei rasiteta turhalla puhumisella, koska se voi lisätä hengenahdistusta. (Iivanainen & Syväoja 2016, 321; Rautava-Nurmi ym. 2015, 326.) Potilaan tajunnan tasoa ja siinä tapahtuvia muutoksia seurataan koko ajan. Levottomuus, sekavuus ja uneliaisuus ovat merkkejä tajunnantasossa tapahtuvista muutoksista, joihin tulee reagoida. (Lönn ym. 2016.)

Potilaan kipu tai sekavuus hoidetaan (Lönn & Pajunen 2016a). Pinnallinen, keuhkojen yläosilla tapahtuva hengitys voi kertoa kivusta (Lönn ym. 2016). Potilasta kehoitetaan kertomaan mahdollisesta hengenahdistuksesta tai kivusta. Hengityksen helpottamiseksi voidaan käyttää keuhkoputkia avaavia lääkkeitä kuten salbutamoli. Analgeettinä eli kipulääkkeenä voidaan käyttää opioideja, mutta vaikka ne helpottavat hengenahdistusta, on niiden käytössä oltava varovainen niiden hengitystä lamaavan vaikutuksensa vuoksi. Hengitystä saattaa heikentää myös potilaan rauhoitteluun ja ahdistukseen käytettävät bentsodiatsepiinit. (Aaltonen & Mustonen 2014b.) Bentsodiatsepiinit (33 %) ja opioidit (29 %) ovat eniten käytetyt lääkkeet noninvasiivisen ventilaatiohoidon toteutuksessa (Hess 2013, 959). Muu lääkehoito riippuu hengitysvajauksen aiheuttaneesta perussairaudesta, jonka lääkitystä jatketaan ja mahdollisesti tehostetaan (Rautava-Nurmi ym. 2015, 349). Lehdon (2013, 492) mukaan hyvälaatuista pitkälle edennyttä keuhkosairautta sairastavien potilaiden kipua on tarkasteltu ja tutkittu vähemmän. Kipu voi johtua esimerkiksi COPD -potilailla hengityslihasten kuormituksesta ja osteoporoosista. (Lehto 2013, 492.)

Valtimoverikaasuanalyysi eli *arteria-Astrup-analyysi* kertoo välittömästi potilaan kaasujen vaihdosta ja happo-emästasapainosta eli pH, joista saadaan selville mahdollinen hypoksemia tai hiilidioksidiretentio ja vetyionitasapaino. Analyysi osoittaa hypoksemian asteen sekä antaa tietoa, johtuuko hypoksemia hypoventilaatiosta vai ventilaatio-perfuusiohäiriöstä ja miten paljon hypoventilaatioon liittyvä asidoosi on kompensoitunut. (Ahonen ym. 2012, 437.) Akuuttihoitossa valtimoverikaasuanalyysi

on tärkein laboratoriotutkimus (Metsävainio 2016). Potilaan tilan, hengityksen riittävyyden sekä hoitovasteen arvioimiseksi valtimoverikaasuanalyysseja toistetaan (Koskenkari 2016, 84; Lönn 2016). Valtimoverikaasuanalyysin ottamiselle ei ole yksiselitteistä ohjeaikaa, vaan se otetaan potilaan tilanteesta ja hoitotyön toiminnoista riippuen (Vuorenpää 2017). Respiratorinen asidoosi, jossa pH on $<7,25$ kahden tunnin kuluttua noninvasiivisen ventilaatiohoidon aloituksen jälkeen ennustaa 90 %:n epäonnistumista hoidolle (Perrin, Rolland, Berthier, Duval & Jullien 2014, 901).

Normaali valtimoveren hiilidioksidiosapaine on terveillä 4,6–6,1 kPa ja valtimoveren happiosapaine normaalissa ilmanpaineessa on terveillä 11–13,5 kPa (Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014). Elimistön normaali pH-arvo on 7,35–7,45 (Mustajoki 2015).

Tehohoitopotilaiden verensokeria seurataan 1-2 tunnin välein, koska hyperglykemia on hyvin yleistä. Kun normoglykemia on saavutettu ja verensokeritaso on vakaa, mitausväli voi olla 4-6 tuntia. Verensokeritavoite on 5-8 mmol/l. Hypoglykemia saattaa aiheuttaa tajunnantason häiriöitä. (Loisa 2017; Oksanen & Tolonen 2015.) Sekä hyperglykemian, hypoglykemian että niiden vaihteluiden on todettu lisäävän kuolleisuutta kriittisesti sairailta potilailla. Diabeetikot saattavat kuitenkin hyötyä hieman korkeammista verensokeriarvoista. (Kransley, Egi, Kiss, Devendra, Schuetz, Maurer, Schultz, van Hooijdonk, Kiyoshi, Mackenzie, Annane, Stow, Nasraway, Holewinski, Holzinger, Preiser, Vincent & Bellomo 2013.) Loisan (2017) mukaan diabeetikoiden verensokeritavoite on 6-10 mmol/l (Loisa 2017).

Jos potilaan tila vaatii pidempi aikaista ventilaatiohoitoa, varmistetaan sopiva ventilaatiomuoto ennen potilaan siirtymistä kotihoitoon (Saaresranta & Brander 2013, 354). Noninvasiivinen ventilaatio lopetetaan, kun tyydyttävä toipuminen saavutetaan. Pitkäaikainen noninvasiivinen ventilaatiohoito lopetetaan asteittain PEEP-venttiiliin ja ventilaattorin asetuksia pienentämällä. Mikäli potilaan tila heikkenee, hoitoa jatketaan. Muussa tapauksessa hoito voidaan lopettaa. Seuraava vaihe riippuu noninvasiivisen ventilaation käytön aiheuttaneesta syystä ja sen perushoidosta. Hoito lopetetaan myös tilanteissa, joissa havaitaan noninvasiivisen ventilaatiohoidon epäonnistuminen. (Mas & Masip 2014, 847.)

Noninvasiivinen ventilaatiohoito voi epäonnistua, vaikka aluksi saataisiinkin onnistunut vaste hoidolle. Tämä on tärkeä huomioida, jotta hoitohenkilökunta muistaa seurata potilasta jatkuvasti. Noninvasiivisen ventilaatiohoidon myöhäinen epäonnistuminen on saanut tutkijoilta vähän huomiota, vaikka sitä esiintyy jopa 15 %:lla potilaista. (Ozyilmaz ym. 2014.) Yleisimpiä hoitoon liittyviä epäonnistumissyitä ovat ilmavuodot, potilaan ja hengityslaitteen asynkronisuus, maskin aiheuttamat painehaavat, hoidon epämukavuus ja ilman kertyminen mahaan (Bambi, Mati, De Felippis & Lucchini 2017).

Noninvasiivisen ventilaatiohoidon onnistumiseen vaikuttaa Bellon, De Pascalen ja Antonellin (2013) mukaan lääkärin taidot, potilasvalinta, maskin ja ventilaattorimallin valinta ja säädöt sekä potilaan seuranta ja motivaatio. Viime vuosina on opittu ymmärtämään fysiologisten muutosten ja hengityslaitteen asetusten välistä yhteyttä, ja noninvasiivisen ventilaatiohoidon tulokset ovatkin parantuneet. Koska noninvasiivisen ventilaation käyttö on lisääntynyt akuuttihoitossa huomasti, tekniset innovaatiot ovat kehittäneet laitteita esimerkiksi vuotojen ja kuolleen tilan pienentämisen aikaansaamiseksi. Laitteiden laatu onkin parantunut. Näyttöön perustuvat käytännöt puuttuvat ja noninvasiivinen ventilaatiohoito onkin hyvin toimipaikan osaamisesta ja käytännöistä riippuvaa. Parhaan mahdollisen hoidon onnistumiseksi lääkäreiden ja hoitajien yhteistyö on avainasemassa, ja lääketieteen ja hoitotieteen yhdistäminen noninvasiivisen ventilaatiohoidon kulmakivi. (Bambi ym. 2017.)

5.2.3 Potilaan hoito

Hoitotoimenpiteet tulee suunnitella hyvin ja keskittää, koska hengitystä tukeva vaikutus häviää, kun maski poistetaan potilaan kasvoilta. Maski poistetaan kuitenkin värittömästi, jos potilas oksentaa. Maskin alla olevan ihon kuntoa tarkkaillaan ja tarvittaessa ihoa rasvataan sekä painaumuksia suojataan esimerkiksi keinoiholla tai hydrogeelihaavatyynyllä. Potilaan sisäänhengitysilman tulee olla tarpeeksi kosteaa, koska noninvasiivinen ventilaatio kuivattaa nenää, suuta ja limakalvoja, ja tämä voi aiheuttaa

potilaalle epämukavuutta ja hoitovastaisuutta. Siksi suun hoito vähintään kaksi kertaa päivässä on tärkeää. Suun limakalvoja ja huulia voi rasvata. (Aaltonen & Mustonen 2014b; Hess 2013, 963.) Potilaan silmät voivat ärtyä ja tulehtua, jos maski vuotaa ja ilmaa pääsee virtaamaan silmiin. Tällöin tiivistetään maskia ja käytetään kosteuttavia ja hoitavia silmätippoja. (Iivanainen & Syväoja 2016, 232.)

Hessin (2013, 963) mukaan lämmitetty ja kostutettu hengitysilma parantaa hoitomyöntyvyyttä, koska se kuivattaa vähemmän ylempiä hengitysteitä (Hess 2013, 963). Kostuttimen käytölle ei ole kontraindikaatioita, ja sitä käytettäessä hengitysteiden eritteet ovat juoksevampia ja atelektaasit vähenevät. Kosteuslämpövaihtimia eli keinoneniä käytettäessä kostutinta ei kuitenkaan suositella. (Rautio 2013, 111.) Kostutettua ja lämmitettyä sisäänhengityskaasua suositellaan yli 24 tuntia kestävässä hoidossa (Lönn & Arola 2013c, 89).

Ellei potilaalla ole mitään veren hyytymistä estävää lääkitystä, potilaalle aloitetaan trombiprofylaksia tai hänelle voidaan laittaa antiemboliasukat verihyytymien estämiseksi (Aaltonen & Mustonen 2014b).

Noninvasiivisen ventilaation yleisenä haittana on ilman kertyminen välikorvaan ja mahaan. Siksi hengitysvajauspotilaan vatsa palpoidaan säännöllisesti. Tarvittaessa asetetaan nenä-mahaletku, jonka avulla saadaan aspiroitua vatsaan kertynyttä ilmaa. Nenä-mahaletku helpottaa potilaan vatsakipua ja helpottaa hengittämistä, käyttö kuitenkin lisää maskivuotoa. (Iivanainen & Syväoja 2016, 231; Lönn & Arola 2013a, 85; Rautava-Nurmi ym. 2015, 259; Aaltonen & Mustonen 2014b; Varpula ym. 2015.)

Asentohoidolla voidaan vaikuttaa elintoimintoihin, erityisesti hengitys- ja verenkiertoelimistöön. Asentohoidosta huolehditaan noin 2 tunnin välein, mikäli potilaan vointi sallii sen. (Iivanainen & Syväoja, 2016, 115, 360.) Potilaan selkä ja pakarat tulee pehmustaa painevaurioiden ehkäisemiseksi (Aaltonen & Mustonen 2014b).

Potilaan ravitsemukseen tulee kiinnittää huomiota, koska se jää helposti riittämättömäksi (Aaltonen & Mustonen 2014b). Raussin (2012, 6) mukaan tehohoidon potilaista yli 35 % kärsii aliravitsemuksesta. Aliravitsemustila pidentää sairaalassa oloaikaa, suurentaa kuolleisuutta, lisää infektioita, viivästyttää toipumista ja heikentää

elämänlaatua. (Raussi 2012, 6.) Myös Bambi, Mati, De Felippis ja Lucchini (2017) toteavat, että ravitsemustilan arvio ja tarvittaessa lisäravitsemus vaikuttavat noninvasiivisen ventilaatiohoidon onnistumiseen (Bambi, Mati, De Felippis & Lucchini 2017).

Tarvittaessa tulee aloittaa parenteraalinen eli laskimon kautta annettava ravitsemus, jos normaali ruokailu ei onnistu (Aaltonen & Mustonen 2014b; Raussi 2012, 8). Enteraalinen ravitsemus on kuitenkin aina ensisijainen vaihtoehto, mikäli potilaan suolisto toimii (Saarnio, Pohju & Ahtola 2014). Se tarkoittaa suun kautta annettavaa ravitsemusta ja letkuravitsemusta, jota voi olla nenä-mahaletku, nenä-jejunumletku tai PEG-letku eli perkutaaninen endoskooppinen gastrostomia (Raussi 2012, 8, 14). Enteraalinen ravitsemus on helpompi toteuttaa ja se on edullisempaa kuin parenteraalinen (Raussi 2012, 22–23, 25; Rautava-Nurmi ym. 2015, 258). Perttilän (2014) mukaan potilaan ravitsemustila tulisi arvioida jo osastolle tulopäivänä, mutta kuitenkin viimeistään 1-2 päivän kuluttua (Perttilä 2014).

Keskimääräiseksi energiantarpeeksi voi laskea kriittisen sairauden alkuvaiheessa 20-25 kcal/kg/vrk, ja toipumisvaiheessa 25-30 kcal/kg/vrk (Bäcklund 2017). Energiantarve lasketaan ihannepainon mukaan (Perttilä 2014). Perusenergian tarve voidaan laskea myös Harris-Benedictin kaavalla, jossa pituus (cm), paino (kg) ja ikä (v). BEE (kcal):

- Miehet: $66,47 + 13,75 \times \text{paino} + 5,0 \times \text{pituus} - 6,77 \times \text{ikä (v)}$
- Naiset: $655,1 + 9,56 \times \text{paino} + 1,85 \times \text{pituus} - 4,68 \times \text{ikä (v)}$. (Perttilä 2014; Ala-Kokko & Alahuhta 2012b, 530; Raussi 2012, 12.)

Aikuisen ihmisen välttämätön glukoosin vuorokausitarve on 100-200 g. Glukoosi ehkäisee katabolian. (Laitio 2017.) Parenteraalisessa ravitsemuksessa annetaan glukosiliuos sentraaliseen suoneen. Hengitysvajauspotilailla on huomioitava, että runsaan glukoosimetabolian tuottama hiilidioksidi voi lisätä hiilidioksidin kertymistä. (Perttilä 2014; Ala-Kokko & Alahuhta 2012a, 552; Parviainen & Ruokonen 2012, 564.)

Ravinnonanto lisää energiankulutusta, jolloin hengitystarve suurenee. Tämä ilmenee varsinkin tilanteissa, joissa potilaalle annetaan ravintoa huomattavasti hänen energiankulutustaan suurempia määriä. Rasvan suhteellisen osuuden painottaminen on

tärkeää, kun halutaan rajoittaa hengitystarpeen kasvua. (Raussi 2012, 33.) Mikäli potilaan hengitysfunktio on hyvin huono, ravinnon kokonaismäärää voidaan rajoittaa tilapäisesti alle potilaan energiankulutuksen. On huomattava, että ravitsemustilan heikkeneminen huonontaa kuitenkin hengityselinten toimintaa ja rajoittaa hengitysfunktiota. (Penttilä 2014; Parviainen & Ruokonen 2012, 563.) Kun kokonaisenergiamäärä vastaa potilaan kulutusta ja osa energiasta annetaan rasvana, hengitysosamäärä ei suurene ja ravitsemukseen liittyvät hengitysongelmat ovat harvinaisia (Parviainen & Ruokonen 2012, 564). Runsaasti omega-3-rasvahappoja sisältävien immunonutrienttien ravintovalmisteiden on todettu parantavan akuuttia hengitysvajausyndroomaa sairastavan potilaan kaasujen vaihtoa sekä lyhentävän hengityslaitteissa ja sairaalassa oloaikaa (Perttilä & Castrén 2012, 542).

Sedaation avulla voidaan mahdollistaa noninvasiivinen hoito potilailla, jotka sietävät sitä huonosti. Sedaatio, analgesia sekä käsien sitominen on Euroopassa harvinaisempaa kuin esimerkiksi Pohjois-Amerikassa. Potilailla voidaan kokeilla kevyttä sedaatiota, jossa potilas on kuitenkin herätettävissä ja hänellä on mukava olla. Deksmetomidinilla voidaan saavuttaa turvallinen ja tyydyttävä sedaation taso. (Hess 2013, 959; Ozyilmaz ym. 2014.) Suomessa kehitetty deksmedetomidini soveltuu hyvin hengitysvajauspotilaan kevyeen sedaatioon, jolloin potilas on heräteltävissä, rauhallinen sekä yhteistyökykyinen. Deksmetomidini ei aiheuta juurikaan hengityslamaa, mutta lievittää ahdistuneisuutta, levottomuutta ja kipua. (Kalliokoski 2012.) Ramifentaniili, fentanyyli johdos, jonka puoliintumisaika on 10 minuuttia, osoitti kahdessa pilottitutkimuksessa, että sen antaminen poisti intubaation tarpeen useimmilla potilailla ja että se oli turvallinen ja tehokas. Todellisuudessa vain pieni osa lääkäreistä käyttää sedaatiota noninvasiivisen ventilaatiohoidon aikana, koska siitä ei ole yleisiä suosituksia, ja yllääkitys noninvasiivisen ventilaatiohoidon aikana voi olla vaarallista. (Hess 2013, 959; Ozyilmaz ym. 2014.)

Hoitotyössä tulee noudattaa ergonomian periaatteita ja hoitotoimenpiteet sekä potilassiirrot tulee suorittaa potilasturvallisesti. Potilasta ohjataan liikkumaan vuoteessa mahdollisimman paljon, liikkumisrajoitukset huomioon ottaen. Ergonomisesti työskennellessä työskentelykorkeus säädetään hoitajan pituuden ja toimenpiteen mu-

kaan. (Rautava-Nurmi ym. 2015, 211–212.) Potilaan ja tarvittaessa läheisten ohjaukseen tulee kiinnittää huomiota. Moniammatillisesti toteutettuna hengitysvajauspotilaan ohjaus on yksilöllistä sekä kokonaisvaltaista potilaan sairauden ja tarpeiden pohjalta muodostuvaa toimintaa. (Mts. 350.)

5.2.4 Laiteturvallisuus ja käyttö

Respironics V60-hengityslaite on hengitystä avustava laite, joka on tarkoitettu yli 20 kg painavien potilaiden oman, spontaanin hengityksen tukemiseen tilanteissa, joissa potilas tarvitsee mekaanista hengitysapua. Sitä saa käyttää pätevä hoitohenkilökunta sairaaloissa tai muissa laitoksissa, joissa lääkäri valvoo hoitoa. Pyörien päällä seisova Respironics V60-hengityslaite toimii verkkovirralla ja lisävarusteisella vara-akulla, joka mahdollistaa koneen käytön potilaan kuljetuksen, sähkökatkosten tai heikon virransaannin aikana. Kone siirtyy automaattisesti käyttämään vara-akkuja näissä tilanteissa, eikä se siis katkaise hengityshoitoa. Kuljetusten aikana varahappipullojen happipitilanne on varmistettava. Respironics V60-hengityslaite ei ole tarkoitettu sairaankuljetuskäyttöön, mutta sairaalan sisäisissä siirroissa sitä voi käyttää. Saatavilla on aina oltava vaihtoehtoinen hengityshoitolaite. (Respironics V60-hengityslaite n.d., 7, 9, 21, 29, 35.) (Ks. kuvio 6, sivulla 44.)



Kuvio 6. Philips Respironics V60-hengityslaite (Respironics V60 -hengityslaite n.d. 24)

Siirtotilanteissa tarvittavan hapen määrä on laskettava ennen siirtoon ryhtymistä (Lönn & Arola 2013b). Potilaan siirtotilanteissa tarvittavasta hapen määrästä sekä kaasupullon sisältämästä kaasumäärästä on laskentakaavat. (Ks. liite 2.)

Hengityslaite sekoittaa ilman ja hapen keskenään, paineistaa sen ja toimittaa virtauksen potilaaseen bakterisuodattimen, ilmankostuttimen ja maskin välityksellä. Auto-Trak Sensitivity-toiminta erottaa Respironics V60-hengityslaitteen muista hengityskoneista. Laite tunnistaa vuotoja ja kompensoi niitä automaattisesti parhaan mahdollisen toiminnan varmistamiseksi säätämällä triggauk- ja jaksotusalgoritmeja. Triggauk tarkoittaa sisäänhengityksen alkamista hengitystaajuus asetusten mukaisesti. (Respironics V60-hengityslaite n.d., 36–37, 171, 175.) Potilasturvallisuuden varmistavat hengityslaitteessa olevat kiinteät hälytykset, lisäksi laitteen käyttäjä voi säätää hälytyksiä tarpeen mukaan (mts. 29).

Respironics V60-hengityslaitteella voidaan valita CPAP (jatkuva ylipainehoito), PCV (paineohjattu hengityshoito), S/T (spontaani/ajastettu) ja AVAPS (keskitilavuudeltaan varmistettu painetuki) sekä PPV (proportionaalinen painehengitys) -hoitotila (Respironics V60-hengityslaite n.d., 23).

PCV-tilassa asetetaan sisäänhengityspaine ja hengitysfrekvenssi. Jos potilas ei itse aktivoi hengenvetoa, laite aktivoi sen. PCV-tilassa sisäänhengityksen kesto on säädetty kaikille sisäänhengityskerroille samaksi eikä potilas pysty siihen itse vaikuttamaan olipa sisäänhengitys sitten laitteen tai potilaan itsensä aikaansaama. (Respironics V60-hengityslaite n.d., 43.) (Ks. kuvio 7.) Tila on erittäin käyttökelpoinen neuromuskulaarisissa sairauksissa, joissa potilaan hengitysilihasten voima ei riitä aikaansaamaan sisäänhengitystä (Soo Hoo ym. 2016).

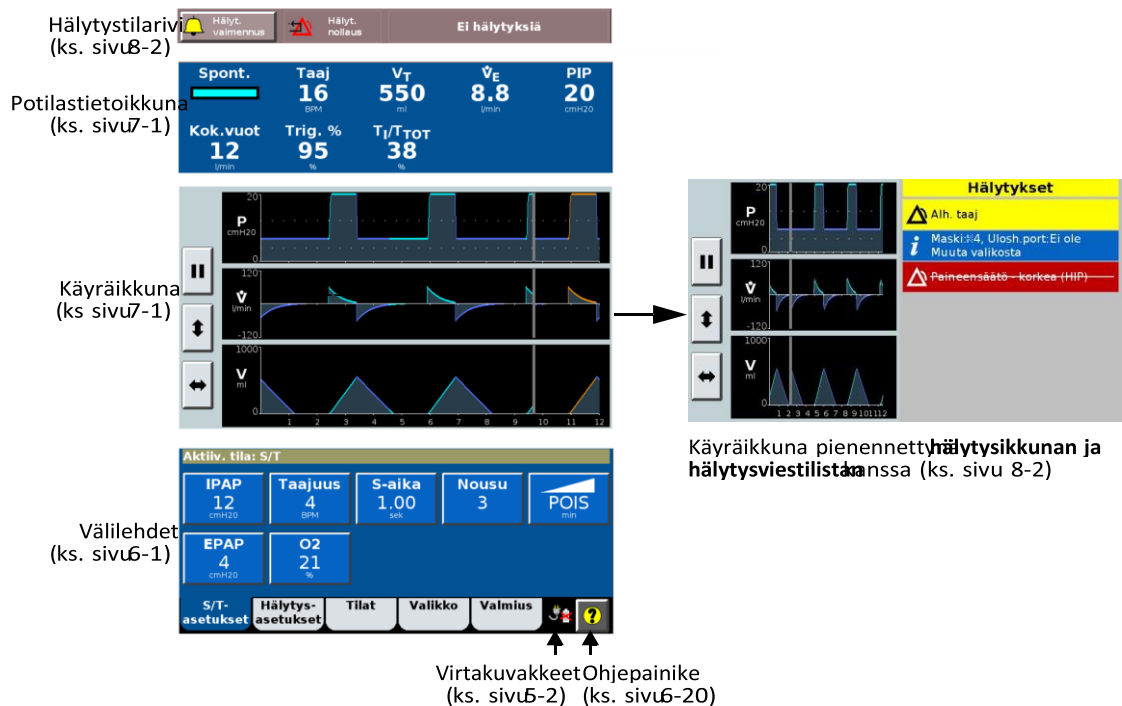


Kuvio 7. PCV-tilan asetukset (Respironics V60 -hengityslaite n.d. 43)

S/T-tila on perinteinen kaksoispaineventilaatiomuoto. Se takaa tietyn hengitysfrekvenssin. Se antaa pakollista paineohjattua, jaksotettua ja ajastettua hengitystukea asetetuilla IPAP-asetuksilla. Kone tuottaa pakollisen hengityssyklin, jos potilas ei sitä itse aloita. V60-hengityslaite tunnistaa automaattisesti potilaan sisäänhengitykset. Erona PCV-tilaan, S/T-tilassa sisäänhengityksen kesto ei ole säädetty. (Respironics V60-hengityslaite n.d., 44.) (Ks. kuvio 6.) Vaihteleva kertahengitystilavuus on paine-

kontrolloidun hengitysmallin haitta. Mikäli sisäänhengitysvirtaus säädetään paine-kontrolloidusti, hidastuvassa virtausmallissa saadaan tasaisempi kaasujen jakautuminen keuhkoihin. Sisäänhengityksen alkuvaihe on nopea ja se hidastuu jyrkästi kohti loppu-uloshengitysvaihetta. (Varpula & Pettilä 2014d.)

Hoidonaikaiset seurattavat arvot ovat nähtävissä potilastietoikkunassa. Vasemmassa yläkulmassa oleva palkki kertoo aloittaako potilas itse hengityssyklin, ”Spont”, vai laukaiseeko laite hengityksen ”Timed”, suomeksi ”Ajast.” ”Rate” kuvaa hengitystaa-juutta, ja sen vieressä on ventilaatiotilavuutta kuvaava ”VT” sekä minuuttitilavuudesta kertova ”VE”, jotka molemmat määrittyvät viimeisten kuuden henkäyksen pe-
rusteella. (Respironics V60-hengityslaite n.d. 31, 41.) (Ks. kuvio 8.)



Kuvio 8. S/T-tilan asetukset ja potilastietoikkuna (Respironics V60 -hengityslaite n.d. 31)

AVAPS-tilaa ei yleensä käytetä akuuteissa hengitysvajaustilanteissa, vaan se sopii paremmin kroonisen hengitysvaikeuden hoitoon kuten lihavuuteen liittyvä hypoventilaatio-syndrooma tai neuromuskulaariset sairaudet. AVAPS-tila on kuitenkin käyttökelpoinen esimerkiksi keuhkohtaumataudin pahenemisvaiheessa, kun potilaalla on hiilidioksidiretentio. (Soo Hoo ym. 2016.) AVAPS-tilassa säädetään sisäänhengityksen kertatavoitetilavuus. Hengityslaite triggaa pakollisen hengenvedon, jos potilas ei sitä itse triggaa eli tuota asetetun S-ajan mukaisesti. Koneeseen asetetaan EPAP-arvo sekä minimi (MIN p) ja maksimiarvot (MAX P) IPAP-arvolle. (Ks. kuvio 9.) Nämä arvot määrittävät sen, millä vaihteluvälillä sisäänhengityspaine liikkuu. Mikäli minimi- ja maksimiarvo eivät ole riittävät, ei haluttua kertahengitystilavuutta saavuteta. (Respironics V60-hengityslaite n.d., 45.) AVAPS-tilassa painetukimuutokset ovat pieniä ja ne tapahtuvat minuuteissa, siksi AVAPS-tila ei sovi äkillisesti muuttuviin akuutteihin hengitysvajauksiin (Soo Hoo ym. 2016). Varpulan ja Pettilän (2014d) mukaan tilavuuskontrolloidun ventilaatiomallin siedettävyyden huono silloin, kun potilaalla on oma hengitysvireys (Varpula & Pettilä 2014d).



Kuvio 9. AVAPS-tilan asetukset (Respironics V60 -hengityslaite n.d. 45)

Pitkä sisäänhengitysaika lisää hiilidioksidin uudelleenhengityksen riskiä. Sitä voidaan ehkäistä nostamalla uloshengityspainetta (EPAP). Kun triggerausviive on mahdollisimman lyhyt ja maskin ilmatilavuus pieni, hiilidioksidin takaisinhengitys on mahdollisimman vähäistä. (Varpula & Linko 2017b.) Uloshengitysportin aukiolo tarkastetaan.

Uloshengitetyn ilman poistumiseen letkustosta voidaan vaikuttaa säätämällä sisäänhengityksen ja uloshengityksen keston välistä suhdetta (I:E-suhde). Mitä korkeampi se on, sitä enemmän potilas uudelleen hengittää hiilidioksidia. V60-hengityslaitteeseen voidaan asentaa hiilidioksidin uudelleen hengittämisen vaarasta ilmoittavat hälytykset, joihin tulee reagoida. (Respironics V60-hengityslaite n.d., 8, 10.) Sisään- ja uloshengityksen suhde on 1:3-1:2. Käyttämällä tästä poikkeavaa I:E-suhdetta, saadaan aikaan parempi happeutumisen. On huomioitava, että käänteinen I:E-suhde eli IRV (*inverse ratio ventilation*) ei paranna kaasujenvaihtoa, ja se voi johtaa ylivenytyksestä johtuviin vaurioihin ja hemodynaamisiin haittoihin. (Varpula & Pettilä 2014d.)

Uloshengityksen vastapaineen (EPAP) tavoite on 8-12 cmH₂O, mutta aina kuitenkin 5 cmH₂O (Lönn & Arola 2013b). Uloshengityspaineen nosto lisää keuhkojen jäännösilmatilavuutta, joka ehkäisee atelektaasia ja parantaa happeutumista (Aaltonen & Mustonen 2014c).

Painetuki eli PS (*Pressure Support*) saadaan laskettu sisäänhengityksen painetuki – uloshengityspaine, eli IPAP-EPAP=PS. Paine-eron kasvattaminen lisää kertahengitystilavuutta, joka puolestaan parantaa tuuletusta, jolloin hiilidioksidin poistuminen nopeutuu ja respiratorinen alkaloosi korjaantuu. (Lönn & Arola 2013b; Aaltonen & Mustonen 2014c.)

Sisäänhengityspaineen nousuaika tarkoittaa aikaa, jossa jokaisen sisäänhengityksen aikana sisäänhengityspaine saavuttaa säädetyn huippuarvonsa. Tavanomainen nousuaika on 400-800 ms eli millisekuntia. Potilaan hengitys voi olla niin tiheää, että sisäänhengitys jää säädettyä nousuaikaa lyhemmäksi, jolloin sisäänhengityspaine (IPAP) ei ehdi toteutua. Tällaiseen hengitykseen lyhyt nousuaika on tehokas, mutta se voi aiheuttaa sen, että ventilaation jakautuminen keuhkoissa on epätasaista. Pitkää nousuaikaa suositellaan käyttämään kroonista hengitysvajausta sairastavalle potilaalle. (Saaresranta & Brander 2013, 352.)

5.2.5 Käyttöönotto, huolto, koulutus, valmistaja

Laitekoulutus on keskeistä laadukasta ja turvallista hoitotyötä toteutettaessa. Käyttöosaaminen koostuu riittävästä koulutuksesta sekä perehdytyksestä, joka kattaa koko hoitohenkilöstön. Yksiköissä tulee valita laitevastaavat, jotka helpottavat käytännön järjestelyitä sopimalla koulutuksista ja ylläpitotoimista. Jatkuva koulutus parantaa laite- ja tarviketuntemusta sekä edistää oikeita ja turvallisia työtapoja. (Lehtonen 2013a, 254–255.) Ventilaattorin käyttö tulee opetella kunnolla ennen käyttöönottoa, koska laitekohtaisia säätöeroja ja hengitysmalleja esiintyy runsaasti (Varpula 2016b, 113; Lönn & Arola 2013c, 83).

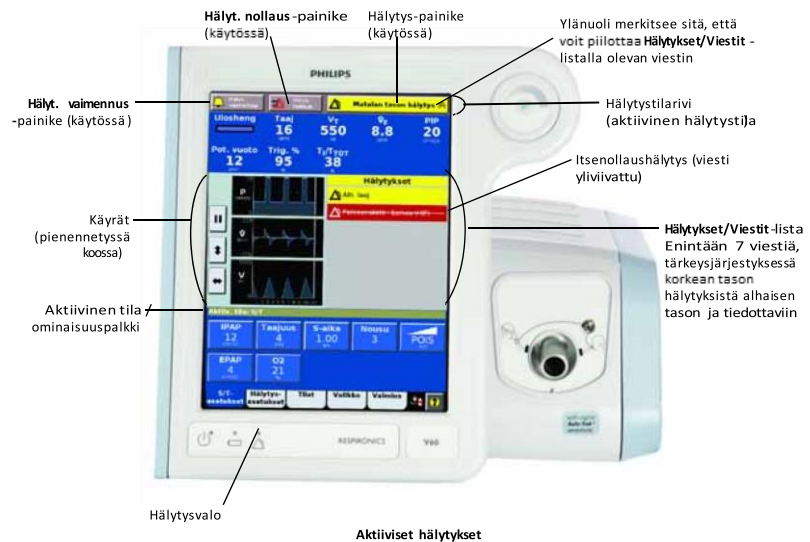
Lääkinnälliselle laitteelle tulee tehdä ennen käyttöön luovuttamista vastaanottotarkastus, jonka sisältö riippuu toimituksen laajuudesta. Laitteesta pitää olla käyttöohje käyttäjän kielellä sekä tarvittavat merkinnät turvallisen käytön varmistamiseksi. Laitteen saa asentaa, huoltaa ja korjata vain sellainen ammattihenkilö, jolla on tarvittava koulutus ja asiantuntemus. (Lehtonen 2013b, 253–254.)

Hengityslaitteen toiminta tarkastetaan aina ennen kuin potilas kytketään siihen (Respironics V60-hengityslaite n.d., 55). Letkujen tulee olla tiiviit ja ventilaattoriin oikein kytketyt (Lönn & Arola 2013c, 83). Respironics V60-hengityslaitteen saa yhdistää vain lääketieteelliseen käyttöön tarkoitettuun happilähteeseen. Hengityslaitteeseen tulee asettaa toimipaikkakohtaiset asetukset ja hälytysrajat, jotka testataan laitteen käyttöönottovaiheessa (Respironics V60 -hengityslaite n.d., 52, 55–56). Respironics V60-hengityslaitteen suojaaminen, kääntäminen tai siirtäminen voi auttaa, jos se häiritsee läheisten laitteiden toimintaa (mts 8).

Ventilaatiossa käytettävä sisäänhengityskaasujenkestutin tulee asentaa oikein hengitysjärjestelmään. Laitteella kostutetaan sisäänhengityskaasuja sekä samalla muutetaan hengitettävän ilman suhteellista kosteutta, jota voidaan säätää kosteusprosenttisäätimellä. Kostutusvettä tulee olla riittävästi ja sen pitää virrata. (Rautio 2013, 111.) Ilmankostutin asetetaan hengityslaitetta ja potilasta alemmalle tasolle, jotta potilaan veden aspiraatoriski olisi mahdollisimman pieni. Se laitetaan päälle vasta, kun happivirtaus toimii jo, ja pois päältä ennen happivirtauksen lopettamista, jotta

lämpöä ei keräänny letkustoon. Liian kuumassa letkusto voi sulaa tai potilaalle voidaan vahingossa annostella liian kuumaa ilmaa. (Respironics V60-hengityslaite n.d., 53.) Kostutukseen käytetään ainoastaan steriiliä vettä (Rautio 2013, 111).

Hengityslaitteen hälytyksiin tulee reagoida välittömästi. Hoitajan tulee varmistaa, että potilas saa riittävästi ilmaa hälytyksestä riippumatta. Hoito tulee lopettaa välittömästi, jos hälytykseen ei löydy selvää syytä. Kaikissa epäselvissä ongelmatilanteissa laitevalmistajaan tulee ottaa yhteyttä. (Respironics V60-hengityslaite n.d., 91.) (Ks. kuvio 10.)



Kuvio 10. Hengityslaitteen aktiiviset hälytykset (Respironics V60 -hengityslaite n.d. 92)

5.2.6 Aseptiikka

Hoitotyön ammattilainen noudattaa korkeita hygienian ja aseptiikan vaatimuksia työtä tehdessään. Aseptisesti oikein suoritettu ventilaattorin käyttö ja huolto lisäävät potilasturvallisuutta sekä vaikuttavat infektioiden torjuntaan. (Iivanainen & Syväoja

2016, 306; Lehtonen, Pölönen & Järvinen 2013, 248.) Käsien desinfektio käsihuuhteella tulee tehdä aina ennen laitekontaktia (Järvinen 2013a, 257).

Uloshengityskaasujen epäpuhtaudet voivat altistaa terveydenhuollon työntekijät etenkin eristyshuoneissa, joissa on negatiivinen ilmanpaine (Respironics V60-hengityslaite n.d., 8; Hess 2003, 963). Hoidettaessa potilaita, joilla on erittäin tarttuva hengitystieinfektio, hoitohenkilökunnan on muistettava ottaa huomioon oma suojaamisensa estääkseen kontaminaatioita (Hess 2013, 963).

Hengityslaite pyyhitään pehmeällä ja kostealla pyyhkeellä ulkopinnoiltaan päivittäin tai potilashoidon päätyttyä valmistajan ohjeistamalla puhdistus- ja desinfektioaineilla (Respironics V60-hengityslaite n.d., 107; Järvinen 2013a, 257; Järvinen 2013b, 258). Puhdistusaineena voi käyttää vettä, mietoa pesuainetta, vetyperoksidi (3 %), 10-prosenttinen valkaisuaineliuos (10 % valkaisuainetta, 90 % vettä), 91-prosenttinen isopropyylialkoholi, germisidinen kertakäyttöinen pyyhe (alkyli-dimetyyli-bentsyyliammoniumkloridi 0,07 %, muut ainesosat reagoimattomia), ammoniumdesinfiointiainetta tai 70-prosenttista etyylialkoholia. Potilaan vaihtuessa myös letkusto, maski ja bakteerisuodatin vaihdetaan (Respironics V60-hengityslaite n.d., 107–109). Käytettävistä puhdistus- ja desinfektioaineista tulee olla käyttöturvallisuustiedotteet (Järvinen 2013b, 258).

6 Pohdinta

Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Ammattikorkeakouluissa tehtävissä opinnäytetöissä on noudatettava hyvän tieteellisen toiminnan periaatteita. Koska hoitotyö on käytännönläheistä ammatillista toimintaa, siinä korostuvat ammattieettiset periaatteet. Eettisyyden toteutumiseksi keskeistä on analysoida aineistoa sekä arvioida luotettavuutta. Eettistä turvallisuutta lisää perusteellinen lähdekritiikki. (Hirsjärvi ym. 2008, 109–110, 196; Heikkilä ym.

2008, 43–44; Vilka & Airaksinen 2003, 73, 76.) Tässä opinnäytetyössä kiinnitettiin huomiota lähteiden ikään, alkuperään ja soveltavuuteen, minkä lisäksi suosittiin alkuperäisiä julkaisuja. Huomiota kiinnitettiin esimerkiksi kirjoittajien nimien esiintymiseen ja toistumiseen tieteellisissä tutkimuksissa ja artikkeleissa.

Tärkeää on, että lähdemateriaali on yhdenmukaista ja loogista sekä soveltuu kehittämishankkeeseen, jotta prosessin lopussa voidaan tehdä yhteenveto tutkittavasta aiheesta. Toisaalta kehittämishankkeessa lopputulokseen päätyminen ja tiedon käyttöönotto ovat tutkimustiedon, käyttäjän ja vuorovaikutuksen yhtenäistämistä. (Heikkilä ym. 2008, 108.)

Opinnäytetyön prosessissa käytettiin paljon eri näyttöön perustuvia lähteitä. Kehittämistyössä hyödynnetään ja käytetään olemassa olevaa tietoa, jonka pohjalta syntyy uutta tietoperustaa sekä tarpeellinen ja hyödynnettävissä oleva tuotos (Heikkilä ym. 2008, 109). Kerättyä aineistoa käytetään lähdeaineistona teoreettisen syvyyden tuojana ja päättelyn tukena. Kerätyn aineiston tarkka järjestelmällinen analysointi ei ole ehdottoman tärkeää. Asiantuntijoiden konsultaatiot lisäävät teoreettista luotettavuutta. (Vilka & Airaksinen 2003, 57–58.) Keski-Suomen keskussairaalan tehohoitoyksikön lääkäri tarkisti teoriataustan sisällön, joka lisäsi työn luotettavuutta. Opinnäytetyön sisällön oikeellisuuden varmistamiseksi konsultoitii myös anestesia- ja tehohoidon erikoislääkäriä.

Opinnäytetyöhön käytettävien lähdemateriaalien sisältöä analysoitiin koko prosessin ajan. Opinnäytetyössä käytettiin suomenkielisten lähdemateriaalien lisäksi paljon sekä englannin- että ranskankielisiä lähdemateriaaleja, vaikka ne eivät olleet tekijöiden äidinkieltä. Käännöstyö tehtiin huolellisesti. Vieraskielisissä lähteissä ei esiintynyt ristiriitaisuuksia suomenkielisen lähdemateriaalin kanssa, mutta ne antoivat tutkittavalle aiheelle kansainvälistä näkökulmaa. Luotettavuutta lisäsi myös molempien tekijöiden perehtyminen käytettyyn aineistoon.

Opinnäytetyön luotettavuutta lisäsi eri käsitteiden selventäminen sekä kirjallisessa teoriaosuudessa että videoilla. Opinnäytetyöhön liitettiin käytettyjen termien sanasto. (Ks. liite 1). Lähdemateriaalista ja laitteen nimestä riippuen kaksoispaineventi-

laatiosta käytetään eri nimityksiä. Siksi teoriataustassa puhutaan ainoastaan kaksois-paineventilaatiosta. Tätä väitettä tukevat Alvarezin, Masebiaun, Vermeulen ja Simonin (2013) tekemä tieteellinen artikkeli, joka toteaa, että BiPAP on laitteen nimi, ja siksi oikeampaa olisi käyttää kaksoispaineventilaatio-termiä (Alvarez ym. 2013).

Tutkimuksellisenä kehittämistyönä toteutettuun opinnäytetyöprosessiin liittyy eettisiä kysymyksiä. Opinnäytetyön aihe tulee rajata ja perustella huolellisesti, eikä sisältö saa loukata tai tehdä väheksyviä oletuksia. (Leino-Kilpi & Välimäki 2015, 367.) Tämän opinnäytetyön aiheen ei ajatella olevan kenellekään haitallinen, koska se ei loukkaa yksityisyyttä, käsittele henkilökohtaisia ominaisuuksia eikä se vaaranna itsemääräämisoikeutta. Aihe päinvastoin edistää opiskelijoiden osaamista sekä potilasturvallisuutta. Opinnäytetyön eettisenä ongelmana voisi pitää sen tekemistä kaupallisesta laitteesta. Eettistä ristiriitaa ei kuitenkaan muodostunut, koska opinnäytetyön tekemiseen ei sisältynyt kaupallista yhteistyötä eikä rahallista vastinetta. Opinnäytetyön luotettavuutta lisää se, että opinnäytetyön tekijät saivat vapaasti käyttöönsä Philips Oy:n edustajalta ajankohtaista aineistoa Philips Respironics V60-hengityslaitteesta käyttöoppaan ja esitteiden muodossa.

Opinnäytetyön videoiden eettisyyttä lisää se, että videoiden alkuun lisättiin vastuuvapauslauseke:

”Video perustuu tekohetkellä saatavilla olleisiin näyttöön perustuviin lähteisiin. JAMK ja videon tekijät eivät vastaa mahdollisesti myöhemmin muuttuviin laite- tai hoitotyön käytänteisiin.”

Vastuuvapauslausekkeella opinnäytetyön tekijät haluavat korostaa sitä, että tieto voi kuitenkin muuttua esimerkiksi hoitomenetelmien ja -teknologian kehittyessä.

Tuotoksen tarkastelu

Hyvän opetusvideon tuottaminen vaati sen tekijöiltä panostusta, koska se on työläs toteuttaa. Laitteiden käyttöopastukset toimivat kuitenkin erittäin hyvin opetusvideolla toteutettaviksi. (Ailio 2015, 4–5.) Tämän opinnäytetyön tuloksena syntyvän ope-

tusvideoiden kuvauksesta ja editoinnista vastasi Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Kuvastilanteessa mukana oli toimeksiantajan edustajana myös opinnäytetyön ohjaaja. Näin varmistettiin opetusvideoiden luotettavuus ja se, että opetusvideot vastaavat toimeksiantajan ja kohderyhmän tarpeisiin.

Opetusvideoiden ensisijainen kohderyhmä tulee olemaan toisen vuoden sairaanhoitajaopiskelijat. Opinnäytetyöprosessin aikana myös Keski-Suomen sairaanhoitopiiri esitti kiinnostuksensa käyttää opetusvideota henkilökuntansa kouluttamiseen. Opetusvideoiden sisällöstä päättämisen teki haastavaksi se, että kohderyhmien osaaminen on heterogeenisempää. Keski-Suomen sairaanhoitopiirin kiinnostus mahdollisti opinnäytetyön tekijöiden tiiviin yhteistyön Keski-Suomen keskussairaalan teho-osaston kanssa ja konsultoinnin tehostetun hoidon hengitystiimin ja anestesia- ja tehohoidon erikoislääkäreiden kanssa. Näin tekijöiden oma ymmärrys aiheesta laajeni ja opetusvideoiden sisältöön saatiin käytännön hoitotyön näkökulmaa todellisessa ympäristössä. Lisäksi opinnäytetyön tekijät harjoittelivat Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönottoa ja käyttämistä oman osaamisen parantamiseksi. Tämä mahdollisti opetusvideoiden käsikirjoitusten kirjoittamisen parhaan mahdollisen saatavilla olevan tiedon pohjalta sekä toi varmuutta esiintyä videoilla.

Englanninkielinen video esitettiin kansainvälisille sairaanhoitajaopiskelijoille. Samalla opetusvideon katsoi kaksi hoitotyön opettajaa. Opiskelijoita pyydettiin antamaan arvionsa suullisesti How to use Philips Respironics V60-ventilator -videosta sen katsomisen jälkeen. Aihe herätti opiskelijoissa kiinnostusta, keskustelua ja kysymyksiä, koska opetettava aihe oli vieras. Opiskelijat kokivat, että video oli sopivan pituinen, joten sen jaksoi katsoa hyvin.

Suomenkieliset videot esitettiin myös hoitotyön kliinisten menetelmien opiskelijaryhmälle ja kahdelle hoitotyön opettajalle. Opiskelijat arvioivat videot suullisesti videoiden katselun jälkeen. Palaute kerättiin opiskelijoilta suullisesti, koska opinnäytetyön tekijät halusivat käsitellä palautteen välittömästi yhdessä opiskelijoiden kanssa. Palaute videoista oli positiivista. Videot koettiin informatiivisiksi ja selkeiksi. Opiskelijoiden mielestä ne olivat sopivan pituisia. Moni opiskelija sanoi katsovansa videot uu-

destaan. Kehittämisehdotuksena saatiin toisen videon yhden kohtauksen kertojaäänien puheen lisääminen videolla esiintyvän pelkän tekstin sijaan. Kuvausteknisistä syistä johtuen steriilin veden letkuttaminen kostuttimeen jäi pois ääniraidoilta. Opinnäytetyön tekijät tiedostivat ongelman ja puute pyrittiin korvaamaan videossa esiintyvällä tekstillä, jotta tärkeä toiminto saatiin kuitenkin mukaan videoille.

Jatkokehittämissuhteet

Videomateriaalin hyödyntäminen opetuskäytössä tuo opiskelijalle mielekkyyttä itsenäiseen opiskeluun. Videoiden avulla toteutettu opetustyö on osa nykyaikaisia opetusmenetelmiä ja sen toivotaan tukevan opettajien työtä. Tämän opinnäytetyön prosessin tuotoksena syntyneet kirjallinen osuus ja videot edustavat tämän hetkistä tietoa ja osaamista. Hoitotyön menetelmien kehittyessä jatkuvasti opetusmateriaalin sisältö tulee tarkastaa säännöllisesti.

Hoitotyö on käytännönläheistä toimintaa, ja se muuttuu uusien tutkimuksien ja hyväksi havaittujen toimintamallien myötä. Koulutuksen tulisi vastata työelämän tarpeisiin. Tämän opinnäytetyön aihe soveltui hyvin videolla opetettavaksi, silti opiskelijoille ja muille lisäkoulutusta tarvitseville hoitohenkilöille olisi hyvä järjestää käytännön opastusta Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönoton valmistelemiseen ja käyttämiseen. Nonstop-periaatteella toimivat workshopit voisivat olla toimiva ratkaisu, jolloin kaikki halukkaat voisivat käydä opiskelemassa hengityslaitteen käyttöä omaan tahtiin asiantuntijan opastuksella. Asiantuntijoina voisivat toimia esimerkiksi kriittisesti sairaan potilaan hoitotyöhön syventyneet oppilaat.

Tässä opinnäytetyössä rajattiin lasten noninvasiivisen ventilaation keinot pois, mutta se olisi hyödyllinen opinnäytetyön aihe esimerkiksi lasten ja nuorten hoitotyöhön suuntautuneille tai kättilöopiskelijoille. Jatkotutkimusehdotuksena aihetta voisi lähestyä laadullisen tutkimuksen näkökulmasta noninvasiivista ventilaatiota saaneen potilaan hoitokokemuksista tai tehdä tutkimus hoitotyöntekijöiden osaamisesta ja asenteista noninvasiivisesta ventilaatiosta.

Lähteet

Aaltonen, U. 2013a. CPAP-hoito. Teoksessa Sairaanhoidajan käsikirja. Toim. Mustajoki, M., Alila, A., Pellikka, M. & Rasimus, M. 8. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Aaltonen, U. 2013b. Hengityksen noninvasiivinen tukeminen. Teoksessa Sairaanhoidajan käsikirja. Toim. Mustajoki, M., Alila, A., Pellikka, M. & Rasimus, M. 8. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Aaltonen, U. 2013c. Kaksoispaineventilaatiohoito. Teoksessa Sairaanhoidajan käsikirja. Toim. Mustajoki, M., Alila, A., Pellikka, M. & Rasimus, M. 8. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Aaltonen, U. & Mustonen, A-M. 2014a. CPAP-hoito. Duodecim. Terveysportti. Sairaanhoidajan käsikirja. 29.9.2014. Viitattu 7.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/shk/koti?p_artikkeli=shi00030&p_haku=CPAP

Aaltonen, U. & Mustonen, A-M. 2014b. Hengityksen noninvasiivinen tukeminen. Sairaanhoidajan käsikirja. Duodecim, Terveysportti. 30.9.2017. Viitattu 1.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/shk/koti?p_artikkeli=shk04623&p_haku=kaksoispaineventilaatio

Aaltonen, U. & Mustonen, A-M. 2014c. Kaksoispaineventilaatiohoito. Duodecim. Terveysportti. 9.9.2014. Viitattu 7.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/shk/koti?p_artikkeli=shk04624&p_haku=CPAP

Ahonen, O., Blek-Vehkaluoto, M., Ekola, S., Partamies, S., Suolosaari, V. & Uski-Tallqvist, T. 2012. Kliininen hoitotyö. Sisätauteja, kirurgisia sairauksia ja syöpätauteja sairastavan hoito. Helsinki: SanomaPro.

Ailio, J. 2015. Vähän parempi video, Opas laadukkaan videon suunnitteluun ja toteutukseen. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 31.7.2017. <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522165831.pdf>

Ala-Kokko, T. & Alahuhta, S. 2012a. Parenteraalinen ravitseminen. Teoksessa Ravitsemustiede. Toim. Aro, A., Mutanen, M. & Uusitupa, M. 4. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Ala-Kokko, T. & Alahuhta, S. 2012b. Tehostetun ravitsemushoidon ravitsemussuunnitelma. Teoksessa Ravitsemustiede. Toim. Aro, A., Mutanen, M. & Uusitupa, M. 4. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Alvarez, GR., Massebiau, C., Vermeulen, F. & Simon, J. 2013. Ventilation non invasive (VNI) chez l'adulte. 26.4.2017. Viitattu 19.6.2017. <http://www.hug-ge.ch/procedures-de-soins/ventilation-non-invasive-vni-chez-adulte>

Astma (online). 2012. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Keuhkolääkäriyhdistys ry:n, Suomen Lastenlääkäriyhdistys ry:n ja Suomen Kliinisen Fysiologian Yhdistys ry:n asettama työryhmä. 24.9.2012. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2012. Viitattu 7.6.2017. <http://www.kaypa-hoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi06030#NaN>

Bambi, S., Mati, E., De Felippis, C. & Lucchini, A. 2017. Noninvasive ventilation: open issues for nursing research. *Acta Bio-medica : Atenei Parmensis*. 88(1 -S):32-39, MAR 2017. Viitattu 5.7.2017. <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=28327493>

Bello G., De Pascale G. & Antonelli M. 2013. Noninvasive ventilation: practical advice. *Current Opinion in Critical Care*. 19(1):1-8, FEB 2013. Viitattu 5.7.2017. <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=23235541>

Brander, P. & Lehtimäki, L. 2013. Keuhkopotilaan apuvälineet. Teoksessa *Keuhkosairaudet -Diagnostiikka ja hoito*. Toim. Kaarteenaho, R., Brander, P., Halme, M. & Kinnula, V. Helsinki: Duodecim.

Brander, P. & Varpula, T. 2013. Äkillinen hengitysvajaus. Teoksessa *Keuhkosairaudet - Diagnostiikka ja hoito*. Toim. Kaarteenaho, R., Brander, P., Halme, M. & Kinnula, V. Helsinki: Duodecim.

Brander, PE. 2011. Noninvasiivinen ventilaatio ja äkillinen hengitysvajaus. Lääketieteellinen Aikauskirja Duodecim. 2011;127(2):167-75. Viitattu 30.5.2017. <http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2011/2/duo99303>

Burns, K., Meade, M.O., Premji, A. & Adhikari, N. 2013. Noninvasive ventilation as a weaning strategy for mechanical ventilation in adults with respiratory failure: a Cochrane systematic review. *CMAJ* February 18, 2014 vol. 186 no. 3. 9.12.2013. Viitattu 2.6.2017. <http://www.cmaj.ca/content/186/3/E112.full>

Bäck, L. & Bachour, A. 2016. Uniapnea aikuisilla. *Terveysportti. Lääkärin käsikirja*. 20.9.2016. Viitattu 6.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00191&p_haku=uniapnea

Bäcklund, M. 2017. Ravitsemushoidon periaatteet. *Tehohoito-opas*. Duodecim. *Terveysportti*. 19.5.2017. Viitattu 13.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p_artikkeli=aho01807&p_haku=hengitystiet

Bäcklund, T. 2014. CPAP-naamarihoito verrattuna noninvasiiviseen ventilaatioon (NIV) akuutin keuhkopöhön hoidossa. *Duodecim, Käypä hoito -suositukset. Näytönastekatsaus*. 17.1.2014. Viitattu 7.6.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=nak05242&suositusid=hoi50045>

Faria, DA., da Silva, EM., Atallah, AN. & Vital, FM. 2015. Noninvasive positive pressure ventilation for acute respiratory failure following upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Oct 5;(10). Viitattu 1.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26436599>

Gupta, D., Nath, A., Agarwal, R. & Behera, D. 2010. A prospective randomized controlled trial on the efficacy of noninvasive ventilation in severe acute asthma. *Respir Care* 2010; 55(5):536-543. Viitattu 2.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20420722>

Gupta, P., Pendurthi, MK. & Modrykamien AM. 2013. Extended Utilization of Noninvasive Ventilation for Acute Respiratory Failure and Its Clinical Outcomes. *Respiratory Care* 2013; 58(5):778–784. Viitattu 3.7.2017.

<http://rc.rcjournal.com/content/respcare/58/5/778.full.pdf>

Haahtela, T. 2013. Tietoa potilaalle: Astma. Lääkärikirja Duodecim. 9.10.2013. Viitattu 8.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00174&p_haku=astma

Harjola, V-P. 2016. Sydämen akuutti vajaatoiminta ja keuhkopöhö. Duodecim. Lääkärin käsikirja. 21.8.2016. Viitattu 7.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00131&p_haku=keuhkop%C3%B6h%C3%B6

Heikkilä, A., Jokinen, P. & Nurmela, T. 2008. Tutkiva kehittäminen; avaimia tutkimus- ja kehittämishankkeisiin terveysalalla. WSOY.

Hengitysvajaus (äkillinen) (online). 2014. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Anestesiologia yhdistyksen asettama työryhmä. 25.3.2014. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2014. Viitattu 16.5.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50045>

Hess, D. 2013. Noninvasive Ventilation for Acute Respiratory Failure. *Respiratory Care*. June 2013. Vol 58. No 6. 950-975. Viitattu 2.6.2017. <http://rc.rcjournal.com/content/respcare/58/6/950.full.pdf>

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2013. Tutki ja kirjoita. 18. p. Porvoo: Bookwell.

Iivanainen, A. & Syväoja, P. 2016. Hoida ja kirjaa. 9. p. Helsinki: SanomaPro.

Jaber, S., Lescot, T., Futier, E., Paugam-Burtz, C., Seguin, P., Ferrandiere, M., Lasocki, S., Mimoz, O., Hengy, B., Sannini, A., Pottecher, J., Abback, P-S., Riu, B., Belafia, F., Constantin, J-M., Masseret, E., Beaussier, M., Verzilli, D., De Jong, A., Chanques, G., Brochard, L., Molinari, N. Effect of Noninvasive Ventilation on Tracheal Reintubation Among Patients With Hypoxemic Respiratory Failure Following Abdominal Surgery A Randomized Clinical Trial. 2016. *JAMA*. 2016;315(13):1345-1353. Viitattu 1.6.2017. <http://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2503470>

Jia, M., Jia, SJ., Liu, S., Wang, DJ. & Zhu, GF. 2013. Efficacy and safety of noninvasive positive pressure ventilation in the treatment of acute respiratory failure after cardiac surgery. *Chin Med J (Engl)*. 2013 Dec;126(23):4463-9. Viitattu 1.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24286408>

Järvinen, R. 2013a. Lääkintälaitteiden aseptiikka. Teoksessa *Akuuttihoitoon laitteet*. Toim. Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helveranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. Helsinki: Duodecim.

Järvinen, R. 2013b. Lääkintälaitteiden ja -tarvikkeiden puhdistaminen, desinfektio ja sterilointi. Teoksessa *Akuuttihoitoon laitteet*. Toim. Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helveranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. Helsinki: Duodecim.

Kalliokoski, A. 2012. Uutta lääkkeitä: Deksmetomidini. Sic! Lääketietolehti 2/2012 Fimea. 10.8.2012. Viitattu 5.9.2017. http://sic.fimea.fi/2_2012/deksmedetomidiini

Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja. Toim. Teemu Makkonen. Suomen yliopistopaino -Juvesprint.

Kauppi, P. 2016. Akuutin vaikeutuneen astman hoito. Lääkärin käsikirja. Duodecim. Terveystieteen tutkimuskeskus. 15.5.2016. Viitattu 7.6.2017. http://www.terveysportti.fi/ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00174&p_haku=astma

Keuhkohtaumatauti (online). 2014. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistys ry:n asettama työryhmä. 13.6.2014. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 1.6.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=hoi06040>

Kinnari-Korpela, H. 2014. Using Short Video Lectures to Enhance Mathematics Learning – Experiences on Differential and Integral Calculus Course for Engineering Students. Informatics in Education, 2015, Vol. 14, No. 1, 67–81. Viitattu 8.6.2017. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1064316.pdf>

Korpinen, K. 2014. Projektinhallinnan video yliopisto-opetuksessa. Tietojenkäsittelytieteiden laitos. Pro gradu-tutkielma. Oulu: Oulun yliopisto. Viitattu 30.5.2017. <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201405241497.pdf>

Koskenkari, J. 2016. Valtimoverikaasuanalyysi ja laktaattipitoisuusmääritys kriittisesti sairaan potilaan tilan alkuarvioinnissa. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Ruokonen, E. & Silfast, T. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Krinsley, JS., Egi, M., Kiss, A., Devendra, AN., Schuetz, P., Maurer, PM., Schultz, MJ., van Hooijdonk, RT., Kiyoshi, M., Mackenzie, IM., Annane, D., Stow, P., Nasraway, SA., Holewinski, S., Holzinger, U., Preiser, JC., Vincent, JL. & Bellomo, R. 2013. Diabetic status and the relation of the three domains of glycemic control to mortality in critically ill patients: an international multicenter cohort study. Crit Care. 2013 Mar 1;17(2):R37. Viitattu 11.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23452622>

Kyngäs, H., Elo, S., Pölkki, T., Kääriäinen, M. & Kanste, O. 2011. Sisällönanalyysi suomalaisessa hoitotieteellisessä tutkimuksessa. Hoitotiede 2011, 23 (2), 138–148. Viitattu 10.5.2017. https://www.researchgate.net/publication/261723764_Sisallonaalyysi-suomalaisessa-hoitotieteellisessa-tutkimuksessa

Käyttöoikeussopimus. N.d. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.8.2017. https://intra.jamk.fi/opiskelijat/ohjaus-ja-tuki/av-palvelut/Documents/Kayttolupa_henkilokunta_opiskelija%20JAMK.pdf

Laitio, R. 2017. Tehohoitopotilaan nestehoidon pääperiaatteet. Duodecim. Tehohoito-opas. 19.5.2017. Viitattu 11.6.2017. http://www.terveysportti.fi/ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p_artikkeli=aho01085&p_haku=teho-hoitopotilaan%20ravitseminen

- Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 785/1992. Finlex. Viitattu 9.6.2017.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19920785>
- Lehto, J. 2013. Keuhkosairauksien palliatiivinen hoito. Teoksessa Keuhkosairaudet. Toim. Kaarteenaho, R., Brander, P., Halme, M. & Kinnula, V. Helsinki: Duodecim.
- Lehtonen, H. 2013a. Laitekoulutus. Teoksessa Akuuttihoiton lait-teet. Toim. Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helveranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. Helsinki: Duodecim.
- Lehtonen, H. 2013b. Lääkintälaitteiden käyttöönotto. Teoksessa Akuuttihoiton lait-teet. Toim. Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helveranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. Helsinki: Duodecim.
- Lehtonen, H., Pölönen, P. & Järvinen, R. 2013. Akuuttihoiton laitteet ja käyttöympä-ristö sairaalassa. Teoksessa Akuuttihoiton laitteet. Toim. Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helveranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. Helsinki: Duodecim.
- Leino-Kilpi, H. & Välimäki, M. 2015. Etiikka hoitotyössä. Helsinki: Sanoma Pro.
- Loisa, P. 2017. Tehohoitopotilaan hyperglykemian hoito. Duodecim. Tehohoito-opas. 19.5.2017. Viitattu 11.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p_artikkeli=aho01085&p_haku=te-hohoitopotilaan%20ravitsemus
- Lommi, J. 2014. Akuutin vajaatoiminnan kehittyminen. Duodecim. 16.6.2014. Viitattu 7.6.2017. http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00142
- Lönn, M. 2016. Verikaasu- ja happo-emästaseanalyysi. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Duodecim, Terveysportti. 20.12.2016. Viitattu 26.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/shk/koti?p_haku=teho%20hoitoty%C3%B6
- Lönn, M. & Arola, O. 2013a. Mekaaniset hengityslaitteet (kajoamaton hoito, NIV). Teoksessa Akuuttihoiton laitteet. Toim. Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helveranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. Helsinki: Duodecim.
- Lönn, M. & Arola, O. 2013b. Mekaaniset hengityslaitteet (kajoamaton hoito, NIV). Akuuttihoiton laitteet. Duodecim, Terveysportti. 5.11.2013. Viitattu 13.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p_artikkeli=aho01807&p_haku=hengitystiet
- Lönn, M. & Arola, O. 2013c. Kaksoispaineventilaatiolaitteet (BiPAP) & CPAP-hoitolaitteet. Teoksessa Akuuttihoiton laitteet. Toim. Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helveranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. Helsinki: Duodecim.
- Lönn, M., Korva, T. & Pajunen, T. 2016. Potilaan hengityksen arviointi. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Duodecim, Terveysportti. 20.12.2016. Viitattu 26.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/shk/koti?p_haku=teho%20hoitoty%C3%B6

Lönn, M. & Pajunen, T. 2016a. Hengitysvajauspotilaan hoito. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Duodecim, Terveysportti. 20.12.2017. Viitattu 26.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/shk/koti?p_haku=teho%20hoitoty%C3%B6

Lönn, M. & Pajunen, T. 2016b. Noninvasiiviset ventilaatiomallit. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Duodecim, Terveysportti. 20.12.2017. Viitattu 1.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/shk/koti?p_artikkeli=shk04623&p_haku=kaksoispaineventilaatio

Lönn, M. & Pajunen, T. 2016c. NIV- ja CPAP-naamarin valitseminen. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Duodecim, Terveysportti. 20.12.2017. Viitattu 28.6.2017. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/shk/koti>

Marik, PE. & Desai, H. 2013. Characteristics of patients with the "malignant obesity hypoventilation syndrome" admitted to an ICU. J Intensive Care Med. 2013 Mar-Apr;28(2):124-30. Viitattu 7.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pub-med/22564878>

Mas, A. & Masip, J. 2014. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure. International Journal of COPD 2014;9 837–852. Viitattu 6.6.2017. <https://pdfs.semanticscholar.org/ab5f/00746a9d1e0eb0047b3c16e2f954db4e185a.pdf>

Mendoza, GLL., Caranto, LC. & David, JJT. 2015. Effectiveness of Video Presentation to Students' Learning. International Journal of Nursing Science 2015; 5(2): 81-86. Viitattu 8.6.2017. <http://article.sapub.org/10.5923.j.nursing.20150502.07.html>

Metsävainio, K. 2016. Hengityksen tehostettu valvonta. Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Duodecim, Oppiportti. 25.11.2016. Viitattu 28.6.2017. <http://www.oppiportti.fi/op/atd00190/do>

Mäkitalo, E. & Wallinheimo, K. 2012. Virtuaaliset ympäristöt -Innostava oppiminen, tehokas koulutus. Helsinki: Talentum.

Mustajoki, P. 2015. Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus). Lääkärikirja Duodecim. 23.11.2015. Viitattu 16.6.2017. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00656

Nevala, T. & Kiesiläinen, I. 2011. Kamerakynän pedagogiikka. Teoksessa Liikkuva kuva- muuttuva opetus ja oppiminen. Toim. Hakkarainen, P. & Kumpulainen, K. Lapin ja Jyväskylän Yliopistot, Kokkolan Yliopistokeskus Chydenius. Viitattu 22.3.2017, 31.7.2017. <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/26957/978-951-39-4270-0.pdf>

Niemi-Murtola, L. & Metsävainio, K. 2016. Äkillisen hengitysvajauksen hoidon pääperiaatteet. Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Duodecim, Oppiportti. 25.11.2016. Viitattu 28.6.2017. http://www.oppiportti.fi/op/atd00094/do?p_haku=ventilaatio-perfuusiosuhde#q=ventilaatio-perfuusiosuhde

Näyttöön perustuva toiminta. 2017. Hoitotyön tutkimussäätiö. 8.6.2017. Viitattu 9.6.2017. <http://www.hotus.fi/hotus-fi/nayttoon-perustuva-toiminta>

Oksanen, T. & Tolonen, J. 2015. Tajunnan häiriö. Akuuttihoito-opas. Duodecim, Terveystieteiden tutkimuskeskus. Viitattu 3.7.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p_artikkeli=aho00801&p_haku=tajunnan%20taso

Oppimisen eri tyylit ja strategiat. 2010. Jyväskylän yliopisto. 30.9.2010. Viitattu 8.6.2017. <https://koppa.iyu.fi/avoimet/mit/tietotekniikan-opetuksen-perusteet/oppiminen/oppimistyylit-ja-strategiat>

Ozyilmaz, E., Ugurlu, AO. & Nava, S. 2014. Timing of noninvasive ventilation failure: causes, risk factors, and potential remedies. BMC Pulmonary Medicine 2014. 13.2.2014. Viitattu 7.6.2017. <https://bmcpulmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2466-14-19/open-peer-review>

Parviainen, I. & Ruokonen, E. 2012. Tehohoito potilaan ravitsemus. Teoksessa Ravitsemustiede. Toim. Aro, A., Mutanen, M. & Uusitupa, M. 4. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Perrin, C., Rolland, F., Berthier, F., Duval, Y. & Jullien, V. 2014. Ventilation non invasive dans l'insuffisance respiratoire aiguë en service de pneumologie. Revue des Maladies Respiratoires (2015) 32, 895—902. 30.9.2014. Viitattu 30.6.2017. http://ac.els-cdn.com/S0761842515002156/1-s2.0-S0761842515002156-main.pdf?_tid=e347c2a0-5d8f-11e7-a6f0-00000aacb35d&acdnat=1498826003_69706bb874166f24ad9af6aeabbc265d

Perttilä, J. 2014. Ravitsemustilan ja ravinnontarpeen arviointi ja ravinteet. Anestesiologia ja tehohoito. Duodecim, oppiportti. 2.3.2014. Viitattu 9.6.2017. <http://www.oppoportti.fi/op/ajt00776/do>

Perttilä, J. & Castrén, M. 2012. Enteraalinen ravitsemus. Teoksessa Ravitsemustiede. Toim. Aro, A., Mutanen, M. & Uusitupa, M. 4. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Philips Respirationin potilastarvikkeet ja -letkustot noninvasiiviseen ventilaatioon. N.d. Philips tuotekatalogi. Philips Oy:n edustajan Asko Heikkilän lähettämä materiaali.

Potilasturvallisuus. 2017. Terveystieteiden tutkimuskeskus. 31.3.2017. Viitattu 9.6.2017. <https://www.thl.fi/fi/web/sote-uudistus/palvelujen-tuottaminen/potilasturvallisuus>

Potilasturvallisuusopas. 2011. Terveystieteiden tutkimuskeskus. Tampere: Juvenes Print-Tampereen Yliopistopaino. Viitattu 9.6.2017. <https://www.thl.fi/documents/10531/104871/Opas%202011%2015.pdf>

Pulkkinen, A. 2017. Anestesia- ja tehohoidon erikoislääkäri. Asiantuntijan konsultointi. Sähköpostiviesti 1.9.2017. Vastaanottaja M. Haukka. Keski-Suomen keskussairaalan teho-osaston lääkärin kannanotto.

- Raussi, E. 2012. Enteraalinen ravitsemus tehohoitopotilailla Kuopion yliopistollisessa sairaalassa. Itä-Suomen yliopisto. Pro gradu-tutkielma. Toukokuu 2012. Viitattu 9.6.2017. http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20120442/urn_nbn_fi_uef-20120442.pdf
- Rautava-Nurmi, H., Westergård, A., Henttonen, T., Ojala, M. & Vuorinen, S. 2015. Hoitotyön taidot ja toiminnot. 4. uud. p. Helsinki: Sanoma Pro.
- Rautio, T. 2013. Kostuttimet. Teoksessa Akuuttihoiton laitteet. Toim. Pölönen, P., Ala-Kokko, T., Helveranta, K., Jäntti, H. & Kokko, A. Helsinki: Duodecim.
- Rekola, J., Antila, H., Irjala, H. & Pulkkinen, J. 2015. Äkillinen hengitystieongelma. Lääkärelehti 27.2.2015. 9/2015 vsk 70, 557–561. Viitattu 6.6.2017. <http://www.laakari-lehti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/tieteessa/katsausartikkeli/akillinen-hengitystieongelma/>
- Respironics V60 -hengityslaite. N.d. Käyttöopas. Philips. Viitattu 13.6.2017. [http://incenter.medical.philips.com/doclib/enc/11191055/Respironics_V60_Ventilat_or_User_Manual_\(FIN\)_-1052977_J.pdf%3ffunc%3ddoc.Fetch%26nodeid%3d11191055](http://incenter.medical.philips.com/doclib/enc/11191055/Respironics_V60_Ventilat_or_User_Manual_(FIN)_-1052977_J.pdf%3ffunc%3ddoc.Fetch%26nodeid%3d11191055)
- Saaresranta, T. & Brander, P. 2013. Krooninen hengitysvajaus. Teoksessa Keuhkosairaudet. Toim. Kaarteenaho, R., Brander, P., Halme, M. & Kinnula, V. Helsinki: Duodecim.
- Saaresranta, T. & Polo, O. 2013. Uniapnea. Teoksessa Keuhkosairaudet. Toim. Kaarteenaho, R., Brander, P., Halme, M. & Kinnula, V. Helsinki: Duodecim.
- Saarnio, J., Pohju, A. & Ahtola, H. 2014. Enteraalisen ravitsemuksen aiheet ja toteuttaminen. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2014;130(21):2239-44. Teema: Sairaalan ihmisen ravitsemus (Erikoistoimittajat: Mikko Pakarinen, Jussi Pihlajamäki ja Heikki Mäkisalo). Viitattu 11.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=duo11943&p_haku=teho-hoitopotilaan%20ravitsemus
- Salonen, K. 2012. Kehittämistoiminnan konstruktivistinen malli. Teoksessa Työelämää kehittämässä. Toim. Hautala, T., Ojalehto, M. & Saarinen, J. Turun ammattikorkeakoulu. Oppimateriaaleja 67. Tampere: Tampereen yliopistopaino-Juvenes Print. Viitattu 1.8.2017. <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522162625.pdf>
- Sand, O., Sjaastad, O.V., Haug, E., Bjålie, J.G. & Toverud, K.C. 2011. Ihminen - Fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY.
- Soo Hoo, G.W., Byrd, R.P., Talavera, F., Anders, G.T. & Hnatiuk, O.W. 2016. Noninvasive ventilation. 12.10.2016. Viitattu 19.6.2017. <http://emedicine.medscape.com/article/304235-overview#a4>
- Soroksky, A., Klinowski, E., Ilgyev, E., Mizrachi, A., Miller, A., Yehuda, B., Shpirer, I. & Leonov, Y. 2010. Noninvasive positive pressure ventilation in acute asthmatic attack. Eur Respir Rev. 2010;19(115):39-45. Viitattu 2.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20956164>

Tekijänoikeusjärjestelmä. N.d. Opetus- ja kulttuuriministeriö. Viitattu 8.6.2017. <http://minedu.fi/tekijanoikeusjarjestelma>

Terveystieteiden tutkimuskeskus. 1326/2010. Finlex. Viitattu 9.6.2017. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20101326#L1P3>

Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. 3. korj. p. Tampere: Juvesprint. Viitattu 12.7.2017. https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/100802/Toikko_Rantanen_Tutkimuksellinen_kehittamistoiminta.pdf?sequence=1

Touabi, K. N.d. L'infirmier d'Urgence face à la VNI. Viitattu 19.6.2017. http://sofia.medicalistes.org/spip/IMG/pdf/L_infirmier_d_urgence_face_a_la_VNI.pdf

Uniapnea (obstruktiivinen uniapnea aikuisilla) (online). 2010. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen ja Suomen Unitutkimusseura ry:n asettama työryhmä. 15.6.2017. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2010. Viitattu 16.6.2017. <http://www.kaypa-hoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50088#NaN>

Varpula, M. 2016a. Verenkiertovajauksen hoito. Teoksessa: Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Ruokonen, E. & Silfvast, T. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Varpula, T. 2016b. Hengitysvajauksen hoito, Hengitysvajauksen noninvasiivinen hoito. Teoksessa: Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S., Ala-Kokko, T., Kiviluoma, K., Ruokonen, E. & Silfvast, T. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Varpula, T., Halme, M. & Maasilta, P. 2015. Hengitysvajauksen ventilaatiohoito. Akuuttihoito-opas. 27.2.2015. Viitattu 16.5.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p_artikkeli=aho00311&p_haku=noninvasiivinen%20ventilaatio

Varpula, T., Halme, M. & Maasilta, P. 2016. Hengitysvajauksen ventilaatiohoito. Teoksessa Akuuttihoito-opas. Toim. Mäkijärvi, M., Harjola, V-P., Päivä, H., Valli, J. & Vaula, E. 19. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Varpula, T. & Linko, R. 2017a. CPAP-hoito. Tehohoito-opas. Duodecim, Terveysportti. 19.5.2017. Viitattu 13.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p_artikkeli=aho01807&p_haku=hengitystiet

Varpula, T. & Linko, R. 2017b. Noninvasiivinen ventilaatio (NIV). Tehohoito-opas. Duodecim, Terveysportti. 19.5.2017. Viitattu 13.6.2017. http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/aho/koti?p_artikkeli=aho01807&p_haku=hengitystiet

Varpula, T. & Pettilä, V. 2014a. Hengitysvajauksen yleiset hoitoperiaatteet. Anestesiologia ja tehohoito. Duodecim, oppiportti. 2.3.2014. Viitattu 9.6.2017. ≡

http://www.oppiportti.fi/op/ajt00567/do?p_haku=noninvasiivinen%20ventilaatio#qnoninvasiivinen%20ventilaatio

Varpula, T. & Pettilä, V. 2014b. Muu hoito hengitysvajauksessa. Anestesiologia ja tehohoito. Duodecim, oppiportti. 2.3.2014. Viitattu 9.6.2017. <http://www.oppiportti.fi/op/ajt00569/do>

Varpula, T. & Pettilä, V. 2014c. Hengitysvajauksen patofysiologia. Anestesiologia ja tehohoito. Duodecim, Oppiportti. 2.3.2014. Viitattu 3.7.2017. <http://www.oppiportti.fi/op/ajt00565/do>

Varpula, T. & Pettilä, V. 2014d. Hengitysmalli. Anestesiologia ja tehohoito. Duodecim, Oppiportti. 2.3.2014. Viitattu 3.7.2017. <http://www.oppiportti.fi/op/ajt00568/do>

Vilkka, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. uud. p. Juva: Bookwell.

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

Vital, F., Ladeira, M. & Atallah, A. 2013. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. Cochrane Database of Systematic Reviews 2013, Issue 5. 13.5.2013. Viitattu 7.6.2017. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD005351.pub3/full#CD005351-sec1-0005>

Vuorenpää, P. 2017. Anestesia- ja tehohoidon erikoislääkäri. Asiantuntijan konsultatio. Haastattelu 6.9.2017.

Yang, Y., Sun, L., Liu, N., Hou, X., Wang, H. & Jia, M. 2015. Effects of Noninvasive Positive-Pressure Ventilation with Different Interfaces in Patients with Hypoxemia after Surgery for Stanford Type A Aortic Dissection. Med Sci Monit. 2015 Aug 7;21:2294-304. Viitattu 1.6.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26250834>

Liitteet

Liite 1. Sanasto

ARDS	=	Acute Respiratory Distress Syndrome eli vaikea äkillinen hengitysvajausoireyhtymä
ARF	=	Acute Respiratory Failure eli akuutti hengitysvajaus
Arteria-Astrup-analyysi	=	Valtimoverikaasuanalyysi
Atelektaasi	=	Keuhkon tai sen osan kasaanpainuminen
AVAPS	=	Average Volume Assured Pressure Support
BiPAP®	=	Bi-level positive pressure ventilation eli kaksoispaineventilaatio
BREAS PV®	=	Breas pressure ventilation eli kaksoispaineventilaatio
cmH₂O	=	Vesisenttimetri
COPD	=	Chronic Obstructive Pulmonary Disease eli keuhkoasthmautauti
CPAP	=	Continuous positive airway pressure eli jatkuva positiivinen ilmatiepain
CPE	=	Cardiogenic pulmonary edema eli keuhkoödeema
DNR	=	Do Not Resuscitate eli älkää elvyttäkö/ elvyttämättäjättämisspätös
Dyspnea	=	Hengenahdistus
Ekshaustio	=	Hengitysilihasten uupuminen/ väsyminen
EPAP	=	Expiratory positive airway pressure eli uloshengitysvaiheen positiivinen paine
FiO₂	=	Fraction of inspired oxygen eli happifraktio
Floppy epiglottis	=	Kurkunkannen täydellinen velttous
IPAP	=	Inspiratory positive airway pressure eli sisäänhengitysvaiheen positiivinen paine
IRV	=	Inverse ratio ventilation eli käänteinen I:E-suhde
mmHg	=	Elohopeamillimetri
NIV	=	Non-invasive ventilation eli noninvasiivinen ventilaatio

NPPV A/C	=	Pressure Targeted eli paineohjattu ventilaatio; Avustava ja taustataajuudella toimiva painekontrolloitu ventilaatio, jossa kertahengitystilavuus vaihtelee. Tärkeää on asettaa minuuttitulavuuden hälytysrajat. Hengitystaajuus on säädetty, mutta potilas voi itse käynnistää eli triggata ylimääräisiä hengityksiä. Suositellaan, kun hengitystiepainetta pitää kontrolloida.
NPPV V/C	=	Volume targeted eli tilavuustuettu ventilaatio; Oma hengitystoimintaa tuetaan suhteessa sisäänhengitysyrittelyn voimakkuuteen ja tavoitekertahengitystilavuuteen. Sisäänhengityksen painetuki nousee ja laskee potilaan voimien mukaisesti, sillä edellytyksellä, että asetettu kertahengitystilavuus saavutetaan. Käytetään harvoin akuutissa hengitysvajauksessa.
OHS	=	Obesity Hypoventilation Syndrome eli lihavuuteen liittyvä hypoventilaatio
OSA	=	Obstructive Sleep Apnea eli obstruktiivinen uniapnea
PaCO₂	=	Hiilidioksidipaine
PAV	=	Proportional Assist Ventilation eli synkronoitu osittainen hengitystuki; Painekontrolloidun ventilaation muoto, missä paine, volyymi ja virtaus säätyvät automaattisesti potilaan omien sisäänhengitysyrittelyjen myötä. Painetuki suhteutetaan hengityksen voimakkuuteen. Säädetään suurin tilavuusapu-, suurin virtausapu- ja asetusprosenttiparametreilla. Ei säädettyä tavoitevolyyymia, painetta tai virtausta.
PEEP	=	Positive end-expiratory pressure eli positiivinen uloshengityspaine
PaO₂	=	Happiosapaine
PS	=	Pressure support eli painetuki; tarkoittaa IPAP-EPAP= PS
PSAB	=	Patient assisted spontaneous breathing eli potilaan avustettu spontaani hengitys
SaO₂	=	Valtimoveren hemoglobiinin happikylläisyys
TV	=	Tidal Volume eli kertahengitystilavuus
VAP	=	ventilator associated pneumonia; tarkoitetaan hengityslaittehoitoon liittyvää keuhkokuumetta
VPAP[®]	=	Variable positive airway pressure eli kaksoispaineventilaatio
VTE	=	tidal volume eli kertahengitystilavuus

Liite 2. Siirtotilanteissa tarvittavan hapen määrän laskentakaava

Siirtotilanteissa tarvittavan hapen määrä on laskettava ennen siirtoon ryhtymistä. Lönnin ja Arolan (2013) mukaan se voidaan laskea kaavalla:

- Hengityksen kertatilavuus x hengitystaajuus + laitteen vuoto = hengitetty kaasumäärä
- Hengitetty kaasumäärä x sisäänhengityksen happiprosentti = hapenkulutus

Kaasupullon sisältämä kaasumäärä voidaan laskea kaavalla tilavuus × täyttöpaine (bar):

- 5 l happipullo, joka on täytetty 200 bar paineeseen = 1000 l happea.

Esimerkki: kertatilavuus 0,4 l, hengitystaajuus 13/min, laitteen vuodot 14 l/min ja FiO₂ 40 %:

- Hengitetty kaasumäärä on $0,4 \text{ l} \times 13/\text{min} + 14 \text{ l}/\text{min} = 19,2 \text{ l}/\text{min} = 1152 \text{ l}/\text{t}$
- Tarvittavan hapen määrä on $19,2 \text{ l}/\text{min} \times 40 \% / 100 = 7,68 \text{ l}/\text{min} = 460,8 \text{ l}/\text{t}$. (Lönn & Arola 2013c.)

Liite 3. Opinnäytetyön prosessitaulukko

Lähteiden kerääminen, tiedon hankinta	Maaliskuu-toukokuu 2017
Teoriataustan kirjoittaminen	Toukokuu-elokuu 2017
Videon käsikirjoitus, näyttelijöiden rekrytointi	Heinäkuu-elokuu 2017
Videointi teho-osastolla	8.8.2017
Ääniraitojen nauhoitus	Elokuu 2017, viikko 32
Editointi	Syyskuu 2017
Videon esittäminen, palautteen kerääminen ja arviointi	Syyskuu 2017
Valmiin opinnäytetyön palautus	Lokakuu 2017

Liite 4. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönoton käsikirjoitus

KERTOJAÄÄNI:

1. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönotto.

2. Laite testataan aina ennen käyttöönottoa.
Käytetään vain V60-laitteeseen sopivia osia.
Letkujen tulee olla tiiviit ja oikein kytketyt.
Toimi aseptisesti.
Oikein testattu laite on osa potilasturvallisuutta!

3. Desinfioi kädet ennen laitekontaktia.
30 sec. teksti videoon.

4. Kytke hengityslaitteeseen verkkovirtaan ja sen jälkeen happilähteeseen.

5. Valitse laitteeseen sopiva hengityslaukku ja kokoa se.

6. Kiinnitä letkuston pidike ohjuriin.

7. Laita kostuttimen kansiosa paikalleen.
Huomioi, että kostuttimessa käytettävä steriili vesi otetaan käyttöön hoidon aloituksessa potilaan tarpeen mukaan.

8. Yhdistä suodatinpää hengityslaitteeseen

VIDEOKUVA:

1. DIA 1.

2. DIA 2.

- Kuvaus alkaa**
3. Kuva hoitajaa ja laitetta.

4. Kuva laitetta.
Ensin verkkovirtaan kytkeminen, jonka jälkeen kuva happilähdettä läheltä.

5. Kuva pakettia.

6. Kuva läheltä ohjuria.

7. Kuva läheltä yläviistosta laitetta ja kostutinta.

8. Kuva laitetta ja hoitajaa

ja toinen pää kostuttimeen.

Yhdistä proksimaalinen hengityspaineletku hengityslaitteeseen ja hengitysletkuston pää kostuttimeen.

Yhdistä hengitysletkusto ja proksimaalinen hengityspaineletku testikeuhkoon.

9. Aseta letkusto pidikkeeseen.

10. Yhdistä seuraavaksi lämmityskaapelit värikoodien mukaan.

Huomio, että yksi johto jää irralleen.

11. Kytke virta päälle.

12. Tarkista maskin ja uloshengitysportin valinta VIESTIT-listalta:

Paina VALIKKO-näppäintä,

Valitse MASKI/PORTTI-näppäin,

Valitse MASKI nro 1,

Valitse uloshengitysportti DEP.

13. Hengityslaitteen käyttöönoton testaus:

Ota proksimaalinen hengityspaineletku irti laitteesta, laitteesta kuuluu hälytysääni.

Laita proksimaalinen hengityspaineletku takaisin laitteeseen kiinni.

Hälytyksen tulee kuittaantua automaattisesti.

14. Irrota seuraavaksi laite verkkovirrasta

Laitteen tulee ilmoittaa,

suoraan edestäpäin

ota lähikuvaa testikeuhkoon yhdistämisestä.

9. Kuvaa läheltä pidikettä.

10. Kuvaa oikealta viistosti laitetta ja kaapeleita.

11. Kuvaa laitteen näyttöä suoraan edestäpäin.

12. Sama kuvakulma jatkuu, laitteen näyttö suoraan edestäpäin hoitajan ollessa vasemmalla.

13. Kuvaa laitetta vasemmalta viistottain, hoitajan ollessa oikealla.

14. Kuvaa laitetta, niin että pistorasia näkyy, jonka jälkeen

että se toimii sisäisellä akulla.
Kytke verkkovirta takaisin.
Hälytyksen tulee kuittaantua automaattisesti.

kuvaa laitteen näyttöä
edestäpäin.

15. Irrota testikeuhko hengitysletkustosta.
Laitteesta kuuluu hälytysääni.
Yhdistä testikeuhko takaisin.
Hälytyksen tulee kuittaantua automaattisesti.

15. Kuvaa hoitajan kädessä
olevaa letkuston päätä, jonka
jälkeen kuvaa laitteen näyttöä
edestäpäin.

16. Irrota hengitysletkusto laitteen
ulostuloportista. 30 sec. teksti videoon.

16. Kuvaa laitetta vasemmalta
viistottain hoitajan ollessa
oikealla.

17. Peitä ulostuloportti hanskakädellä,
jolloin laite hälyttää potilasletkuston tukos.
Laita letkusto takaisin.
Hälytyksen tulee kuittaantua automaattisesti.

17. Kuvaa laitteen ulostulo-
porttia vasemmalta viistottain,
jonka jälkeen laitteen näyttöä
suoraan edestäpäin.

18. Valitse seuraavaksi S/T- asetukset
- IPAP 12
- EPAP 6
- Taajuus 8
- S-aika 1 sekunti
- Nousu 1
- Viiveaika POIS
- Ja O₂ eli happi 40 % (prosenttia)

18. Kuvaa laitteen näyttöä
suoraan edestäpäin hoitajan
ollessa vasemmalla. Hoitaja
tekee valinnat näytöltä.

19. Tämän jälkeen valitse hälytysasetukset
- Korkea 40 BPM
- Alh. 6 BPM
- Korkea uloshengitystilavuuden hälytys (Ko V_T) 800 ml
- Alhaisen uloshengitystilavuuden hälytys (Alh V_T) POIS

19. Sama kuvakulma jatkuu.
Kuvaa laitteen näyttöä
suoraan edestäpäin.

- Korkea sisäänhengityspaineen hälytys (HIP) 40 cmH₂O
- Alhainen sisäänhengityspaineen hälytys (LIP) POIS
- Alhainen minuuttihengityshälytys (Alh V_E) POIS
- Alhainen sisäänhengityspaineen kesto aika (LIP T) 5 sek.

20. Kuittaa hälytykset.

20. Kuvaa laitteen näyttöä suoraan edestäpäin.

21. Sammuta laite virtanäppäimestä ja kuittaa sammutus näytöltä.

21. Jatka laitteen näytön kuvaamista suoraan edestäpäin.

22. Testausvaiheen asetukset löytyvät aina laitteen luona olevasta käyttöönotto-ohjeesta, asetuksia ei tarvitse osata ulkoa.

22. Ei kuvata. DIA 3.

Laitteen testaus on suoritettu ja

se on valmis käytettäväksi.

Laitteen testaajan tulee merkitä laitteeseen

testaajan nimi ja päivämäärä milloin

laite on testattu.

23. Lopputekstit.

Liite 5. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönotto diat

NONINVASIIVINEN VENTILAATIO

Opetusvideo Jyväskylän ammattikorkeakoululle 2017

Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttöönotto

Tiia Halonen & Maija Haukka

Philips Respironics V60-laitteen käyttöönotto

- Laite testataan aina ennen käyttöönottoa
- Käytetään vain V60-laitteeseen sopivia osia
- Letkujen tulee olla tiiviit ja oikein kytketyt
- Toimi aseptisesti
- Oikein testattu laite on osa potilasturvallisuutta!

(Respironics V60-hengityslaite; Lönn & Arola 2013, 83; Ilvanainen & Syväoja 2016, 306; Lehtonen, Pölonen & Järvinen 2013, 248.)

Philips Respironics V60-laitteen käyttöönotto

- Testausvaiheen asetukset löytyvät aina laitteen luona olevasta käyttöönotto-ohjeesta, asetuksia ei tarvitse osata ulkoa
- Laitteen testaus on suoritettu ja se on valmis käytettäväksi
- Laitteen testaajan tulee merkitä laitteeseen testaajan nimi ja päivämäärä milloin laite on testattu

*Laitte testattu,
T. Halonen
1.8.2017*

(Respironics V60-hengityslaite; Lehtonen 2013b, 253–254.)

Liite 6. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttämisen käsikirjoitus

KERTOJAÄÄNI:

1. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttäminen.

2. Kaksoispaineventilaatiohoito on mekaanista hengityslaittehoitoa potilaaseen kajoamatta. Se on hengityksen avustamista maskiventilaation avulla, jossa hengityslaitte tuottaa kaksivaiheista positiivista ilmatiepainehoitoa. Hoidon tavoitteena on parantaa potilaan ventilaatiota eli keuhkotuuletusta sekä happeutumista.

3. Tärkein indikaatio eli käyttöaihe on äkillinen hengitysvajaus. Hengitysvajauksen taustalla voi olla esimerkiksi COPD:n pahenemisvaihe, astma, keuhkopöhö tai lihavuuteen liittyvä hypoventilaatio. Kaksoispaineventilaatiota voidaan käyttää myös uniapnean hoidossa.

4. Ehdottomia kontraindikaatioita eli vasta-aiheita noninvasiiviselle ventilaatiohoidolle ovat hengityksen pysähdys tai hoidon estävä kasvovamma. Suhteellisia kontraindikaatioita ovat: aspiraatoriski tai oksentelu, ylähengitysteiden pysyvä ahtautuminen, ruoansulatuskanavan yläosan tuore leikkaus tai vamma, hoitamaton ilmarinta, tajuttomuus, shokki

VIDEOKUVA:

1. DIA 1.

2. DIA 2.

3. DIA 3.

4. DIA 4.

tai yhteistyökyvyttömyys. Lisäksi hoidon voi estää epävaka hemodynamiikka, systolinen verenpaine, joka on alle 90 mmHg (elohopeamillimetriä).

5. Lääkäri määrää noninvasiivisen ventilaatiohoidon aloituksen ja laitteen asetukset. Hoitaja toteuttaa hoidon ja konsultoi lääkäriä matalalla kynnyksellä. Hoitaja tarkkailee ja ohjaa potilasta sekä kirjaa tapahtumat.

5. DIA 5.

Kuvaus alkaa

6. Potilas asetetaan puoli-istuvaan asentoon, jolloin hengittäminen on vapaampaa.

6. Kuvaa potilasta suoraan vasemmalta, niin että potilas-sänky näkyy kokonaan.

7. Hoitaja kertoo potilaalle hoidon kulun. Potilaalle kerrotaan, että hoidon aikana laite pitää ääntä, jolloin kuuleminen voi vaikeutua.

7. Kuvakulma vasemmalta viistosta.

8. Potilaan kanssa sovitaan elekieli, esimerkiksi peukku ylös -> hyvä, peukku alas -> huono.

8. Kuvakulma jatkuu samana, vasemmalta viistosta.

9. Valitaan laitteeseen sopiva sekä potilaalle oikean kokoinen maski. Suu-nenämaskin tulee asettua potilaan kasvoille nenän tyvestä huulten alapuolelle.

9. Kuvaa vasemmalta viistosta.

10. Varmista, että olet valinnut maskin, jossa on uloshengitykselle ilma-aukko.

10. Kuvaa maskin aukkoa läheltä.

11. Kytke laitteeseen virta päälle ja valitse asetukset lääkärin määräyksen mukaan.

11. Kuvaa V60-laitetta suoraan edestäpäin.

12. Hoitaja asettaa maskin potilaan kasvoille vasta, kun laitteen tuottama virtaus on kytketty päälle. Testaa virtaus kädellä.

12. Kuvaa läheltä maskia.

13. Hoidon alussa maskia pidetään käsin potilaan kasvoilla ja se kiinnitetään kun potilas on tottunut hengittämään maskin avulla. Älä kiinnitä maskia liian tiukalle. Varmista vielä, että maskin uloshengityksen ilma-aukko pysyy avoimena.

13. Kuvaa potilaan kasvoja suoraan vasemmalta, jonka jälkeen maskia.

14. Potilasta ei saa jättää koskaan yksin. Tarkkaile potilaan vointia ja tajunnan tasoa, hoitoon sopeutumista ja jaksamista.

14. Kuvaa vasemmalta viistosta.

15. Seuraa potilasta, hengityslaitetta ja monitoreja. Tärkeimpiä seurattavia asioita ovat hengitysfrekvenssi eli -taajuus, hengitystyö ja happisaturaatio. Huolehdi, että potilaan ilmatiet pysyvät avoimena.

15. Sama kuvakulma jatkuu, vasemmalta viistosta.

16. Perusmonitorista seurataan EKG-käyrää, potilaan verenpainetta, pulssia ja happisaturaatioita. Reagoi muutoksiin.

16. Kuvaa perusmonitoria suoraan edestäpäin.

Potilaalla tulee olla toimiva i.v. suonihteys.
Arteria astrup eli valtimoverikaasuanalyysi
on tärkein laboratoriotutkimus.

17. Seuraa hengityslaitteen toimintaa.
Tarkkaile erityisesti hengitysfrekvenssiä,
kertatilavuutta, minuuttitulavuutta ja maskivuotoa.
Laitte tunnistaa vuotoja ja kompensoi niitä
automaattisesti.
Laitteen vasemmassa reunassa on IPAP eli
sisäänhengitysvaiheenpaine ja
EPAP eli uloshengitysvaiheenpaine
suureet.

17. Kuvaa V60-laitteen näyttöä
suoraan edestäpäin hoitajan
ollessa vasemmalla.

18. Kun potilas aloittaa sisäänhengityksen,
hengityslaitte antaa sisäänhengitysapua
painetuetun virtauksen avulla. Kun sisäänhengitys
loppuu, painetuki lopetetaan ja paine laskee
ennaltamäärätyn EPAP:n mukaan.
Sisäänhengityspaineeksi IPAP säädetään
korkeampi paine kuin uloshengityksen EPAP.

18. Kuvaa potilasta ja laitetta.

19. Aina jos laitteesta kuuluu hälytysääni,
tarkasta laitteen toiminta, hälytyksen syy
ja reagoi siihen välittömästi. Hoito lopetetaan
kun tyydyttävä toipuminen saavutetaan.
Hoito voi myös epäonnistua, ja siksi
esimerkiksi intubaatiopäätöstä ei
tule turhaan viivyttää.
Kaksoispaineventilaatiohoito ei korjaa
hengitysvajaukseen johtaneita syitä,

19. Ei kuvata. DIA 6.

vaan se parantaa potilaan
ventilaatiota ja happeutumista.

Liite 7. Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttäminen diat

NONINVASIIVINEN VENTILAATIO

Opetusvideo Jyväskylän ammattikorkeakoululle 2017

Philips Respironics V60-hengityslaitteen käyttäminen

Tiia Halonen & Maija Haukka

Kaksoispaineventilaatiohoito

- Mekaanista hengityslaittehoitoa potilaaseen kajoamatta
- Hengityksen avustamista maskiventilaation avulla
- Hengityslaitte tuottaa kaksivaiheista positiivista ilmatiepainehoitoa
- Tavoitteena on parantaa potilaan ventilaatiota eli keuhkotuuletusta sekä happautumista

(Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Brander & Varpula 2013, 326, 332; Aaltonen 2013c, 181–185.)

Indikaatiot:

- Tärkein: Äkillinen hengitysvajaus**, joka on elintoimintahäiriö
- Usein taustalla:
 - COPD:n pahenemisvaihe
 - Astma
 - Keuhkopöhö
 - Lihavuuteen liittyvä hypoventilaatio
 - Käytetään myös uniapnean sekä immunosuppressiopotilaiden hoidossa

(Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Brander 2011.)

Kontraindikaatiot:

- Ehdottomia:** Hengityksen pysähdys tai hoidon estävä kasvovamma
- Suhteellisia:**
 - Aspiraatoriski tai oksentelu
 - Ylähengitysteiden pysyvä ahtautuminen
 - Ruoansulatuskanavan yläosan tuore leikkaus tai vamma
 - Hoitamaton ilmarinta
 - Tajuttomuus, shokki tai yhteistyökyvyttömyys
 - Epävaka hemodynamiikka, systolinen RR <90 mmHg

(Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Lönn & Arola 2013, 85–86; Varpula, Halme & Maasilta 2015; Alvarez, Masseblau, Vermeulen & Simon 2013.)

Hoidon toteutus:

- Lääkäri määrää noninvasiivisen ventilaatiohoidon aloituksen ja laitteen asetukset**
- Hoitaja toteuttaa hoidon**
- Hoitajan tulee konsultoida lääkäriä matalalla kynnyksellä**
- Hoitaja tarkkailee ja ohjaa potilasta sekä kirjaa tapahtumat**
 - Käytetään perusmonitorointia, seuraa erityisesti pulssioksimetriaa
 - Vitaalielintoiminnot, erityisesti hengitys
 - Ilmatien avoimuus, maskin sopivuus
 - Potilaan hoitovaste

(Aaltonen & Mustonen 2014c; Varpula, Halme & Maasilta 2016, 16–17; Aaltonen & Mustonen 2014b; Lönn, Korva & Pajunen 2016; .)

Hoidon toteutus:

- Aina jos laitteesta kuuluu hälytysääni, tarkasta laitteen toiminta, hälytyksen syy ja reagoi siihen välittömästi**
- Hoito lopetetaan, kun tyydyttävä toipuminen saavutetaan**
- Hoito voi epäonnistua, intubaatiopäätöstä ei saa viivyttää**
- Kaksoispaineventilaatiohoito ei korjaa hengitysvajaukseen johtaneita syitä, vaan se parantaa potilaan ventilaatiota ja happeutumista**

(Respironics V60-hengityslaitte; Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Ozylmaz, Ugurlu & Nava 2014; Mas & Masip 2014, 840; Brander 2011.)

Liite 8. Philips Respironics V60-ventilator introduction script

KERTOJAÄÄNI:

1. The initialisation procedure of the Philips Respironics V60 ventilator.

2. The ventilator is always tested before use. Components that are suitable for the V60-ventilator are only to be used. The tubes must be tightly fitted and properly connected. Maintain aseptic practice. Properly tested ventilator is part of patient safety!

3. Disinfect your hands before contact with the ventilator. 30 sec. text on the screen.

4. Connect the ventilator to the mains supply and then to the oxygen source.

5. Select suitable tubes for the ventilator and piece together.

6. Connect the tube holder to the driver.

7 Put the humidifier cover in place and remove the cover. Please note that the sterile water used in the humidifier is to be used in initiating treatment according to patient needs.

VIDEOKUVA:

1. DIA 1.

2. DIA 2.

Kuvaus alkaa

3. Kuvaa hoitajaa ja laitetta.

4. Kuvaa laitetta.

Ensin verkkovirtaan kytkeminen, jonka jälkeen kuvaa happilähdettä läheltä.

5. Kuvaa pakettia.

6. Kuvaa läheltä ohjuria.

7. Kuvaa läheltä yläviistosta laitetta ja kostutinta.

8. Connect the filter-end to the ventilator and the other end to the humidifier. Connect the proximal respirator pressure tube to the ventilator and the breathing tube to the humidifier. Connect the breathing tube to the test lung.

9. Place the tube into the holder.

10. Next, connect the heating cables according to colour codes to the humidifier. Connect next the heating cables to the respiratory tube's end which is near the patient. Note that one tube stays disconnected.

11. Turn on the power.

12. Check the interface and expiration port selection from the MESSAGE-list:
Press MENU,
Select the MASK / PORT key,
select MASK number 1,
select expiration port DEP.

13. Ventilator testing:
Remove the proximal respirator pressure tube from the ventilator, whereby an alarm sounds. Connect the tube back onto the ventilator. The alarm must be cleared automatically.

8. Kuvaa laitetta ja hoitajaa suoraan edestäpäin, ota lähikuvaa testikeuhkoon yhdistämisestä.

9. Kuvaa läheltä pidikettä.

10. Kuvaa oikealta viistosti laitetta ja kaapeleita.

11. Kuvaa laitteen näyttöä suoraan edestäpäin.

12. Sama kuvakulma jatkuu, laitteen näyttö suoraan edestäpäin hoitajan ollessa vasemmalla.

13. Kuvaa laitetta vasemmalta viistottain, hoitajan ollessa oikealla.

14. Next, disconnect the ventilator from the mains supply. The ventilator must notify that it is powered by an internal battery. Reconnect to the mains supply. The alarm must be cleared automatically.
14. Kuvaa laitetta, niin että pistorasia näkyy, jonka jälkeen kuvaa laitteen näyttöä edestäpäin.
15. Remove the test lung from the respiratory tube. An alarm sounds. Reconnect the test lung. The alarm must be cleared automatically. Disinfect your hands ja put the glove in one hand. 30 sec. text on the screen.
15. Kuvaa hoitajan kädessä olevaa letkuston päätä, jonka jälkeen kuvaa laitteen näyttöä edestäpäin.
16. Remove the respiratory tube from the ventilator output port.
16. Kuvaa laitetta vasemmalta viistottain hoitajan ollessa oikealla.
17. Cover the output port with your gloved hand whereby the ventilator alerts the patient tube blockage. Reconnect the tube. The alarm must be cleared automatically.
17. Kuvaa laitteen ulostuloporttia vasemmalta viistottain, jonka jälkeen laitteen näyttöä suoraan edestäpäin.
18. Next, select the S/T-settings
- IPAP 12
 - EPAP 6
 - Frequency 8
 - S-time 1 second
 - Rise 1
 - Delay time OFF
 - and O₂, oxygen, 40 %
- Activate the S/T-mode.
18. Kuvaa laitteen näyttöä suoraan edestäpäin hoitajan ollessa vasemmalla. Hoitaja tekee valinnat näytöltä.
19. Then select the alarm settings:
- High 40 BPM
19. Sama kuvakulma jatkuu. Kuvaa laitteen näyttöä

- Low 6 BPM
- High expiratory volume alarm (Ko V_T) 800 ml
- Low expiratory volume alarm (Alh V_T) OFF
- High inspiratory pressure alarm (HIP) 40 cmH₂O
- Low inspiratory pressure alarm (LIP) OFF
- Low minute respiratory alarm (Alh V_E) OFF
- Low inspiratory pressure duration (LIP T) 5 sec.

suoraan edestäpäin.

20. Clear the alarms.

20. Kuvaa laitteen näyttöä suoraan edestäpäin.

21. Turn off the device at the power switch and clear the power off on the screen.

21. Jatka laitteen näytön kuvaamista suoraan edestäpäin.

22. The testing phase settings can always be found in the operating manual by the ventilator, there is no need to memorise the settings. Ventilator testing has been completed and it is ready for use. The person carrying out the test must mark their name and the date of testing on the device.

22. Ei kuvata. DIA 3.

Liite 9. Philips Respironics V60-ventilator introduction slides



NONINVASIVE VENTILATION

Video for Jyväskylä University of Applied Sciences

Philips Respironics V60-ventilator introduction



Philips Respironics V60-ventilator introduction

- Ventilator is always tested before use
- Use only V60-ventilator's own components
- Tubes must be tight and properly connected
- Work aseptically
- Properly tested ventilator is part of patient safety!

(Respironics V60-hengityslaitte; Lönn & Arola 2013, 83; Ilvanainen & Syväoja 2016, 306; Lehtonen, Pöölönen & Järvinen 2013, 248.)



Philips Respironics V60-ventilator introduction

- Setup settings are always in manual next to the ventilator, no need to know the settings
- Ventilator testing has been completed and it's ready for use
- Tester must indicate the name and date when the ventilator has been tested

*Tested,
T. Halonen
1.8.2017*

(Respironics V60-hengityslaitte; Lehtonen 2013b, 253–254.)

Liite 10. How to use Philips Respironics V60-ventilator script

KERTOJAÄÄNI:

1. How to use Philips Respironics V60-ventilator.

2. Two-level (bi-level) pressure ventilation is mechanical ventilation treatment without an invasive endotracheal airway. It assists breathing with an interface, where the ventilator produces bi-level positive airway pressure. The aim is to improve patient ventilation and oxygenation.

3. The most important indication is acute respiratory failure, which can be caused, for example, by the exacerbation of COPD, acute asthma, cardiogenic pulmonary edema or obesity hypoventilation syndrome. Noninvasive ventilation can also be used in the treatment of obstructive sleep apnea and immunosuppressed patients.

4. The absolute contraindications for noninvasive ventilation are respiratory arrest or fascial trauma. Relative contraindications are: aspiration risk or vomiting, total upper airway obstruction or trauma, upper gastrointestinal surgery or trauma, pneumothorax without drain, coma, shock or uncooperative patient. In addition, the treatment may be prevented by unstable hemodynamics, systolic blood pressure under

VIDEOKUVA:

1. DIA 1.

2. DIA 2.

3. DIA 3.

4. DIA 4.

90 mmHg (millimeters of mercury).

5. The physician prescribes the start of noninvasive ventilation and the settings for the ventilator. The nurse carries out the treatment and has a low threshold to consult the physician. The nurse monitors and guides the patient as well as records the events.

5. DIA 5.

Kuvaus alkaa

6. The patient is placed in a semi-seated position, ensuring more effortless breathing.

6. Kuvaa potilasta suoraan vasemmalta niin, että potilas-sänky näkyy kokonaan.

7. The nurse explains the course of treatment to the patient. The patient should be aware that the ventilator makes a noise during the treatment, which may impede hearing.

7. Kuvakulma vasemmalta viistosta.

8. Speaking should be avoided and therefore hand signs are agreed with the patient, for example a thumb up -> everything is ok, a thumb down -> not good.

8. Kuvakulma jatkuu samana vasemmalta viistosta.

9. An interface which fits the V60-ventilator, and is the correct size for the patient, is selected. The size of the mask can be selected according to the model sizes. The oronasal interface must fit the patient's face from the nasal bridge to the area below the lips.

9. Kuvaa vasemmalta viistosta.

10. Make sure you have selected an interface with an air outflow point for the exhalation.
10. Kuvaa maskin aukkoa läheltä.
11. Turn the ventilator and the humidifier on and select the settings according to the physician's prescription.
11. Kuvaa V60-laitetta suoraan edestäpäin.
12. Connect the respiratory tube to the mask. The nurse can place the interface on the patient's face only after the airflow produced by the device is switched on. Test the airflow with your hand.
12. Kuvaa läheltä maskia.
13. At the beginning of the treatment, the mask is held manually on the patient's face and is fixed only when the patient becomes used to breathing through the mask. Do not attach the mask too tight. Also make sure that the mask outflow air gap remains open. The humidifier is placed at a lower level than the ventilator and the patient in order to minimize the risk of aspiration. It will only be switched on when the oxygen flow is already on and off before the oxygen flow ceases, so that heat does not accumulate in the tube.
13. Kuvaa potilaan kasvoja suoraan vasemmalta, jonka jälkeen maskia.
14. Never leave the patient alone. Observe the patient's general well-being, consciousness, adaptation to the treatment and resilience.
14. Kuvaa vasemmalta viistosta.

15. Keep observing the patient, ventilator and monitors. The most important things to monitor are the respiratory rate, breathing and oxygen saturation. Ensure that the patient's airways remain open.
15. Sama kuvakulma jatkuu, vasemmalta viistosta.
16. From the basic monitor the ECG, patient blood pressure, pulse and oxygen saturation are observed. React to changes. The patient must have a functional i.v.-connection. Arteria astrup is the most important laboratory exam.
16. Kuvaa perusmonitoria suoraan edestäpäin.
17. Monitor the functioning of the ventilator. In particular, the respiratory rate, tidal volume, minute volume and mask leak. The ventilator detects leaks and compensates them automatically. On the left side of the device is IPAP, meaning inspiratory positive airway pressure, and EPAP, meaning expiratory positive airway pressure quantities.
17. Kuvaa V60-laitteen näyttöä suoraan edestäpäin hoitajan ollessa vasemmalla.
18. When the patient begins the inspiratory effort, the ventilator delivers inspiratory assistance with pressure support. When the patient finishes the inspiratory effort, the pressure support is discontinued and the pressure drops according to the predetermined expiratory positive airway pressure, EPAP. Inspiratory positive airway pressure, IPAP, is set to a higher pressure than the expiratory positive airway pressure, EPAP.
18. Kuvaa potilasta ja laitetta.
19. Whenever an alarm sounds, check
19. Ei kuvata. DIA 6.

the ventilator function, the cause of the alarm and react immediately. The treatment is usually ended when a satisfactory level of recovery has been achieved. However, the treatment may also fail and therefore the decision to intubate must not be delayed. Noninvasive ventilation does not fix the root cause of the respiratory failure, but it does improve the patient's ventilation and oxygenation. The next step is to address the cause of the respiratory failure.

Liite 11. How to use Philips Respironics V60-ventilator slides

NONINVASIVE VENTILATION

Video for Jyväskylä University of Applied Sciences

How to use Philips Respironics V60-ventilator

Tiia Halonen & Maija Haukka

Bi-level pressure ventilator treatment

- Mechanical treatment with ventilator without an invasive endotracheal airway
- Support breathing with interface
- Ventilator produces bi-level positive airway pressure
- Objective is improve patient's ventilation and oxygenation

(Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Brander & Varpula 2013, 326, 332; Aaltonen 2013c, 181–185.)

Indications:

- The most important: Acute respiratory failure**, which is organ dysfunction, not independent disease
- Often in the background:
 - COPD exacerbation
 - Acute asthma
 - Cardiogenic Pulmonary Edema
 - Obesity Hypoventilation Syndrom
- Is also used with obstructive sleep apnea and immunosuppressed patients

(Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Brander 2011.)

Contraindications:

- Absolute:** Respiratory arrest or fascial trauma
- Relative:**
 - Aspiration risk or vomiting
 - Total upper airway obstruction or surgery
 - Upper gastrointestinal surgery
 - Pneumothorax without drain
 - Unconscious, shock tai uncooperative patient
 - Unstable hemodynamics, systolic RR <90 mmHg

(Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Lönn & Arola 2013, 85–86; Varpula, Halme & Maasilta 2015; Alvarez, Masseblau, Vermeulen & Simon 2013.)

Treatment:

- Whenever an alarm sounds, check ventilator operation, cause the alarm and react to it immediately
- NIV is usually stopped when a satisfactory recovery has been achieved
- Treatment can fail, decision of intubation mustn't be delayed
- Noninvasive ventilation doesn't correct the causes of respiratory failure, but it heals patient's ventilation and oxygenation. Next step is to take care of cause of respiratory failure

(Respironics V60-hengityslaitte; Hengitysvajaus (äkillinen): Käypä hoito -suositus, 2014; Ozyilmaz, Ugurlu & Nava 2014; Mas & Masip 2014, 840; Brander 2011.)

Treatment:

- Doctor decides start of noninvasive ventilation treatment and settings for ventilator**
- Nurses carry out treatment**
- Nurses have a low threshold to consult the physician**
- Nurses monitor, guide patient and record events**
 - Close monitoring is necessary, especially of oxygen saturation
 - Vital function, especially respiratory rate (patient's effort)
 - Airway remains open, interface is suitable
 - Patient response

(Aaltonen & Mustonen 2014c; Varpula, Halme & Maasilta 2016, 16–17; Aaltonen & Mustonen 2014b; Lönn, Korva & Pajunen 2016;)