

ANESTESIATYÖASEMA JA ERILAISET HENGITYSJÄRJESTELMÄT

Itseopiskelumateriaalia Tampereen
ammattikorkeakoululle

Siru Lampainen

Katri Manninen

Opinnäytetyö
Lokakuu 2013
Hoitotyön koulutusohjelma
Hoitotyön
suuntautumisvaihtoehto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Hoitotyön koulutusohjelma
Hoitotyön suuntautumisvaihtoehto

LAMPAINEN SIRU & MANNINEN KATRI;
Anestesiatyöasema ja erilaiset hengitysjärjestelmät
Itseopiskelumateriaalia Tampereen ammattikorkeakoululle

Opinnäytetyö 72 sivua, joista liitteitä 37 sivua
Lokakuu 2013

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa itseopiskelumateriaalia anestesiassa käytettäviä hengitysjärjestelmistä sekä anestesiatyöasemasta Tampereen ammattikorkeakoulun perioperatiivisen hoitotyön vaihtoehtoisten ammattiopintojen opiskelijoille. Työn teoreettisina lähtökohtina olivat hyvä oppimateriaali, hengitys, anestesiatyöasema sekä hengitysjärjestelmät. Opinnäytetyö on tuotokseen painottuva ja koostuu raportista sekä kuvallisesta itseopiskelumateriaalista. Itseopiskelumateriaali on tehty Microsoft Power-Point -ohjelmalla ja on työn liitteenä.

Opinnäytetyön raportti sisältää tarkan selostuksen anestesiatyöasemasta, sen rakenteesta ja toimintaperiaatteista. Anestesiatyöasema muodostuu eri osista eli moduuleista, joita ovat ventilaattori, höyrystin, hiilidioksidiabsorberi, monitorit sekä imu. Näiden lisäksi anestesiahoitajan on osattava tunnistaa ja käyttää anestesiatyöaseman lääkekaasulähteitä ja kaasunpoistoa. Anestesiatyöaseman käytössä on tärkeää ymmärtää, miten anestesiakaasut kiertävät anestesiatyöaseman ja potilaan välillä. Erilaisten teknisten ratkaisujen ja säädösten avulla luodaan hengitysjärjestelmä, joka määrittelee anestesiassa käytettävien kaasujen kulkua potilaan ja anestesiatyöaseman välillä. Hengitysjärjestelmät on jaoteltu tuotoksessa sen perusteella salliiko järjestelmä anestesiakaasujen uudelleenkäytön eli takaisinhengityksen vai saako potilas joka sisäänhengityksellä uuden kaasuseoksen.

Opinnäytetyön tuotos koottiin keräämällä tietoa alan ulkomaisista ja kotimaisista kirjallisista lähteistä sekä tutkimuksista. Teoriatiedon tukena on käytetty esimerkkejä ja kuvia Aisys -anestesiatyöasemasta. Opinnäytetyön tekijät teettivät opiskelutovereilleen kyselyn kartoittaakseen perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntaavien opiskelijoiden toiveita itseopiskelumateriaalin muodosta, ulkonäöstä ja sisällöstä. Saatujen vastausten perusteella itseopiskelumateriaalia muokattiin niin, että se vastasi mahdollisimman hyvin sekä toimeksiantajan että kohdeyleisön toiveita.

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä hoitotyön opiskelijoiden tietämystä ventilaattorin takaisinhengityksen estävästä ja takaisinhengityksen sallivasta hengitysjärjestelmästä sekä anestesiatyöaseman osista. Kehittämisehdotuksina ovat anestesiatyöaseman alkutarkistusten läpikäyminen sekä perehtyminen anestesian aikaiseen hengityksen tarkkailuun.

Asiasanat: anestesiatyöasema, aisys, hengitysjärjestelmät

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Nursing and Health Care
Option of Nursing

LAMPAINEN SIRU & MANNINEN KATRI;
Anaesthesia Workstation and Breathing Systems
Self-Study Material for Tampere University of Applied Sciences

Bachelor's thesis 72 pages, appendices 37 pages
October 2013

The purpose of this study was to compile educational material about the anaesthesia workstation and breathing systems for Tampere University of Applied Sciences. The idea was to clarify, with theoretical information and pictures, what a modern anaesthesia workstation consists of and how rebreathing and non-rebreathing breathing systems work. The purpose was to provide PowerPoint self-learning material for perioperative nursing students. The study was carried out as an output-oriented project.

Perioperative nurses use the anaesthesia workstation daily. The modern anaesthesia workstation consists of many different parts, such as ventilator, observation monitors and suction. In the thesis the parts and qualities of the workstation are introduced, using Aisys- anaesthesia workstation as an example. It is important that a perioperative nurse also knows how the medical gases flow between the patient and the workstation. In the thesis the breathing systems are divided by how the medical gases are used in the systems: whether the system allows re-breathing or whether the patient gets fresh gas through every inhale.

The assignments of the study were to figure out how the respiration is carried out normally, what anaesthesia workstation contains, what kind of systems rebreathing and non-rebreathing breathing systems are and what good educational material is like. The objective of the study was to make it easier for nursing students to understand the structure and functioning of the anaesthesia workstation and breathing systems. Further research could be conducted on how the check-ups of the anaesthesia workstation are done and how breathing is observed during anaesthesia.

Key words: anaesthesia workstation, Aisys, breathing systems

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TARKOITUS, TEHTÄVÄT JA TAVOITE.....	7
3	TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT	8
3.1	Hengitys.....	8
3.1.1	Hengityselimet	9
3.1.2	Keuhkotuuletus eli ventilaatio.....	10
3.2	Anestesiatyöasema	11
3.2.1	Ventilaattori	12
3.2.2	Hiilidioksidiabsorberi	13
3.2.3	Höyrystin.....	15
3.2.4	Lääkekaasulähteet	16
3.2.5	Kaasusekoitin	17
3.2.6	Kaasunpoistojärjestelmät	19
3.2.7	Monitorit	19
3.2.8	Imu.....	20
3.3	Hengitysjärjestelmät.....	21
3.3.1	Takaisinhengityksen salliva järjestelmä, kiertojärjestelmä	21
3.3.2	Takaisinhengityksen estävä järjestelmä.....	22
3.4	Hyvä oppimateriaali	24
3.4.1	Mitä oppiminen on?.....	24
3.4.2	Millainen on hyvä oppimateriaali?.....	25
3.4.3	PowerPoint oppimateriaalina	25
4	TUOTOKSEEN PAINOTTUVA OPINNÄYTETYÖ.....	27
4.1	Tuotokseen painottuva opinnäytetyö	27
4.2	Opinnäytetyön toteuttaminen.....	28
4.3	Tuotoksen ulkoasu ja sisältö.....	29
5	POHDINTA	30
5.1	Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuuskysymykset	30
5.2	Johtopäätökset ja kehittämissuhteet	32
	LÄHTEET	34
	LIITTEET.....	36

1 JOHDANTO

Anestesiahoitaja käyttää anestesiayöasemaa työssään päivittäin, ja hänen vastuunsa hoitovälineistön varaamisessa, tarkistuksessa ja käyttökuntoon saattamisessa on laaja ja vaativa (Lukkari, Kinnunen & Korte 2007, 136). Lain mukaan terveydenhuollon laitetta käyttävällä henkilöllä on oltava laitteen käytön vaatima riittävä tieto ja taito (Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 2010/629). Perioperatiiviseen hoitotyöhön valmistuvan sairaanhoitajaopiskelijan tulee siis ymmärtää anestesiayöaseman rakenne ja toiminta hyvin.

Anestesiayöaseman tehtävänä on ylläpitää anestesioidun potilaan hengitystä, antaa happea ja anestesiakaasuja sekä poistaa hiilidioksidia. Tämän lisäksi anestesiayöasema mahdollistaa anestesioidun potilaan vitaalielintoimintojen reaaliaikaiseen tarkkailun. (Lukkari ym. 2007, 158, 165.) Ymmärtääkseen anestesiayöaseman toimintaa perioperatiivisen sairaanhoitajan tulisi tuntea sen rakenneperiaatteet (Paloheimo 2006, 260). Anestesiayöasema koostuu eri osista, joita ovat ventilaattori, hiilidioksidiabsorberi, höyrystin, imu sekä monitorit. Esittelemme anestesiayöaseman rakennetta työssämme osa kerrallaan käyttäen apuna kuvia ja esimerkkejä Aisys -anestesiayöasemasta.

Voidakseen ymmärtää miten hengitystä tuetaan anestesiayöaseman avulla, tulee sen käyttäjän tietää perusasiat hengityselimistöistä ja hengityksestä. Työmme teoria- ja tuotososien alussa käymme läpi keskeiset asiat hengityksen anatomiasta ja fysiologiasta. Anestesiassa käytettyjen lääkkeellisten kaasujen ja nukutuskaasujen antamista potilaalle hallitaan hengitysjärjestelmän avulla, joka luodaan erilaisten anestesiayöaseman teknisten ratkaisujen ja säädösten avulla. Hengitysjärjestelmä määrittelee anestesiassa käytettävien kaasujen kulkua potilaan ja anestesiayöaseman välillä. Esittelemme työssämme takaisinhengityksen estävän ja takaisinhengityksen sallivan hengitysjärjestelmän toimintaa ja rakennetta.

Anestesiayöaseman tekninen hallinta on osa anestesiayöaseman laadunhallintaa ja anestesiayöasemien tekemisen sairaanhoitajan on oltava monipuolisesti perehtynyt anestesian tekniikkaan (Linko & Jousela 2000, 17, 19). Haapalan (2009, 29) pro gradu -tutkielmassa mainitaan, että anestesiahoitajat kokevat anestesioiden teknillisen tietouden olevan hyvin tärkeää intraoperatiivisessa hoitotyössä. Myös Jurkkalan (2010, 45) pro gradu -

tutkielmasta käy ilmi, että anestesiasairaanhoitajan on koulutettava itseään anestesiatiیکنiikan kehittymisen myötä.

Opinnäytetyömme tarkoituksena on tehdä tuotokseen painottuva työ hengitysjärjestelmistä sekä anestesiatyöasemasta. Saimme aiheen Tampereen ammattikorkeakoululta, jolla on tarve itseopiskelumateriaalille perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntaaville opiskelijoille. Valitsimme aiheen, koska suuntaudumme itse perioperatiiviseen hoitotyöhön ja aihe tukee ja kehittää myös omaa ammatillista osaamistamme. Uskomme, että itseopiskelu-materiaali on hyödyllinen perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntaaville opiskelijoille, sillä hengitysjärjestelmiä sekä anestesiatyöasemaa käsitellään tuntiopetuksessa hyvin vähän.

2 TARKOITUS, TEHTÄVÄT JA TAVOITE

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Tampereen ammattikorkeakoulun vaihtoehtoiseen ammattiopintoihin itseopiskelumateriaali anestesiassa käytettävistä hengitysjärjestelmistä sekä anestesiatyöasemasta käyttäen esimerkkinä Aisys –anestesiatyöasemaa.

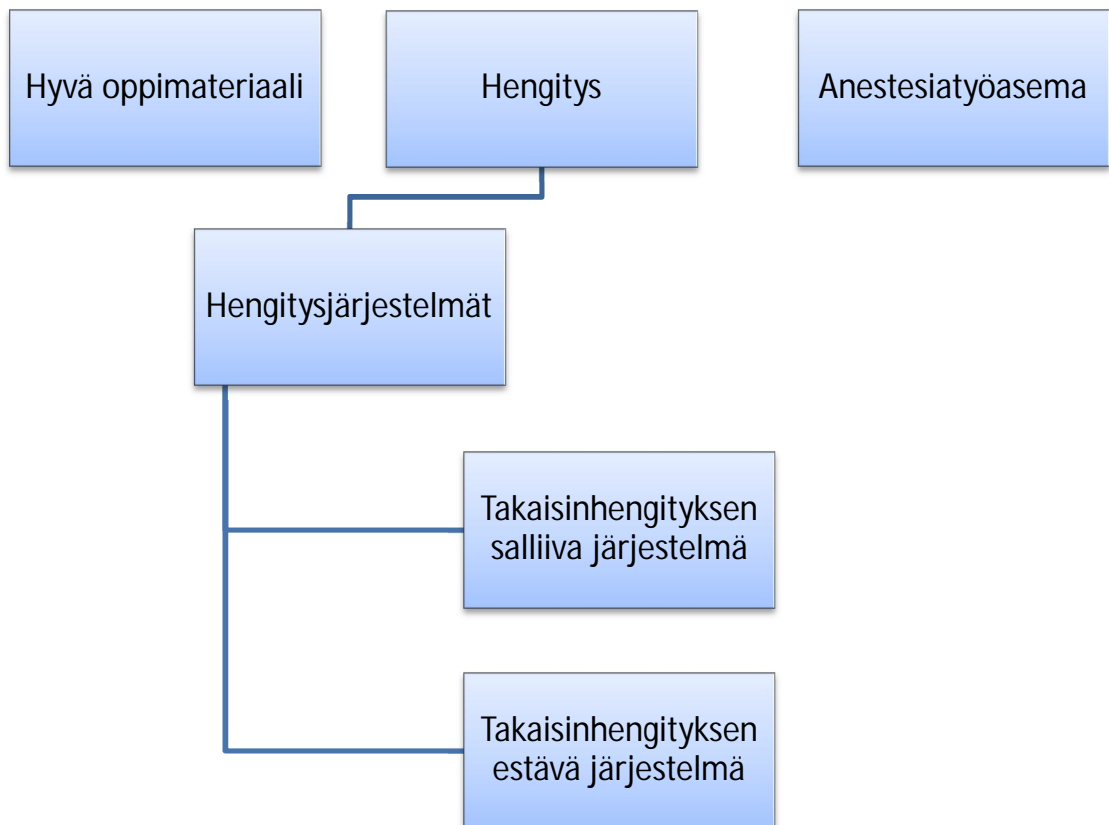
Opinnäytetyön tehtävänä on selvittää:

1. Mitä on normaali hengitys?
2. Millainen on anestesiatyöasema?
3. Millaisia hengitysjärjestelmiä ovat takaisinhengityksen estävä ja takaisinhengityksen salliva järjestelmä?
4. Millainen on hyvä oppimateriaali?

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä hoitotyön opiskelijoiden tietämystä erilaisista hengitysjärjestelmistä sekä anestesiatyöasemasta. Työ myös tukee ja kehittää omaa ammatillista osaamistamme.

3 TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT

Tämän opinnäytetyön aiheena on takaisinhengityksen salliva ja takaisinhengityksen estävä hengitysjärjestelmä sekä anestesiatyöasema. Keskeisiksi teoreettisiksi lähtökohdiksi nousevat hyvä oppimateriaali, hengitys, anestesiatyöasema sekä hengitysjärjestelmät (kuvio 1).



KUVIO 1. Teoreettinen viitekehys

3.1 Hengitys

Hengityksellä tarkoitetaan kaasujen vaihtoa keuhkoissa, kaasujen kuljetusta veressä sekä elimistön soluissa tapahtuvaa soluhengitystä. Ihminen tarvitsee jatkuvasti happea soluhengitykseen, joka tuottaa energiaa elimistön toimintoihin. Soluhengityksen loppu- tuotteena syntyy hiilidioksidia, jonka täytyy poistua elimistöstä. Hapen otto ja hiilidioksidin poisto tapahtuu hengittämällä. (Leppäluoto ym. 2008, 198.)

3.1.1 Hengityselimet

Hengitystiet jaetaan ylä- ja alahengityselimiin. Ylähengitysteihin kuuluvat nenäontelo, suuontelo ja nielu. Alahengitysteihin kuuluvat henkitorvi ja keuhkoputket. (Hiltunen ym. 2007, 367.) Nenäontelo jakautuu kahteen puoliskoon, joita erottaa rustosta ja luukudoksesta muodostuva väliseinä. Nenän limakalvossa on runsaasti verisuonia, jotka lämmittävät hengitetyn ilman ruumiinlämpöiseksi. Nenäonteloa peittää myös yhdenkertainen lieriöepiteeli, jossa on värekarvallisia ja limaa tuottavia soluja, joihin hengitetyn ilman mikrobit ja pienhiukkaset tarttuvat. Nenäontelon epiteeliä kutsutaan hengitysepiteeliksi. Kaikki hengitysteiden osat, joissa on hengitysepiteeliä, suojaavat infektioilta. (Sand ym. 2011, 357.)

Nenäontelosta ilma siirtyy nieluun siis osittain lämmitettynä ja mikrobeista puhdistettuna. Hengitystiet ja ruuansulatuskanava risteävät nielussa, ruokatorvi sijaitsee henkitorven takana. Nielussa sijaitseva kurkunpää sulkeutuu nieltäessä estäen näin hengitysilman kulun ja mahdollistaa ruuan kulkeutumisen henkitorven sijasta ruokatorveen. (Sand ym. 2011, 358.) Nielusta ilma virtaa henkitorveen eli trakeaan. Henkitorvi on noin kymmenen senttimetriä pitkä joustava putki, jota peittää hengitystie-epiteeli. Kuten nenäontelossa, epiteelin lima sitoo itseensä hengitysilman hiukkasia ja mikrobeja. (Hiltunen ym. 2007, 370-371; Sand ym. 2011, 359.)

Henkitorven alaosa jakautuu oikeaksi ja vasemmaksi pääkeuhkoputkeksi, jotka haarautuvat edelleen keuhkoputkiksi eli bronkuksiksi. Nämä keuhkoputket menevät keuhkovaltimoiden ja -laskimoiden mukana oikeaan ja vasempaan keuhkoon. (Sand ym. 2011, 371.) Keuhkot sijaitsevat rintakehän sisällä rintaontelossa, jonka pohjana on pallea. Keuhkot jakautuvat lohkoihin, oikeassa keuhkossa on kolme lohkoa ja vasemmassa kaksi. Lohkojako helpottaa keuhkojen liikkuvuutta ja täyttymistä ilmalla. Keuhkoja ympäröi sidekudospussi eli keuhkopussi, pleura. Keuhkojen välissä on sidekudosta, jota kutsutaan välikarsinaksi. (Hiltunen ym. 2007, 371; Sand ym. 2011, 360-361.)

Keuhkokudos muodostuu pääosin keuhkorakkuloista ja niitä ympäröivistä hiussuonista. Keuhkorakkulat eli alveolit ovat rypäleterttumaisia keuhkorakkulasäikeitä. Keuhkoputkien haaroja, joissa ei ole rustoa, kutsutaan ilmatiehyiksi eli bronkioleiksi. Pienimpiä

bronkioleja, joita peittää kuutio-epiteeli, kutsutaan hengitystiehyeiksi. Nämä tiehyet päättyvät keuhkorakkuloihin eli alveoleihin. Kummassakin keuhkossa on noin 200 miljoonaa keuhkorakkulaa, joita ympäröi tiheä hiussuoniverkosto. (Hiltunen ym. 2007, 371; Sand ym. 2011, 359.)

3.1.2 Keuhkotuuletus eli ventilaatio

Keuhkotuuletuksella tarkoitetaan ilman kulkua ulkoilmasta keuhkorakkuloihin ja takaisin. Keuhkotuuletuksessa vuorottelevat sisäänhengitys eli inspiraatio ja uloshengitys eli ekspiraatio. (Hiltunen ym. 2007, 372-373.) Ilman virtaus hengityksessä perustuu keuhkojen sisäpuolisen paineen eli alveolipaineen ja ulkoilmapaineen väliseen eroon. Sisäänhengityksen yhteydessä rintakehä laajenee ja saa aikaan keuhkoihin ulkoilman painetta alhaisemman paineen. Alveolipaine muuttuu siis alipaineiseksi, jolloin ilma pääsee virtaamaan keuhkoihin ja paine tasoittuu. Uloshengityksen yhteydessä sisäänhengityslihakset relaxoituvat ja keuhkoihin muodostuu ylipaine, jolloin ilma virtaa ulos keuhkoista. (Leppäluoto ym. 2008, 204; Sund ym. 2011, 362.)

Sisäänhengitys siis käynnistyy, kun rintakehä laajenee. Rintaonteloa laajentavat sisäänhengityslihakset. Pallea supistuu, sen kupoli laskee ja laajentaa rintaonteloa. Ulommat kylkivälilihakset nostavat kylkiluita supistuessaan. Rasituksessa sisäänhengityslihasten käyttö lisääntyy ja apuhengityslihakset eli kaulan lihakset supistuvat, mikä lisää rintaontelon laajenemista ja ilman virtaamista keuhkoihin. (Sund ym. 2011, 362.)

Uloshengitys alkaa hengityslihasten relaxoituuessa. Sisäänhengityslihakset veltostuvat ja keuhkokudoksen ja rintakehän kimmosäikeet vetävät rintakehää kokoon ja vatsaonteloon muodostunut paine työntää veltostunutta palleaa ylöpäin. Keuhkot puristuvat kokoon ja niiden tilavuus pienenee, ja keuhkoihin nousee ylipaine, joka johtaa ilman virtaamiseen ulos keuhkoista. (Leppäluoto ym. 2008, 209; Sand ym. 2011, 364.) Rasituksessa myös uloshengityksestä tulee aktiivista, kun sisemmät kylkivälilihakset ja vatsalihakset supistuvat ja pienentävät rintaonteloa. Näillä uloshengityslihaksilla on merkitystä myös hengitysreflekseissä, kuten yskän- ja aivastusreflekseissä. (Leppäluoto ym. 2008, 209.)

Kaasujen vaihto keuhkoissa tapahtuu diffuusiona keuhkorakkuloiden ilman ja keuhkoihiuksen veren välillä. (Sand ym. 2007, 369.) Kaasujen vaihto perustuu myös painevaihteluihin. Hengitys tuo keuhkorakkuloihin uutta ilmaa, joka sekoittuu alveoleissa jo ennestään olevan ilman kanssa. Keuhkorakkuloiden ilman happiosapaine on suurempi kuin keuhkoihin saapuvan laskimoveren paine, mikä saa hapen siirtymään alveoleista niitä ympäröiviin hiussuoniin. Veressä happi sitoutuu hemoglobiiniin ja kulkeutuu valtimoveren mukana sydämeen ja kudoksiin. Kudosten hiussuonista happi siirtyy kudostenesteeseen ja edelleen soluihin. Vastaavasti soluhengityksessä muodostunut hiilidioksidi diffundoituu paine-eron takia kudosten kaudon kautta vereen ja kulkeutuu laskimoveren mukana keuhkoihin. Keuhkoissa sen hiilidioksidin osapaine on suurempi kuin keuhkorakkuloiden ilman, joten hiilidioksidi siirtyy verestä alveoli-ilmaan ja uloshengityksen mukana ulos. (Hiltunen 2007, 388; Sund ym. 2011, 369.)

3.2 Anestesiayöasema

Anestesian aikana käytettävien laitteiden, järjestelmien ja tarkkailumonitorien kokonaisuutta kutsutaan anestesiayöasemaksi. Anestesiayöaseman sisään on koottu erilaisia osia eli moduuleja, joilla ylläpidetään ja tarkkaillaan potilaan hengitystä ja vitaalielin-toimintoja anestesian aikana. Lisäksi anestesiayöasema sisältää usein myös tarvikelaa-tikot, kirjoitustason sekä erilaisia kiinnityskiskoja (kuva 1). (Paloheimo 2006, 260; Lukkari ym. 2007, 158.)

Anestesiayöasema –käsitteeseen sisältyy erilaisten säätöjen yksinkertaistaminen, val-vontatiedon yhtenäinen esittäminen ja tallennus sekä hälytysten kerääminen selkeäksi kokonaisuudeksi. Nykyaikaisten anestesiayöasemien osat muodostavat kompakteja kokonaisuuksia, joten väärinyhdistelyn ja –kokoamisen riskit ovat vähentyneet. Esimer-kiksi kunkin kaasuletkun värikoodattu pikaliitin sopii vain sille tarkoitettuun kohtaan anestesiakoneessa ja kattokeskusjärjestelmässä. (Vakkuri 2002, 81; Paloheimo 2006, 264; Lukkari, Kinnunen & Korte 2013, 159.)

Anestesiayöasemille on asetettu erittäin tarkat laatu- ja turvallisuusvaatimukset. Kaik-kien liittimien on oltava kansainvälisten ja kansallisten normien mukaisia. Mitä selke-ämpi ja yksinkertaisempi käyttäjäliittymä on, sitä epätodennäköisempiä ovat käyttövir-

heet. Työasemalle tulee tehdä tietyt tarkistukset aina, kun se otetaan tauon jälkeen käyttöön. (Paloheimo 2006, 278-279.)



KUVA 1. Anestesiatyöasema (Siru Lampainen & Katri Manninen 2013)

3.2.1 Ventilaattori

Ventilaattori on anestesiatyöaseman osa, jolla johdetaan keinotekoisesti ja kontrolloidusti hengityskaasut potilaan keuhkoihin paineen avulla. Ventilaattorin tehtävänä on varmistaa potilaan riittävä anestesian aikana käytettyjen lääketieteellisten kaasujen, kuten hapen, ilman ja nukutuskaasujen saanti nukutuksen aikana. Hengityskaasujen koostumusta ja määrää säädellään ja hallitaan tarkasti. Ventilaattori kehittää positiivisen pai-

neen, joka työntää halutun määrän kaasuseosta potilaaseen sopivalla hengitystaajuudella. Anestesian aikana hengityksestä kontrolloidaan taajuutta, tilavuutta ja painetta. (Vakkuri 2002, 81; Paloheimo 2006, 270; Lukkari ym. 2007, 159-160.)

Ventilaattorin potilasyksikön muodostaa sisään- ja uloshengitystieletkut, joiden läpi hengityskaasut johdetaan intubaatioputken tai hengitysmaskin kautta potilaan keuhkoihin. Letkujen toimintaa ja hengityskaasujen kulkusuuntaa ohjaavat yksisuuntaventtiilit sisään- ja uloshengityshaaroissa. Ennen intubaatioputkea tai maskia letkut yhdistyvät Y-kappaleella. Y-kappaleen ja intubaatioputken väliin asetetaan välikappale näytekaasun imemiseen. Välikappale myös kostuttaa hengitysilmaa. (Vakkuri 2002, 82; Lukkari ym. 2007, 162.) Ylivuotoventtiili on venttiili, jonka avulla potilaan hengittämät kaasut johdetaan kaasunpoistoon. Ylivuotoventtiilin avautumista säätelevät painemuutokset ja se sijaitsee yleensä kohdassa, jossa kaasun hiilidioksidipitoisuus on suurimmillaan ja happipitoisuus pienimmillään. (Vakkuri 2002, 82; Paloheimo 2006, 276.)

Potilasyksikköön kuuluu lisäksi käsiventilointiyksikkö, hiilidioksidiabsorberi (katso luku 3.2.2) sekä ventilaattorin palje. Anestesiatyöasemassa on erillinen käsiventilaatiopussin liitäntä, johon kiinnitetään erillinen hengitysletku, joka päättyy hengityspussiin. Hengityspussi mahdollistaa potilaan hapettamisen käsin pussia painelemalla. Palje on ventilaattorin haitarimainen liikkuva osa, joka toimii mekaanisen ventilaation aikana kaasusäiliönä ja erottaa potilaan hengittämän kaasun ventilaattorin käyttökaasusta. (Lukkari ym. 2007, 162.) Anestesiatyöasemassa palje- tai käsiventilaatio valitaan kääntämällä pussi-/ventilaatiovalitsin haluttua ventilaatiomenetelmää kohden (Aisys käyttöopas 2013, 4-2).

3.2.2 Hiilidioksidiabsorberi

Hiilidioksidiabsorberi on anestesiakoneeseen kuuluva säiliö, joka sisältää rakeista natriumhydroksidia ja kaliumhydroksidia (kuva 2). Hiilidioksidiabsorberin tarkoitus on poistaa hiilidioksidi potilaan uloshengittämästä kaasusta. Takaisinhengitettävä kaasu johdetaan hengitysjärjestelmässä absorberisäiliön läpi, jolloin hiilidioksidin ja veden muodostama hiilihappo reagoi absorberirakeiden kanssa ja muuttuu karbonaatiksi ja bikarbonaatiksi. Hiilidioksidiabsorberi on emäksinen ja toimii näin osaltaan mikrobisuodattimena hengitysjärjestelmässä. Absorptioreaktio myös synnyttää kosteutta ja

lämpöä, mikä kosteuttaa ja lämmittää takaisin hengitettävää kaasua. Hengitysjärjestelmistä hiilidioksidiabsorberia käytetään pääasiassa kiertojärjestelmässä. (Paloheimo 2006, 275-276; Lukkari ym. 2007, 161.)



KUVA 2. Hiilidioksidiabsorberi (Siru Lampainen & Katri Manninen 2013)

Absorberin käyttöastetta voi päätellä seuraamalla absorberiaineen väri-indikaattoria. Absorberin rakeet ovat yleensä vaaleita, ja alkavat värjäytyä violetiksi hiilidioksidin poistokapasiteetin vähentyessä. (Lukkari ym. 2007, 161.) Paloheimon (2006, 275) mukaan absorberin värittyä ei kuitenkaan aina tarkoita, että säiliö olisi käyttämätön, sillä rakeiden väri haalistuu ajan myötä. Absorberin käyttötehoa tulee seurata ensisijaisesti siis hiilidioksidimonitorin (FiCO₂) avulla. Kun absorberin teho alkaa loppua, sisäänhengityshiilidioksidin määrä kasvaa. Joskus absorberiaineen seinämät kyllästyvät ja päästävät hiilidioksidia läpi, vaikka absorberiaine olisi vielä käyttökuntoista. Absorberisäiliön ravistaminen välillä voi pidentää absorberin käyttöikää. (Paloheimo 2006, 275.)

Kun rakeet ovat voimakkaasti värjäytyneet ja hiilidioksidimonitori ei nollaudu sisäänhengityksen aikana, on hiilidioksidiabsorberisäiliö tai rakeet vaihdettava. Anestesiahoitaja tarkistaa absorberin mallin ja kunnan valmisteluvaiheessa. Tiedetyt absorberimallit voidaan vaihtaa tarvittaessa myös anestesian aikana. (Paloheimo 2006, 275-276; Lukkari ym. 2007, 161.) Absorberisäiliöitä on olemassa täytettävänä kanistereina, jolloin vain sisällä olevat rakeet vaihdetaan. Vaihdossa tarvitaan hengityssuojaa, koska kuiva absorberiaine voi pölytyä. Kertakäyttöabsorberit vaihdetaan aina uuteen, ja niissä on yleensä vaahtomuovi- tai paperisuodatin ulosmenoaukossa, joka estää pölyn pääsyn hengitysilmaan. (Paloheimo 2006, 276.)

3.2.3 Höyrystin

Höyrystimen avulla potilaalle voidaan johtaa höyrystettäviä anesteetteja sopivina pitoisuuksina hengityskaasuseoksen mukana. Osa tuorekaasuvirtauksesta johdetaan höyrystimen läpi, jolloin kaasuvirtauksen mukana kierto on tulehalla haluttu prosenttimäärä anesteettia. Tuorekaasuvirtausta säätämällä pystytään siis vaikuttamaan potilaan saamaan anesteetin määrään. (Vakkuri 2002, 83-84.)

Jokaiselle höyrystyvälle anesteetille on olemassa oma höyrystimensä, jotta kaasupitoisuutta voidaan säädellä tarkasti. Anestesiakoneessa voi olla yhdestä kolmeen höyrystintä, joista vain yksi saa olla anestesian aikana käytössä kerrallaan. Nykyaikaisten höyrystimien täyttäminen väärällä aineella on lähes mahdotonta, sillä eri anesteettien täyttölaitteet on tehty yhteensopimattomiksi. (Paloheimo 2006, 266; Lukkari ym. 2013, 160-161.)

Tarkistaessaan höyrystintä anestesiahoitaja varmistaa höyrystimen mittaikkunasta, että inhalaatioanesteettia on riittävästi suhteessa nukutuksen arvioituun pituuteen. Tarvittaessa anesteettia lisätään. Täyttövaiheessa on syytä varoa, ettei tapahdu säiliön ylitäyttöä, sillä se voi johtaa nukutuskaasujen yliannostukseen. Mittaikkunassa on maksimimerkki, jota ei saa ylittää. Anesteettia voidaan tarvittaessa lisätä höyrystimeen myös nukutuksen aikana. (Lukkari ym. 2007, 160-161.)

3.2.4 Lääkekaasulähteet

Leikkaussalissa käytettäviä lääkekaasuja ovat happi, typpioksiduuli ja paineilma. Sairaaloissa on käytössä keskuskaasujärjestelmä, jonka kautta lääkekaasut kulkevat. Keskuskaasujärjestelmä on verkosto, jonka avulla kaasut kulkevat keskuskaasuvaramastosta sairaalan eri osiin, kuten leikkaussaleihin ja teho-osastolle. Keskuskaasuvaramastossa lääkekaasut ovat varastoituina eri muotoihin. Happi on varastoitu nestemäisenä suurissa säiliöissä ja typpioksiduuli pullopatteristoina. Paineilma on ulkoilmaa, jota otetaan mahdollisimman saasteettomasta kohteesta, suodatetaan ja paineistetaan kompressorihuoneessa ennen sen johtamista kaasuverkostoon. (Vakkuri 2002, 79; Paloheimo 2006, 261.)

Leikkaussaleissa on seinässä tai kattokeskusjärjestelmässä liittimet, joihin kiinnitettyjen letkujen kautta lääkekaasut kulkevat keskuskaasujärjestelmästä anestesiatyöasemaan. Kullekin lääkekaasulle on oma letku, joka on kierrelittimellä kiinni anestesiakoneessa. Eri kaasujen letkut on värikoodattu ja varustettu yksilöllisillä pikaliittimillä virhekytkentöjen välttämiseksi. Suomessa lääkekaasuletkujen värikoodissa valkoinen tarkoittaa happea, sininen typpioksiduulia ja väritön tai musta vinoristikko paineilmaa (taulukko 1). Muissa anestesiatyöaseman kaasuletkuissa värikoodit ovat kaasu-poistoletkussa keltainen ja tuorekaasuletkussa punainen. (Vakkuri 2002, 79; Paloheimo 2006, 263.)

TAULUKKO 1. Anestesiakaasuletkujen värikoodit

Kaasuletku	Väritunniste
Happi	Valkoinen
Typpioksiduuli	Sininen
Paineilma	Musta ristikko (tai kirkas)

Kun kaasuletkut on kytketty pikaliittimillä, on niiden lukitus hyvä varmistaa kevyesti nykäisemällä (Paloheimo 2006, 263). Ennen anestesian aloittamista hoitoryhmän tulisi aina tarkistaa värimerkinnöistä, että letkujen kytkennät ovat oikein ja käytössä on oikea kaasu. Anestesiakoneetta käyttävän on myös selvitettävä, miten anestesiakoneeseen saa kytkettyä kaasupulloihin jos keskuskaasujärjestelmään tulee häiriö. (Vakkuri 2002, 79; Lukkari ym. 2010, 229.)

Kaasupullot ovat metallisia, teräseinäisiä säiliöitä, joissa säilytetään lääkekaasuja. Kaasupulloissa on yleensä päänä, paineenalennusventtiili sekä painemittari. Pulloissa on merkinnät sisällön laadusta, tilavuudesta, sallitusta paineesta ja testausarvoista. Pullon lieriöosan valkoinen väri merkitsee lääkekaasua. Anestesiatyöaseman kaasuletkut saa liitettyä kaasupulloihin samoilla pikaliittimillä, jotka käyvät keskuskaasujärjestelmän liittimiin. Keskuskaasujärjestelmä on yleensä leikkaussalien pääasiallinen kaasulähde, mutta esimerkiksi kaasunjakeluhäiriön sattuessa kaasuletkun voi nopeasti irrottaa keskuskaasujärjestelmän liittimestä ja liittää kaasupulloon. (Paloheimo 2006, 261-262.)

Kaasupullojen käsittelyssä on noudatettava varovaisuutta. Sairaanhoidajan tulee tietää, mitä kaasuja tietyt pullot sisältävät ja miten niitä käsitellään, kuljetetaan ja säilytetään. Kaasupullojen tunnistusmerkintöjä ei saa peittää tai vahingoittaa. Kaasupulloja saa kuljettaa vain tähän tarkoitukseen varatuilla kärryillä tai koreilla, ja niitä on säilytettävä erillisissä telineissä. Käytössä olevat pullot tulee olla kiinnitettynä ja pystyasennossa. Jos kaasupullo kaatuu, sen kaula voi katketa ja kaasu purkautua paineella niin, että koko pullo voi lentää holtittomasti ja aiheuttaa vaaratilanteita. (Paloheimo 2006, 261; Lukkari ym. 2010, 229.)

Erytystä varovaisuutta on noudatettava happipullon käytössä. Jos toimenpiteessä käytetään diatermiaa tai laseria, niistä aiheutuva avotuli ja kaasupullost tuleva happi voivat aiheuttaa räjähdys- ja tulipalovaaran. Myös tekstiilit syttyvät helposti jos ne ovat happikyllästeisiä. Kaasupulloja on käsiteltävä puhtain käsin, sillä rasva ja öljy voivat syttyä palamaan joutuessaan kosketuksiin hapen kanssa. Myöskään kaasuletkujen liittimiä ei saa rasvata. (Backman & Paloheimo 1992, 18; Lukkari ym. 2010, 229.)

3.2.5 Kaasusekoitin

Kaasusekoitin on anestesiatyöasemaan kuuluva kaasujen sekoitusjärjestelmä, joka sekoittaa lääkkeelliset kaasut asetusten mukaan. Kaasusekoitin muodostuu rotametreistä, joilla osakaasuja sekoitetaan halutussa virtaussuhteessa. Vanhemmissa kaasusekoittimissa rotametrit ovat ylöspäin leveneviä lasiputkia, joissa oleva koho pyörii kaasuvirrassa ja nousee sitä ylemmäs, mitä suurempi virtaus on. Rotametrejä on vähintään kaksi. Virtausluvut on merkitty putkien kylkeen niin, että jakoväli on suurempi putken alapäässä eli pienillä virtauksilla. Kunkin kaasun rotametrillä on oltava omanlaisensa sää-

tönuppi, mutta niiden muodoista ei ole selkeää stantardia. (Vakkuri 2002, 80; Paloheimo 2006, 264-265.)

Nykyaikaisemmissa anestesiatyöasemissa, kuten Aisyksessä, kaasusekoitin on anestesiakoneen sisällä sähköisessä muodossa. Sähköiset kaasusekoittimet pystyvät kaasuvirtauksen säätämisen lisäksi myös mittaamaan sitä. Monitorointiin on mahdollista sisällyttää virtauksille ja minimipitoisuuksille turvarajoja. Sähköisellä kaasusekoittimella pitoisuusmuutoksia voi tehdä nopeasti. Orjaventtiili (oxygen failure protection device tai fail-safe) on happilinjaa lukuun ottamatta kaikissa kaasulinjoissa happilähteen yhtymäkohdan rajapinnassa oleva turventiili, joka vähentää tai estää muiden kaasujen virtauksen rotometriin hapen paineen laskiessa. (Vakkuri 2002, 80-81; Paloheimo 2006, 264-265.)

Anestesiatyöasemassa on ns. hätähappi-painike eli happihuuhteluventtiili (kuva 3), jota painamalla saadaan täytettyä hengitysletkusto ja käsiventilointipussi hapella. Hätähappi ohittaa normaalin kaasunkulkureitin sekä höyrystimen, joten happi ei sisällä inhalaatioanesteettia. Hätähappea käytetään jos esimerkiksi hengityskaasuvirtaus jostain syystä lakkaa tai vähenee tai verkkovirta katkeaa eikä akkuvirtaa ole. Hätähappea ei tule painaa koneellisen sisäänhengityksen aikana, sillä sen virtaus on suuri ja voi aiheuttaa äkillisiä paineen nousuja potilaaseen. Yleensä hätähappea käytetään vain käsiventiloinnin aikana. (Paloheimo 2006, 266; Lukkari ym. 2007, 162.)



KUVA 3. Happihuuhteluventtiili, ns. hätähappi-painike (Siru Lampainen & Katri Manninen 2013)

3.2.6 Kaasunpoistojärjestelmät

Anestesian aikana potilaan hengittämät kaasut on johdettava ulos leikkaussalista. Kaasunpoistolla tarkoitetaan järjestelmää, joka poistaa hengitysjärjestelmästä uloshengitetyt kaasut sopivaan tuuletuskanavaan tai ulkoilmaan. (Paloheimo 2006, 278.) Anestesiakoneessa on värikoodatut kaasuletkut, jotka liitetään esimerkiksi kattokeskusjärjestelmään erilaisin pikaliittimin. Pikaliittimet sopivat vain niille tarkoitettuihin kohtiin anestesiakoneessa ja kattokeskusjärjestelmässä, joten väärinkytkenät eivät ole mahdollisia. Anestesiahoitaja tarkistaa ja avaa kaasunpoiston ennen anestesiaa. (Lukkari ym. 2007, 159.)

Kaasunpoistojärjestelmällä on leikkaussalin henkilökunnalle työterveydellinen merkitys. Sen avulla leikkaussalin huoneilmaan pääsee mahdollisimman vähän haitallisia kaasuja. Hengitysjärjestelmän vuodoista tulevat pienet kaasumäärät poistuvat leikkaussalin ilmastoinnin mukana. (Paloheimo 2006, 277-278; Lukkari 2007, 159.)

3.2.7 Monitorit

Anestesiatyöasemaan integroidut tarkkailumonitorit antavat keskeistä tietoa potilaan vitaalielintoiminnoista. Yleensä anestesiatyöasemassa on kaksi monitoria, joihin potilaasta tarkkailtavat suureet on jaettu tarkoituksenmukaisesti. Monitoroinnissa käytetään termiä parametri kuvaamaan niitä suureita, tunnuslukuja ja muuttujia, joita monitorin näyttö sisältää. Useissa monitorinäytöissä käyttäjä voi itse muokata näyttöratkaisut tarpeiden mukaan, ja parametrien tiedot voi saada näytölle numeronäyttöinä tai käyränäytöinä. Parametrien hallintaan käytetään komentopyörää, joka valitsee valikkokohteen tai vahvistaa asetukset. Pikinäppäimet muuttavat näytöllä vastaavaa kaasu- tai ventilaattoriasetusta ja valikkonäppäimillä näyttöön tulee painiketta vastaava valikko. Näyttötilan yläreunassa on paikka järjestelmäviesteille ja hälytysteksteille. (Lukkari ym. 2007, 159-160.)

Hengitystoimintaa kontrolloiva tarkkailumonitori sisältää keskeistä tietoa potilaan hengitystoiminnoista sekä ventilaattorin kaasu- ja painevirtauksista. Hengitystoimintaan liittyviä perusparametreja ovat tuorekaasuvirtaus, sisään- ja uloshengityksen minuuttivolyymit ja kertavolyymit, ilmatiepaineet sekä ventilaattorin käyttöpaineet. Nämä pa-

rametrit on jaettu monitorin näyttöön eri tavoin. Aisyksen anestesiajärjestelmässä näyttö on jaettu käyräkenttiin, ventilaatio- ja kaasusetuksiin sekä mitattujen arvojen kenttään. Näytön yläreunassa on kello, yleisviesti- tai ajastinkenttä, akun ilmaisinkenttä sekä hälytysviestikentät. (Salmenperä & Yli-Hankala 2006, 340-341; Lukkari ym. 2007, 159; Aisys Käyttöopas 2013, 2-10.)

Hengitystoimintaa kuvastavan monitorin parametrien nimet on merkitty lyhennelminä, jotka anestesiahoitajan on osattava tietääkseen, mitä suureita ventilaattorista voidaan säätää. Ppeak tarkoittaa sisäänhengitysvaiheen huippupainetta. Positiivisen uloshengityksen loppupaine on lyhennetty muotoon PEEP. MV eli minuuttivolyymi kuvaa kuinka paljon hengityskaasuseosta virtaa minuutin aikana potilaaseen. TV tarkoittaa kertavolyymia, eli yhden sisäänhengityksen sisältämää kaasuseosmäärää. HT kuvastaa hengitystaajuutta, jolla tarkoitetaan hengitystiheyttä eli sisään- ja uloshengitysjaksojen määrää minuuttia kohden. FiO₂ suure kuvaa sisäänhengityksen happipitoisuutta. EtCO₂ kuvaa uloshengityksen loppuvaiheen hiilidioksiditasoa, jota kuvaamassa näytöllä on myös kapnografiakäyrä. Käyränä kuvataan yleensä myös keski-ilmatiepainetta, joka on näytössä muodossa Paw. (Salmenperä & Yli-Hankala 2006, 340-341; Lukkari ym. 2007, 160.)

Toiseen monitoriin on yleensä keskitetty keskeiset potilaan vitaalielintoimintoja mittaavat invasiiviset ja noninvasiiviset mittarit. Yleisimmät mitattavat suureet ovat sydänsähkökäyrä (EKG), syke (HR), verenpaine (NIBP) ja pulssioksimetria (SpO₂). Monitoriin pystytään kuitenkin liittämään eri moduuleja sen mukaan, mitä suureita anestesian aikana seurataan. Esimerkiksi puudutetun potilaan tarkkailussa käytetään yleensä vain sydänsähkökäyrää, sykettä, noninvasiivista verenpainetta ja pulssioksimetria. Yleisanestesioidun potilaan tarkkailussa edellisten lisäksi käytetään yleensä myös lihasrelaksation, anestesian syvyyden sekä lämpötasapainon mittareita. (Lukkari ym. 2007, 165-170.)

3.2.8 Imu

Anestesian aikana potilaan ilmäteiden hallinnassa ja intubaation yhteydessä voidaan tarvita imulaitetta. Anestesiatyöasemaan kuuluu anestesiaimulaite, jota käytetään hengitysteiden puhdistamisen limasta ja eritteistä sekä mahalaukun ja suoliston tyhjentämi-

seen eritteistä ja ilmasta. Anestesiatyöaseman imulaite on suljettu säiliö, josta tulee imuletku. Imuletkun tulee olla riittävän pitkä, jotta imun toimintasäde on tarpeeksi laaja. Imuletkun toiseen päähän kiinnitetään kertakäyttöinen imukärki tai –katetri. Imettävät eritteet kerääntyvät imupulloon tai –pussiin, jonka tulee olla nopeasti vaihdettavissa uuteen. (Paloheimo 2006, 283-284; Lukkari ym. 2007, 163-164.)

Anestesiatyöaseman imulaite toimii joko sähköllä tai paineilmalla. Sähköpumpulla toimivissa imulaitteissa eritesäiliöön muodostuu alipaine, joka aiheuttaa imutehon. Paineilmalla toimivien imulaitteiden käyttövoimana on paineenalainen kaasu, yleensä ilma. Molemmissa tapauksissa imutehon voimakkuutta voidaan säätää. Anestesiaimulaitteen imukärki tai –katetri määräytyy potilaan koon ja imukatetrin tarkoituksen mukaan. Limaimukatetreissa kärki on avoin, pehmeäreunainen ja sen sivuilla on reikiä. Toinen pää on värikoodattu, ja se yhdistetään imuletkuun. Anestesiahoitaja laittaa imulaitteen käyttökuntoon ennen anestesiaa kokoamalla imulaitteen osat paikoilleen ja testaamalla imutehon. (Paloheimo 2006, 283-284; Lukkari ym. 2007, 163-164.)

3.3 Hengitysjärjestelmät

Erilaisten osien ja ventilaattorin säädösten kautta lääkekaasuja voidaan antaa potilaalle eri tavoin (Paloheimo 2006, 272; Lukkari ym. 2007, 160). Hengitysjärjestelmillä tarkoitetaan tässä työssä eri tavoin säädettyjä ja potilasyksiköstä koottuja järjestelmiä, joilla lääkekaasuja annetaan potilaalle intraoperatiivisessa vaiheessa anestesian aikana. Hengitysjärjestelmiä voidaan luokitella teknisin ja toiminnallisin perustein (Tohmo 2000, 275). Työssämme hengitysjärjestelmien pääluokittelu on tehty teknisin perustein takaisinhengityksen salliviin ja takaisinhengityksen estäviin järjestelmiin.

3.3.1 Takaisinhengityksen salliva järjestelmä, kiertojärjestelmä

Takaisinhengityksen sallivalla järjestelmällä tarkoitetaan hengitysjärjestelmää, jossa uloshengitetty kaasu kiertää ja voidaan hengittää osittain takaisin sisään (Smith, Aitkenhead & Mushambi 2001, 388; Paloheimo 2006, 272). Kiertojärjestelmässä osa uloshengitetystä kaasusta käytetään uudelleen. Sisään- ja uloshengitysteiden kaasuvirtauksen suuntaa ohjataan yksisuuntaisien venttiilien avulla niin, että kaasu kiertää kehässä

yhteen suuntaan. Uloshengitetty kaasu kierrätetään hiilidioksidiabsorberin kautta, joka poistaa hiilidioksidin kaasusta niin että kaasu voidaan sisäänhengittää uudelleen. (Vakkuri 2002, 82-83; Lukkari ym. 2007, 162.) Näin ollen tuorekaasuvirtauksen kulutus on pienempi, ja kaasujen ja inhalaatioanesteettien kulutuksessa voidaan säästää. Kiertojärjestelmä on anestesiassa yleisin käytettävä hengitysjärjestelmä. (Korte ym. 1996, 201; Vakkuri 2002, 82-83.)

Kiertojärjestelmässä kaasut kulkevat edestakaisin potilaan ja hengityspussin tai -palkeen välillä sisään- ja uloshengityskanavissa. Yksisuuntaventtiilit sisään- ja uloshengityshaaroissa varmistavat kaasun kiertämisen yhteen suuntaan. Tuorekaasuvirtaus johdetaan sisään joko ennen sisäänhengitysletkun venttiiliä tai sen jälkeen suoraan hengityskanavaan. Kun annosteltu tuorekaasu virtaa järjestelmään, suunnilleen sama määrä kaasuja poistuu ylivuotoventtiilistä. Uloshengityskaasu täyttää ensin hengityspussin tai -palkeen, jonka jälkeen letkuston paine avaa ylivuotoventtiilin ja liiat kaasut poistuvat. Hiilidioksidiabsorberi absorboi minuuttiventilaation ja tuorekaasuvirtauksen erotuksen suuruudesta kaasumäärästä hiilidioksidin pois, ja erotus hengitetään takaisin. (Vakkuri 2002, 82-83; Paloheimo 2006, 274-275.) Tarvittaessa kiertojärjestelmää voidaan käyttää myös huuhtelujärjestelmänä lisäämällä tuorekaasuvirtausta niin suureksi, että koko uloshengitys joutuu ylivuotoventtiiliin (Paloheimo 2006, 275).

3.3.2 Takaisinhengityksen estävä järjestelmä

Takaisinhengityksen estävässä järjestelmässä uloshengitetty kaasu ei kierrä takaisin sisäänhengityskaasuihin. Kaasut kiertävät yksisuuntaisten venttiilien avulla vain yhteen suuntaan niin, ettei uloshengityskaasu pääse sekoittumaan sisäänhengityskaasuun. Hengityskaasut siis käyvät keuhkoissa vain kerran ja poistuvat uloshengittäessä kaasunpoistoon ylivuotoventtiilin kautta, ja potilas saa jokaisella henkäyksellä uutta tuorekaasua. (Korte ym. 1996, 199-200; Smith ym. 2001, 382-383.) Takaisinhengityksen estävät järjestelmät ovat kuitenkin kaasuja tuhlaavia ja kalliita, ja ovat sen takia jäämässä pois anestesiakäytöstä (Vakkuri 2002, 82).

Ayren T-kappale on kolmiosainen järjestelmä, joka koostuu sisään- ja uloshengityshaarasta sekä tuorekaasun virtauksen haarasta. Järjestelmä perustuu siihen, että uusi tuorekaasuvirtaus työntää kaasut uloshengityksen loppuvaiheessa letkun kautta ylivuotovent-

tiiliin. Tuorekaasu siis huuhtoo uloshengitetyn kaasun pois järjestelmästä, täyttäen sen tuorekaasulla seuraavaa sisäänhengitystä varten. Ayren T-kappaleen järjestelmää käytettäessä tuorekaasuvirtauksen on oltava vähintään sama kuin sisäänhengityksen huippuvirtauksen, jotta sisäänhengitykseen ei pääse ilmaa uloshengityskanavasta. (Smith ym. 2001, 386, Paloheimo 2006, 272-273.) Samalla periaatteella toimii myös Bainin järjestelmä, jossa tuorekaasu virtaa järjestelmään ohuesta letkusta, joka kulkee uloshengitysetkukun sisällä. (Korte ym. 1996, 200, Vakkuri 2002, 85.)

Jackson-Reesin hengitysjärjestelmää käytetään erityisesti lasten ventilointiin (Vakkuri 2002, 85). Se perustuu suureen tuorekaasuvirtaukseen sekä uloshengityskanavan jatkamiseen. Uloshengitys tapahtuu tilavaan haitariletkuun, joka päättyy päästä avoimeen hengityspussiin. Voimakas tuorekaasuvirtaus tapahtuu lähellä maskia tai intubaatioputkea, jolloin sisäänhengitettävä kaasu on pelkkää tuorekaasua eikä takaisinhengitystä tapahdu. Tuorekaasuvirtauksen tulee olla suurempi kuin potilaan minuuttiventilaatio. Tarvittaessa järjestelmään saadaan helposti ylipaine hengityspussin päätä sulkeamalla, jolloin tuorekaasuvirtaus aiheuttaa positiivisen paineen järjestelmään ja kaasu virtaa potilaaseen. Ylipaine laukaisee hengitysteiden spasmin. (Smith ym. 2001, 387; Vakkuri 2002, 85; Paloheimo 2006, 273.)

Lisäämällä hengitysjärjestelmän sisäänhengityspuolelle hengityspussin voidaan tuorekaasuvirtaus pitää potilaan spontaanin minuuttiventilaation suuruisena. Hengityspussi toimii sisäänhengityksen varatilana, johon tuorekaasu virtaa jatkuvasti. Uloshengityskaasun takaisinvirtaus estetään venttiilillä. Sisäänhengityksen aikana venttiili sulkeutuu ja tuorekaasu virtaa potilaaseen. Uloshengitys tapahtuu järjestelmään, jossa hengityksen loppuvaiheessa hengityspussi täyttyy ja paine avaa venttiilin josta uloshengityskaasu poistuu. Tuorekaasu huuhtoo uloshengityskaasun venttiilin kautta pois ja täyttää järjestelmän tuorekaasulla sisäänhengitystä varten. (Anesthesia Equipment Resources 2003; Paloheimo 2006, 274.)

3.4 Hyvä oppimateriaali

3.4.1 Mitä oppiminen on?

Nykyisen oppimiskäsityksen mukaan ihminen rakentaa uutta tietämystä ja ymmärrystä jo tietämänsä ja uskomansa pohjalle (National Research Council 2004). Oppimisessa uusi tieto siis yhdistetään aikaisempiin tieto-, taito- ja asennekarttoihin täydentämällä, karsimalla tai luomalla uutta. Tavoitteena on osaaminen eli opitun soveltaminen käytäntöön. Oppiminen on hyvä aloittaa tunnistamalla aikaisemmat kokemukset, käsitykset ja uskomukset opittavasta asiasta sekä pohtia niitä monipuolisesti, sillä tunnistamattomina ne voivat muodostua jopa oppimisen esteeksi. (Repo & Nuutinen 2003, 40.)

Ruohotien (2000, 11) mukaan oppiminen on yksilössä tapahtuva muutos ja oppiminen tapahtuu vasta sitten, kun annamme kokemallemme merkityksen. Oppimiselle asetettujen tavoitteiden saavuttaminen on riippuvainen oppimistyyleistä ja –strategioista. (Ruohotie 2000, 86; Jyväskylän yliopiston kielikeskus 2013.)

Oppimistyylit ovat persoonallisia ja yksilöllisiä tapoja prosessoida, ottaa vastaan ja palauttaa mieleen informaatiota. Aisteihin perustuva oppimistyylijaottelu jakaa oppijat auditiivisiin, visuaalisiin ja kinesteettisiin oppijoihin. Auditiivisella oppijalla kuulo on vahvin aisti tiedon käsittelyssä ja hän oppii parhaiten esimerkiksi luentoja kuuntelemalla tai prosessoimalla tietoa ääneen itsekseen. Visuaalinen oppija taas oppii parhaiten kun asiat esitetään kuvallisten apukeinojen välityksellä ja hän pitää ehkä enemmän hiljaa lukemisesta kuin kuuntelemisesta. Kinesteettiselle oppijalle tiedon vastaanotto ja käsittely on tehokkainta kun hän pystyy liikuttamaan koko vartaloaan. Esimerkkejä kinesteettisistä oppimiskeinoista ovat esimerkiksi tiedon dramatisointi ja pantomiimi. Koska ihmiset oppivat eri tavoin, on aistien osuus uusien asioiden oppimisessa hyvä ottaa huomioon opetuksessa. (Repo & Nuutinen 2003, 138; Jyväskylän yliopiston kielikeskus 2013.)

Oppimisstrategia on tiedon hankkimisen ja prosessoinnin väline, jota voidaan tietoisesti muuttaa tilanteen ja tehtävän mukaan. Pintasuuntautuneessa oppimisstrategiassa painopiste on yksityiskohtien muistamisessa ja motivaatio on välineellistä. Tavoitteena voi olla esimerkiksi tentin läpäiseminen tiedon omaksumisen sijaan. Syväsuuntautuneessa oppimisstrategiassa oppimistapahtuma johtaa opittavan asian ymmärtämiseen ja opittua

halutaan prosessoida edelleen. Itseohjautuva, aktiivinen oppija on tietoinen sekä omista oppimistyyleistään että oppimisstrategioistaan. (Ruohotie 2000, 87; Jyväskylän yliopiston kielikeskus 2013.)

3.4.2 Millainen on hyvä oppimateriaali?

Opetuksessa voidaan käyttää erilaisia havaintomateriaaleja. Hyvä materiaali havainnollistaa ja monipuolistaa opetusta sekä kannustaa käyttäjäänsä itsenäiseen ajatteluun. Oppimateriaali tukee oppimista ja auttaa opiskelijaa ymmärtämään opittavan asian paremmin. Oppimateriaalilla on välineellinen merkitys oppimisprosessissa, eli sen tarkoituksena on toimia välineenä oppimisen auttamiseksi. Erilaisia oppimateriaaleja ovat esimerkiksi kirjat, videot, harjoitustehtävät, verkko-oppimateriaalit sekä PowerPoint –esitykset. (Hiidenmaa 2008, 22; Lappeenrannan teknillinen yliopisto 2009, 22-23.)

Liika materiaali voi kuitenkin vaikeuttaa oppimisprosessia, joten on tärkeää tuoda keskeisin opittava sisältö mahdollisimman selkeästi esille. Kun opetuksessa käytetään useita eri materiaaleja, olisi hyvä tehdä yhteenveto kaikkien materiaalien keskeisimmistä opittavista asioista kokonaisuuden hahmottamiseksi. (Repo & Nuutinen 2003, 148; Lappeenrannan teknillinen yliopisto 2009, 22.)

Laadukkaan oppimateriaalin kriteereitä ovat mm. saatavuus, soveltuvuus kohderyhmälle, sisällön relevanssi, oppimisen tukeminen, sisällön luotettavuus ja ajantasaisuus sekä esitystavan selkeys ja monipuolisuus. Hyvä oppimateriaali ohjaa, aktivoi ja motivoi opiskelijaa oppimaan ja opiskelemaan sekä tekee oppimisesta mielekästä. (Lappeenrannan teknillinen yliopisto 2009, 22.)

3.4.3 PowerPoint oppimateriaalina

PowerPoint on Microsoftin Office –pakettiin kuuluva esitysgrafiikkaohjelma. Ohjelman avulla pystytään laatimaan tehokkaita esityksiä, joita voidaan elävöittää erilaisilla kuvilla, kuvioilla ja kaavioilla. Diaesityksessä voi käyttää erilaisia multimediaefektejä ja määrittää diojen siirtymätavat sekä vaihtumisajat. Tekstiä voi korostaa myös erilaisin

värein, muotoilu ja fontit. PowerPoint –esityksiä voidaan hyödyntää monin tavoin oppimisvälineenä opetuksessa. (Korhonen 2009.)

PowerPoint -esityksessä on hyvä mainita millaisia asioita oppija voi opiskella materiaalin avulla. Tärkeää on myös kertoa mihin käyttöön materiaali on tarkoitettu. Materiaalin tulisi tukea myös vaikeasti omaksuttavien asioiden oppimista havainnollistamalla niitä. PowerPoint -esityksessä tulee olla ajantasaista, oikeaa ja merkityksellistä tietoa ja tieto tulee esittää omaksuttavassa muodossa. Esityksessä on syytä mainita myös käytetyt lähteet, jotta oppijat pystyvät hankkimaan tarvittaessa syventävää tietoa aiheesta. Materiaalin tulisi olla myös riittävän haasteellinen kohderyhmälle. (Hiidenmaa 2008, 28.)

4 TUOTOKSEEN PAINOTTUVA OPINNÄYTETYÖ

4.1 Tuotokseen painottuva opinnäytetyö

Tuotokseen painottuva opinnäytetyö on vaihtoehto tutkimukselliselle opinnäytetyölle. Sen tarkoituksena on tavoitella käytännön toiminnan ohjeistamista, opastamista, toiminnan järjestämistä tai järjeistämistä. Tuotokseen painottuvaan opinnäytetyöhön kuuluu raporttiosuuden lisäksi tuotos. Tuotos voi olla esimerkiksi kirja, kansio, opas, kotisivut, portfolio tai jokin tapahtuma. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyön tulisi olla työelämälähtöinen, käytännönläheinen sekä osoittaa alan tietojen ja taitojen riittävää hallintaa. (Vilka & Airaksinen 2003, 9.)

Tuotokseen painottuvassa opinnäytetyössä on tärkeää yhdistää käytännön toteutus ja sen raportointi tutkimusviestinnän keinoin. Tuotokseen painottuvassa opinnäytetyössä on siis tuotoksen lisäksi aina myös raporttiosuus. Raportissa kerrotaan mitä ollaan tehty ja miksi, kuvaillaan työprosessia sekä selvitetään millaisiin johtopäätöksiin ollaan päädytty. Raportissa arvioidaan myös tuotosta sekä omaa oppimista prosessin aikana. (Vilka & Airaksinen 2003, 9-10, 65.)

Opinnäytetyömme tuotos on itseopiskelumateriaali. Valitsimme tuotokseen painottuvan menetelmän, koska Tampereen ammattikorkeakoululla on tarve saada itseopiskelumateriaalia erilaisista hengitysjärjestelmistä hoitotyön suuntaavan vaiheen opiskelijoille. Kokosimme materiaalin PowerPoint –esityksen muotoon. Aiheemme on melko haastava ja tekninen, mutta pyrimme kuvaamaan asioita mahdollisimman käytännönläheisesti kohderyhmälle sopivalla tavalla. Rakennamme diasarjasta visuaalisesti kutsuvan sekä selkeän, sellaisen joka houkuttelee opiskelemaan.

Itseopiskelumateriaalin kohderyhmänä on siis perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuvat kolmannen vuoden sairaanhoitajaopiskelijat. Oletuksena on, että heillä on riittävät pohjatiedot anestesiahoitotyöstä, sillä suuntaavaan vaiheeseen päästäkseen opiskelijan täytyy olla suorittanut peruseroperatiivisen opintojakson hyväksytysti. Lisäksi opiskelijan on suoritettava hyväksytysti alkukoe, jossa testataan tietämystä anestesia- ja leikkaushoitotyön perusasioista. Sairaanhoitajien koulutukseen kuuluu pakolli-

sena myös anatomian ja fysiologian kurssi, joten oletamme kohderyhmällämme olevan tietämystä myös hengityselinten anatomiasta ja fysiologiasta.

4.2 Opinnäytetyön toteuttaminen

Aikataulutimme työskentelymme siten, että vuoden 2012 loppuun mennessä olimme saaneet Tampereen ammattikorkeakoululta tutkimusluvan työllemme. Teimme tiedonhakua sekä kirjoitimme raporttiosuutta vuoden 2013 kevään ja kesän aikana. Viimeistelimme teoriaosan syksyllä 2013. Teoriaosuuteen perustuva tuotos valmistui syksyllä 2013. Marraskuussa esitimme valmiin opinnäytetyömme yleisölle.

TAULUKKO 2. Opinnäytetyön aikataulu

Syksy 2012	Aiheen valinta, opinnäytetyön suunnittelu Tiedon etsintä Tutkimusluvan saaminen
Tammikuu 2013	Opinnäytetyön suunnitelman esittäminen suunnitelmaseminaarissa
Kevät 2013	Teoriaosan kirjoittaminen
Toukokuu 2013	Keskeneräisen opinnäytetyön esittäminen käsikirjoitusseminaarissa
Kesä 2013	Teoriaosan kirjoittaminen
Syksy 2013	Teoriaosan viimeistely sekä oppimateriaalinen tekeminen
Lokakuu 2013	Opinnäytetyön palautus
Marraskuu 2013	Valmiin opinnäytetyön esittäminen TAMK tutkii ja kehittää -päivillä
Joulukuu 2013	Opinnäytetyön julkaiseminen

4.3 Tuotoksen ulkoasu ja sisältö

Opinnäytetyön tuotoksena syntynyt itseopiskelumateriaali tehtiin Microsoftin Office –pakettiin kuuluvalla esitysgrafiikkaohjelma PowerPointilla. Laadukkaan oppimateriaalin kriteerit pyrittiin saavuttamaan tuotoksessa valitsemalla siihen ajantasaista ja oleellista tietoa ja esittämällä tieto selkeässä ja ymmärrettävässä muodossa.

Itseopiskelumateriaali perustuu opinnäytetyön teoriaosaan ja siinä esitellään anestesia-työaseman osia sekä ventilaattorin takaisinhengityksen salliva ja takaisinhengityksen estävä hengitysjärjestelmä. Alussa on myös käsitelty lyhyesti perusasioita hengityksestä, sillä jotta mekaanisen hengityksen voisi ymmärtää, on ensin tiedettävä miten normaali hengittäminen tapahtuu. Itseopiskelumateriaalin tarkoituksena on tarjota opiskelijalle tiivis tietopaketti aiheesta, joka tukee perioperatiivisen hoitotyön suuntaavia opintoja.

Opinnäytetyössä käytettiin tutkimuksellista otetta teettämällä perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuville opiskelijoille pienimuotoinen kysely siitä, millainen hyvän itseopiskelumateriaalin tulisi olla. Kyselyn avulla itseopiskelumateriaalista pystyttiin tuotamaan kohderyhmälle mahdollisimman hyvin sopiva.

Kyselyn vastauksista kävi ilmi, että opiskelijat toivovat itseopiskelumateriaalin olevan mahdollisimman selkeä ja mielenkiintoinen ulkoasultaan sekä sisältävän paljon kuvia. Tämä on otettu huomioon siten, että asiat on esitetty itseopiskelumateriaalissa mahdollisimman yksinkertaisesti ja ymmärrettävästi. Dioihin on kerätty ainoastaan asian ydin ja vältetty epäoleellisempien asioiden mainitsemista.

Tuotos sisältää myös paljon havainnollistavia kuvia ja siinä on pyritty visuaalisesti miellyttävään kokonaisuuteen värimaailman ja muotoilun avulla. Diojen pohjaväri on vaalea, joten teksti erottuu siitä hyvin. Värimaailma on hillitty, jotta opiskelijan huomio keskittyisi paremmin opittavaan asiaan. Kuvat on pyritty sijoittamaan tekstin viereen, jolloin opiskelija näkee heti lukiessaan millaisesta laitteesta tai järjestelmästä on kyse. Tämä auttaa etenkin visuaalista oppijaa oppimaan paremmin.

5 POHDINTA

5.1 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuuskysymykset

Jotta tieteellinen tutkimus voisi olla luotettavaa ja eettisesti hyväksyttävää, on se suoritettava hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Tutkimuksen eettisyys on kaiken tieteellisen toiminnan ydin (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2013, 211). Hyvä tieteellinen käytäntö on osa tutkimusorganisaatioiden laatujärjestelmää ja jokainen tutkija ja tutkimusryhmän jäsen vastaa sen noudattamisesta ensisijaisesti itse. Tutkimustoiminnan ohella käytännöt koskevat myös mm. oppimateriaaleja, lausuntoja, arviointeja sekä ansio- ja julkaisuluetteloita. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen vastuulla on, että tutkimuseetiikan opettaminen ja hyvään tieteelliseen käytäntöön perehdyttäminen ovat kiinteä osa niiden antamaa perus- ja jatkokoulutusta. Hyvän tieteellisen käytännön turvaamiseksi tutkimuseettistä täydennyskoulutusta tulee korkeakouluissa tarjota myös opettajille, opinnäytetyön ohjaajille, tutkijoille ja tutkimusryhmän johtajille. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2012) mukaan hyvän tieteellisen käytännön kriteerinä on, että tutkimustyössä, tulosten tallentamisessa ja esittämisessä sekä tutkimusten ja niiden tulosten arvioinnissa noudatetaan rehellisyyttä, huolellisuutta ja tarkkuutta. Tutkimuksessa tulee käyttää tieteellisen tutkimuksen mukaisia ja eettisesti kestäviä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä. Tutkimuslupa tulee hankkia aina ennen tutkimuksen aloittamista. Tutkijoiden tulee kunnioittaa ja arvostaa muiden tutkijoiden tekemää työtä ja viitata heidän julkaisuihinsa asianmukaisella tavalla. Myös rahoituslähteet ja muut merkitykselliset sidonnaisuudet tulee raportoida tutkimuksen tuloksia julkaistaessa. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Jos tutkimuksen aihetta on tutkittu aiemmin, on tarjolla yleensä monenlaista lähdeaineistoa sekä eri menetelmin saatuja tuloksia. Varma valinta on yleensä tunnetun ja asiantuntijaksi tunnustetun tekijän tuore ja ajantasainen lähde. Lähteiden valintaan tulee suhtautua harkiten ja kriittisesti. Vilkan ja Airaksisen (2003, 76) mukaan opinnäytetyössä olennaisempaa on lähteiden laatu ja luotettavuus kuin niiden lukumäärä, ja jokaisen lähteen tulee palvella kyseistä työtä.

Tässä opinnäytetyössä on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä ottaen huomioon eettisyys- ja luotettavuuskysymykset. Opinnäytetyö on suunniteltu huolellisesti ja siihen on hankittu asianmukainen tutkimuslupa ennen työn aloittamista. Opinnäytetyön teoriaosaan on käytetty vain luotettavaa tietoa ja siinä on noudatettu tarkasti lähdekritiikkiä. Lähteistä suurin osa on alle kymmenen vuotta vanhoja. Tätä vanhemmat lähteet on valittu harkiten ja niiden on arvioitu sisältävän yhä relevanttia tietoa. Tietolähteiden valinnassa on kiinnitetty huomiota kirjoittajan tunnettavuuteen. Opinnäytetyössä on käytetty paljon esimerkiksi tunnettujen anestesiologien kirjoituksia ja eri lähteiden tietoa on vertailtu toisiinsa. Myös Internetistä otetut tietolähteet on valittu huolellisesti tiedon luotettavuutta arvioiden.

Plagiointi tutkimuksessa on toisen tutkijan ajatusten, ilmaisujen tai tulosten anastamista ja esittämistä omilla nimissään (Vilkkä & Airaksinen 2003, 78). Se voi tarkoittaa sekä toisen henkilön kirjoittaman tekstin suoraa lainaamista ilman lähdeviittausta että omien tulosten toistamista (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2013, 224.) Tässä opinnäytetyössä lähteiden tietoa on muokattu säilyttäen kuitenkin alkuperäislähteessä olevan tiedon tarkoitus ja tavoite. Lähdeviittaukset on tehty asianmukaisesti ja huolellisesti. Opinnäytetyö on myös tarkastettu plagiaatit paljastavalla Urkund –ohjelmalla.

5.2 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Vaikka toiminnallisen opinnäytetyön raportointi eroaa osin empiirisen toiminnantutkimuksen raportoinnista, on raportoinnin kuitenkin täytettävä tutkimusviestinnän vaatimukset. Toiminnallisen opinnäytetyön raportista tulee selvittää mitä, miksi ja miten on tehty. Raportista selviää myös millainen työprosessi on ollut sekä millaisiin tuloksiin ja johtopäätöksiin on päädytty. Raportissa opinnäytetyön tekijä arvioi myös sekä oppimaansa että opinnäytetyön tuotosta. (Vilka & Airaksinen 2003, 65.)

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Tampereen ammattikorkeakoulun vaihtoehtoihin ammattiopintoihin itseopiskelumateriaalia anestesiassa käytettävistä hengitysjärjestelmistä sekä anestesiatyöasemasta käyttäen esimerkkinä Aisys –anestesiatyöasemaa. Opinnäytetyön tarkoitus muuttui hieman työtä tehdessä, sillä alun perin tarkoituksenamme oli tuottaa itseopiskelumateriaalia pelkistä hengitysjärjestelmistä. Hengitysjärjestelmistä emme olisi kuitenkaan saaneet tuotettua tarpeeksi laajaa ja monipuolista työtä, joten halusimme ottaa työhön mukaan myös anestesiatyöaseman esittelyn. Työelämätaholta oli myös alun perin esitetty toivomus Aisys –anestesiatyöaseman käytöstä esimerkkinä työssä.

Tehtävänäme oli selvittää mitä on normaali hengitys, millainen on anestesiatyöasema, millaisia hengitysjärjestelmiä ovat takaisinhengityksen estävä ja takaisinhengityksen salliva järjestelmä sekä millainen on hyvä oppimateriaali. Työn teoreettinen viitekehys on muodostettu siten, että se antaa kattavat vastaukset näihin kysymyksiin. Rajasimme työtämme jättämällä anestesian aikaisen hengityksen tarkkailun pois teoreettisesta viitekehystä, sillä halusimme säilyttää työssämme ns. punaisen langan. Katsoimme, että hengityksen tarkkailun selvittämisen ottaminen yhdeksi tehtäväksi olisi paisuttanut työn liian laajaksi sekä vaikeasti hallittavaksi kokonaisuudeksi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä hoitotyön opiskelijoiden tietämystä erilaisista hengitysjärjestelmistä sekä anestesiatyöasemasta ja samalla tukea ja kehittää myös omaa ammatillista osaamistamme. Uskomme, että opinnäytetyön tuotoksena syntynyt itseopiskelumateriaali on hyödyllinen perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuville opiskelijoille, sillä se sisältää tiivistetyssä ja yksinkertaistetussa muodossa tärkeimmät asiat anestesiatyöasemasta ja hengitysjärjestelmistä. Itseopiskelumateriaali on selkeä ja sisältää paljon hyvälaatuisia ja havainnollistavia kuvia. Liika informaatio on tarkoituksella

jätetty pois, sillä halutessaan opiskelija voi syventää tietämystään itseopiskelumateriaalin asioista lukemalla opinnäytetyön teoriaosuutta. Opinnäytetyö ja sen liitteenä oleva itseopiskelumateriaali on opiskelijalle helposti saatavissa, sillä se löytyy Theseus – julkaisuarkistosta.

Vaikka emme ottaneet hengityksen tarkkailua anestesian aikana mukaan tähän opinnäytetyöhön, on se kuitenkin erittäin tärkeä aihe anestesiahoitotyön kannalta. Kehittämisehdotuksemme onkin, että aiheesta tehtäisiin opinnäytetyö. Toisena kehittämisehdotuksemme on anestesiatyöaseman alkutarkistusten läpikäyminen, sillä alkutarkistukset kuuluvat tärkeänä osana perioperatiivisen hoitotyön potilasturvallisuuteen. Anestesiatyöasemien alkutarkistukset toki eroavat hieman merkkikohtaisesti, joten opinnäytetyön aiheena voisi olla jonkin tietyn merkkisen anestesiatyöaseman alkutarkistukset.

Tämän opinnäytetyön kirjoittaminen oli raskas, mutta sitäkin antoisampi kokemus. Olemme iloisia siitä, miten hyvin yhteistyömme sujui koko prosessin ajan ja miten hyvin pystyimme kannustamaan toinen toistamme silloinkin, kun motivaatio työn suhteen ei ehkä ollut parhaimmillaan ja kirjoittaminen ei tuntunut etenevän.

Opinnäytetyön aloittaminen oli prosessin kaikista vaikein vaihe, sillä meillä kesti jonkin aikaa ennen kuin tarkalleen edes ymmärsimme mitä olemme tekemässä. Kun sitten pääsimme kunnolla alkuun, sujui kirjoittaminen hyvin ja se tuntui mielekkäältä. Itseopiskelumateriaali oli mielestämme helppo tuottaa laadukkaan ja kattavan teoriaosan pohjalta. Antoisinta työn tekemisessä oli se, kun oivalsi itse oppivansa koko ajan uutta tärkeää tietoa, josta on hyötyä tulevana perioperatiivisena sairaanhoitajana. Kokonaisuutena olemme tyytyväisenä opinnäytetyöprosessiin sekä työmme tulokseen.

LÄHTEET

Anesthesia Equipment Resources. 2003. Breathing systems. Anesthesia Service and Equipment. Luettu 15.8.2013. <http://asevet.com/resources>

Backman, M. & Paloheimo, M. 1992. Kaasuturvallisuus. Teoksessa Suomen Anestesia-sairaanhoitajat r.y. (toim.) Anestesia- ja tehosairaanhoitajan käsikirja. 1.-3. Painos. Helsinki: WSOY.

Haapala, M. 2009. Anestesia-sairaanhoitajan ammatillisen pätevyyden avaintekijät päiväkirurgiassa. Lääketieteellinen tiedekunta. Hoitotieteen laitos. Tampereen yliopisto. Pro gradu-tutkielma.

Hiidenmaa, S. 2008. PowerPoint –oppimateriaali oppimisen edistämiseksi. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Kehittämishankeraportti.

Hiltunen, E., Holmberg, P., Jyväskylä, E., Kaikkonen, M., Lindblom-Yläne, S., Nienssted, W. & Wähälä, K. 2007. Galenos. Ihmiselimitys kohtaa ympäristön. 8. uudistettu painos. Helsinki: WSOY.

Jurkkala, E-M. 2010. Sairaanhoitajan asiantuntijuuden kehittyminen perioperatiivisessa hoitotyössä. Kasvatustieteiden laitos. Tampereen yliopisto. Pro gradu.

Jyväskylän yliopiston kielikeskus. 2013. Opi oppimaan. Itsenäiseen opiskeluun apua ja opastusta. Luettu 1.5.2013. <https://kielikompassi.jyu.fi/opioppimaan/index.html>

Kankkunen, P. & Vehviläinen-Julkunen, K. 2013. Tutkimus hoitotieteessä. 3. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Korhonen, J. 2009. PowerPoint –opas. <http://koti.mbnet.fi/kojuta/atkopetus/oppaat/pp.html>

Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 24.6.2010/629.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 2009. LUT:n opettajan laatuopas. <http://www.lut.fi/documents/10633/29855/lut-opettajan-laatuopas.pdf>

Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lähti, S. 2008. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. 1. painos. Helsinki: WSOY.

Linko, K. & Jousela, I. 2000. Anestesiatyön laadunhallinta yksityissairaalassa. Finnanest 1/2000, 17-26.

Lukkari, L., Kinnunen, T. & Korte, R. 2013. Perioperatiivinen hoitotyö. 1.-3. painos. Helsinki: SanomaPro Oy.

Lukkari, L., Kinnunen, T. & Korte, R. 2007. Perioperatiivinen hoitotyö. 1. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.

- National Research Council. 2004. Miten opimme. Aivot, mieli, kokemus ja koulu. 1. painos. Helsinki: WSOY.
- Paloheimo, M. 2006. Anestesia-laitteet. Teoksessa Rosenberg P., Alahuhta S., Lindgren L., Olkkola K. & Takkunen O. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus oy Duodecim, 270-273.
- Repo, I. & Nuutinen, T. 2003. Viestintätaito: opas aikuisopiskelun ja työelämän vuorovaikutustilanteisiin. 1. painos. Helsinki: Otava.
- Salmenperä, M. & Ylihankala, A. 2006. Potilaan valvonta anestesian aikana. Teoksessa Rosenberg P., Alahuhta S., Lindgren L., Olkkola K. & Takkunen O. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus oy Duodecim, 270-273.
- Sand, O., Sjaastad, O., Haug, E., Bjålie, J. & Toverud, K. 2011. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 1. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.
- Smith, G., Aitkenhead, A. R. & Mushambi M. C. 2001. Anaesthetic apparatus. Teoksessa Aitkenhead, A. R., Rowbotham, D. J. & Smith, G. (toim.) Textbook of anaesthesia. 4. Painos. Harcourt Publishers Limited.
- Tohmo, H. 2000. Low flow Suomessa - teoriaa ja käytäntöä. Finnanest 3/2000, 275-278.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö. Luettu 1.10.2013. <http://www.tenk.fi/fi/htk-ohje/hyva-tieteellinen-kaytanta>
- Vakkuri, A. 2002. Anestesiakone ja kaasulähteet. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Hendolin, H., Jalonen, J. & Yli-hankala, A. (toim.) Anestesiaopas 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus oy Duodecim, 81-83.
- Vakkuri, A. 2002. Erilliset käsiventilaatiojärjestelmät. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Hendolin, H., Jalonen, J. & Yli-hankala, A. (toim.) Anestesiaopas. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus oy Duodecim, 81-83.
- Vakkuri, A. 2002. Hengitysjärjestelmät. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Hendolin, H., Jalonen, J. & Yli-hankala, A. (toim.) Anestesiaopas. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus oy Duodecim, 81-83.
- Vilkkä, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. 1-2. Painos. Helsinki: Tammi.

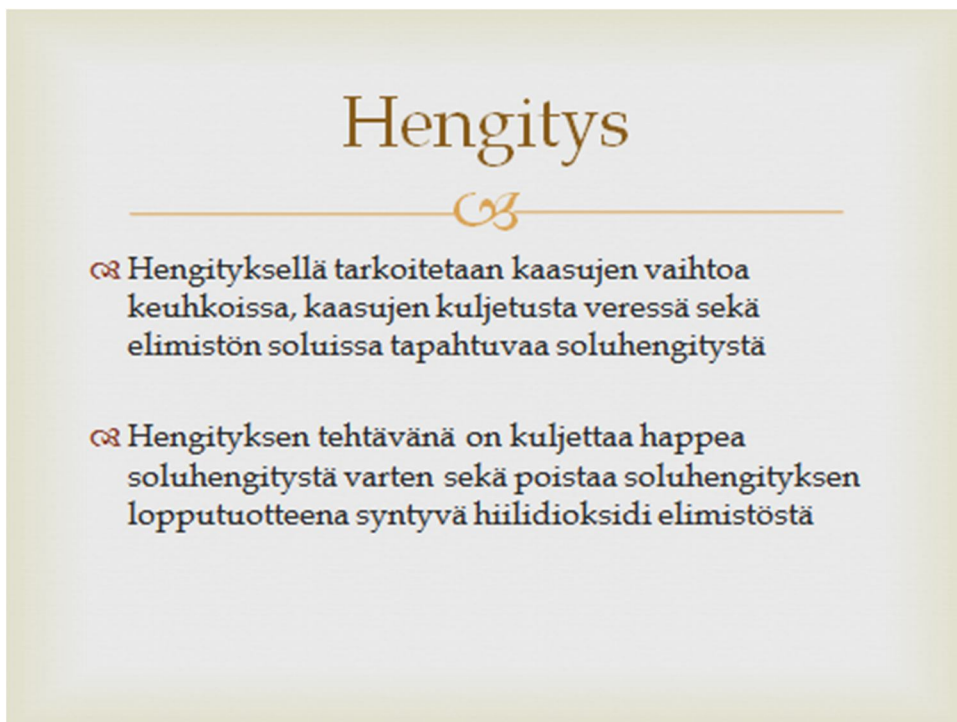
LIITTEET

Liite 1. Tutkimustaulukko

TAULUKKO 1. Opinnäytetyössä käytetyt tutkimukset

Tutkimus	Tarkoitus	Menetelmä	Keskeiset tulokset
<p>Haapala, M. 2009</p> <p>Anestesia- sairaanhoi- tajan ammatillisen pätevyyden avainte- kijät päiväkirurgiassa</p> <p>Pro gradu</p>	<p>Tutkimuksen tarkoi- tuksena oli kuvata millaisia ammatillisia pätevyysvaatimuksia päiväkirurginen hoitotyö edellyttää anestesia- sairaanhoi- tajilta</p> <p>Tutkimuksen tehtä- vänä oli kuvailla tie- toja, taitoja, arvoja ja asenteita joita anes- tesiasairaanhoitajan työssä tarvitaan</p> <p>Tutkimuksen tavoit- teena oli selvittää anestesia- sairaanhoi- tajien näkemyksiä ammattillisesta päte- vyydestä päiväkirur- gisessa hoitotyössä</p>	<p>Laadullinen n = 8</p> <p>Teemahaastatte- lu sairaanhoita- jille, jotka työs- kentelevät leik- kausosastolla ja päiväkirurgisel- la osastolla</p>	<p>- Anestesia- sairaanhoita- jien ammatillisen päte- vyyden preoperatiivi- sessa vaiheessa muo- dostavat haastattelu- ja ohjaustaidot sekä psykkisen turvallisuus- den edistäminen</p> <p>- Anestesia- sairaanhoita- jien ammatilliseen päte- vyyteen intraoperatiivisessa vaiheessa sisältyvät potilaan fyysisen ja psyykkisen turvalli- suuden hallinta, kliiniset ja tiedolliset valmiudet, eettiset taidot, vuorovaikutustaidot sekä potilaan hoitoprosessin kokonaishallinta</p> <p>- Anestesia- sairaanhoita- jien ammatillinen päte- vyys postoperatiivisessa vaiheessa muodostuu koti- hoidon ohjaamisen taidosta, monipuolisesta asiantuntijuudesta, vastuun otosta sekä päätöksien teosta, perhekeskeisestä ja moniammatillisesta yhteistyöstä</p>
<p>Jurkkala, E-M. 2010</p> <p>Sairaanhoitajan asi-</p>	<p>Tutkimuksen tarkoi- tuksena oli kuvata perioperatiivista hoi- totyötä tekevien sai- raanhoitajien amma-</p>	<p>Narratiivinen n=6</p> <p>Tutkimuksessa</p>	<p>- Leikkaussalisairaan- hoitajan asiantuntijuuden kehittymiseen vaikuttavat merkitykselliset oppimiskokemukset</p>

<p>antuntijuuden kehityminen perioperatiivisessa hoitotyössä</p> <p>Pro gradu</p>	<p>tillista kehittymistä ja asiantuntijaksi kasvua</p> <p>Tutkimuksen tehtävät:</p> <p>1) Miten leikkaushoitotyötä tekevät sairaanhoitajat kuvaavat omaa kehittymistään ja asiantuntijuuden kehittymistä?</p> <p>2) Mitkä tekijät vaikuttavat asiantuntijaksi kehittymiseen?</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ammatilliseen kasvuun liittyviä merkityksellisiä oppimiskokemuksia</p>	<p>haastateltiin kuutta päiväkirurgisen osaston naissairaanhoitajaa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Merkityksellisiin oppimiskokemuksiin liittyy jonkin asian tekeminen, henkilö ja tunnetila - Pelkän tutkinnon antamat valmiudet eivät haastateltavien mielestä valmista riittävästi työelämää varten, vaan varsinaiset työelämässä tarvittavat taidot ja asiantuntijuus kehittyvät organisaatiossa toimimassa - Vanhempien kollegojen tuki ja opastus koettiin tärkeäksi - Kollegoilta ja potilailta saatu palaute antoi tukea omalle toiminnalle
---	--	---	---



Hengitys



- ☞ Ilman virtaus hengityksessä perustuu keuhkojen sisäpuolisen paineen eli alveolipaineen ja ulkoilmapaineen väliseen eroon:
 - ☞ Sisäänhengityksen yhteydessä rintakehä laajenee ja saa aikaan keuhkoihin ulkoilman painetta alhaisemman paineen → ilma pääsee virtaamaan keuhkoihin
 - ☞ Uloshengityksen yhteydessä sisäänhengityslihakset relaksoituvat ja keuhkoihin muodostuu ylipaine → ilma virtaa ulos keuhkoista

Anestesiatyöasema



- ☞ Anestesian aikana käytettävien laitteiden, järjestelmien ja tarkkailumonitorien kokonaisuus
- ☞ Koottu erilaisista osista, joilla ylläpidetään ja tarkkaillaan potilaan hengitystä ja vitaalielintoimintoja anestesian aikana

Anestesiatyöasema



- ☞ Koostuu mm. ventilaattorista, hiilidioksidiabsorberista, höyrystimestä, kaasusekoittimesta, monitoreista ja imusta
- ☞ Anestesiatyöasemille on asetettu erittäin tarkat laatu- ja turvallisuusvaatimukset
- ☞ Työasemalle tulee tehdä tietyt tarkistukset aina, kun se otetaan tauon jälkeen käyttöön

Ventilaattori



- ☞ Ventilaattorin tehtävänä on varmistaa potilaan riittävä anestesian aikana käytettyjen lääketieteellisten kaasujen, kuten hapen, ilman ja nukutuskaasujen saanti nukutuksen aikana
- ☞ Ventilaattori kehittää positiivisen paineen, joka työntää halutun määrän kaasuseosta potilaaseen sopivalla hengitystaajuudella
- ☞ Hengityskaasujen koostumusta ja määrää säädellään ja hallitaan tarkasti
- ☞ Hengityksestä kontrolloidaan mm. taajuutta, tilavuutta ja painetta

Ventilaattorin potilasyksikkö



- ☞ Ventilaattorin potilasyksikön muodostaa sisään- ja uloshengitystieletkut, joiden läpi hengityskaasut johdetaan intubaatioputken tai hengitysmaskin kautta potilaan keuhkoihin
- ☞ Hengityskaasujen kulkusuuntaa ohjaavat yksisuuntaventtiilit sisään- ja uloshengityshaaroissa

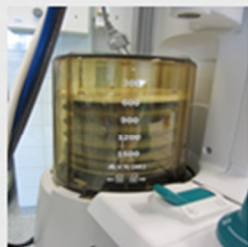
Potilasyksikkö jatkuu



- ☞ Ennen intubaatioputkea tai maskia letkut yhdistyvät Y-kappaleella
- ☞ Y-kappaleen ja intubaatioputken väliin asetetaan välikappale näytekaasun imemiseen, joka kostuttaa myös hengitysilmaa



- ☞ Potilasyksikköön kuuluu lisäksi käsiventilointiyksikkö, hiilidioksidiabsorberi sekä ventilaattorin palje
- ☞ Käsiventilointi:
 - ☞ Erillinen hengityspussiin päättyvä hengitysletku liitetään käsiventilaatiopussin liitäntään
 - ☞ Hengityspussi mahdollistaa potilaan hapettamisen käsin pussia painelemalla



- ☞ Palje:
 - ☞ Ventilaattorin haitarimainen liikkuva osa, joka toimii mekaanisen ventilaation aikana kaasusäiliönä ja erottaa potilaan hengittämän kaasun ventilaattorin käyttökaasusta
- ☞ Anestesiatyöasemassa palje- tai käsiventilaatio valitaan kääntämällä pussi-/ventilaatiovalitsin haluttua ventilaatiomenetelmää kohden

Lääkekaasut ja kaasujärjestelmä



- ☞ Leikkaussalissa käytettäviä lääkekaasuja ovat happi (valkoinen), typpioksiduuli (sininen) ja paineilma (musta vinoristikko)
- ☞ Kattokeskusjärjestelmässä on liittimet, joihin kiinnitettyjen letkujen kautta lääkekaasut kulkevat keskuskaasujärjestelmästä anestesia työasemaan
- ☞ Kullekin lääkekaasulle on oma letku, joka on yksilöllisellä kierreltiimellä kiinni anestesiakoneessa

Lääkekaasulähteet

- ☞ Kun kaasuletkut kytketään kattokeskusjärjestelmään pikaliittimillä, lukitus kannattaa varmistaa kevyesti nykäisemällä
- ☞ Värimerkinnöistä tarkistetaan, että letkujen kytkenät ovat oikein ja käytössä on oikea kaasu
- ☞ Kaasuletken pikaliittimet käyvät tarvittaessa myös kaasupulloihin

Kaasusekoitin



- ☞ Kaasusekoitin on anestesiatyöasemaan kuuluva kaasujen sekoitusjärjestelmä, joka sekoittaa lääkkeelliset kaasut säädettyjen asetusten mukaan
- ☞ Nykyaikaisissa anestesiatyöasemissa kaasusekoitin on anestesiakoneen sisällä sähköisessä muodossa → hallinta monitorin kautta
- ☞ Kaasusekoitin säätää ja mittaa kaasuvirtausta
- ☞ Monitorointiin on mahdollista sisällyttää virtauksille ja minimipitoisuuksille turvarajoja
- ☞ Happilinjaa lukuun ottamatta kaikissa kaasulinjoissa on ns. orjaventtiili, joka vähentää tai estää muiden kaasujen kuin hapen virtauksen hapen paineen laskiessa

Hätähappi



- ☞ Anestesiatyöasemassa on ns. hätähappi-painike eli happihuuhteluventtiili, jota painamalla saadaan täytettyä hengitysletkusto ja käsiventilointipussi hapella
- ☞ Hätähappia käytetään jos hengityskaasuvirtaus jostain syystä lakkaa tai vähenee tai verkkovirta katkeaa eikä akkuvirtaa ole

Höyrystin



- ☞ Jokaiselle höyrystyväälle anesteetille on olemassa oma höyrystimensä, jotta kaasupitoisuutta voidaan säädellä tarkasti
- ☞ Höyrystimen avulla potilaalle voidaan johtaa anesteetteja sopivina pitoisuuksina hengityskaasuseoksen mukana



- ☞ Osa tuorekaasuvirtauksesta johdetaan höyrystimen läpi, jolloin kaasuvirtauksen mukana kierto on tuleen haluttu prosenttimäärä anesteettia
- ☞ Höyrystimen mittaikkunasta tarkistetaan ennen nukutusta, että inhalaatioanesteettia on riittävästi suhteessa nukutuksen arvioituun pituuteen

Hiilidioksidiabsorberi



- ☞ Anestesiakoneeseen kuuluva säiliö, joka sisältää rakeista natriumhydroksidia ja kaliumhydroksidia
- ☞ Tarkoituksena on poistaa hiilidioksidi potilaan uloshengittämästä kaasusta

Hiilidioksidiabsorberi

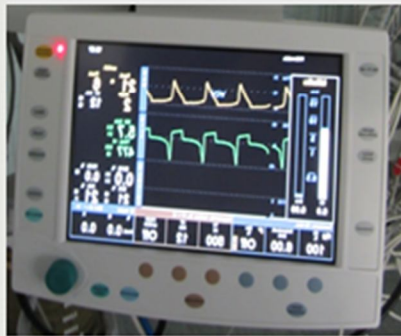
- ☞ Käytetään pääasiassa kiertävässä hengitysjärjestelmässä
- ☞ Takaisinhengitettävä kaasu johdetaan hengitysjärjestelmässä absorberisäiliön läpi, jolloin hiilidioksidin ja veden muodostama hiilihappo reagoi absorberirakeiden kanssa ja muuttuu karbonaatiksi ja bikarbonaatiksi
- ☞ Kun absorberin teho alkaa loppua, sisäänhengityshiilidioksidin (FiCO₂) määrä kasvaa → absorberi vaihdettava
- ☞ Absorberin käyttöastetta voi päätellä myös seuraamalla absorberiaineen väri-indikaattoria: vaaleat rakeet alkavat värjäytyä violetiksi hiilidioksidin poistokapasiteetin vähentyessä

Monitorit



- ☞ Monitorit antavat keskeistä tietoa potilaan vitaalielintoiminnoista
- ☞ Anestesiatyöasemassa on yleensä kaksi monitoria, joihin potilaasta tarkkailtavat suureet on jaettu tarkoituksenmukaisesti
- ☞ Useissa monitorinäytöissä käyttäjä voi itse muokata näyttöratkaisut tarpeiden mukaan
- ☞ Parametrien tiedot voi saada näytölle numero- tai käyränäyttöinä

Hengitysmonitori



- ☞ Hengitystoimintaa kontrolloiva tarkkailumonitori sisältää keskeistä tietoa potilaan hengitystoiminnoista sekä ventilaattorin kaasu- ja painevirtauksista
- ☞ Perusparametrejä ovat tuorekaasuvirtaus, sisään- ja uloshengityksen minuuttivolyymit ja kertavolyymit, ilmatiepainet sekä ventilaattorin käyttöpaineet

Käsitteiden avauksia



- ☞ Ppeak = sisäänhengitysvaiheen huippupaine
- ☞ PEEP = Positiivisen uloshengityksen loppupaine



- ☞ MV = minuuttivolyymi, kuinka paljon hengityskaasuseosta virtaa minuutin aikana potilaaseen
- ☞ TV = kertavolyymi, yhden sisäänhengityksen sisältämä kaasuseosmäärä
- ☞ HT = hengitystaajuus, sisään- ja uloshengitysjaksojen määrä minuuttia kohden
- ☞ FiO2 = sisäänhengityksen happipitoisuus
- ☞ FiCO2 = sisäänhengityksen hiilidioksidipitoisuus
- ☞ EtCO2 = uloshengityksen loppuvaiheen hiilidioksiditaso, jota kuvaamassa näytöllä on myös kapnografiakäyrä
- ☞ Paw = keski-ilmatiepaine, kuvataan yleensä myös käyränä

Tarkkailumonitori



- ☞ Toiseen monitoriin yleensä keskitetty keskeiset potilaan virtaalielintoimintoja mittaavat invasiiviset ja noninvasiiviset mittarit
- ☞ Yleisimmät mitattavat suureet ovat sydänsähkökäyrä (EKG), syke (HR), noninvasiivinen verenpaine (NIBP) ja pulssioksimetria (SpO2)
- ☞ Monitoriin liitetään eri moduuleja sen mukaan, mitä suureita anestesian aikana seurataan

Imu



- ☞ Koostuu suljetusta säiliöstä ja imuletkusta, jonka päähän yhdistetään kertakäyttöinen imukatetri
- ☞ Voidaan tarvita anestesian aikana potilaan ilmäteiden hallinnassa ja intubaation yhteydessä



- ☞ Käytetään hengitysteiden puhdistamiseen limasta ja eritteistä sekä mahalaukun ja suoliston tyhjentämiseen eritteistä ja ilmasta
- ☞ Toimii joko sähköllä tai paineilmalla:
 - ☞ Sähköpumpulla toimivissa imulaitteissa eritesäiliöön muodostuu alipaine, joka aiheuttaa imutehon
 - ☞ Paineilmalla toimivien imulaitteiden käyttövoimana on paineenalainen kaasu, yleensä ilma
- ☞ Anestesiahoitaja laittaa imulaitteen käyttökuntoon ennen anestesiaa kokoamalla imulaitteen osat paikoilleen ja testaamalla imutehon

Hengitysjärjestelmät



Hengitysjärjestelmät



- ✎ Erilaisten osien ja ventilaattorin säädösten kautta lääkekaasuja voidaan antaa potilaalle eri tavoin
- ✎ Hengitysjärjestelmiä voidaan luokitella teknisin ja toiminnallisin perustein
- ✎ Pääluokittelu on tehty teknisin perustein takaisinhengityksen salliviin ja takaisinhengityksen estäviin järjestelmiin.

Takaisinhengityksen salliva järjestelmä



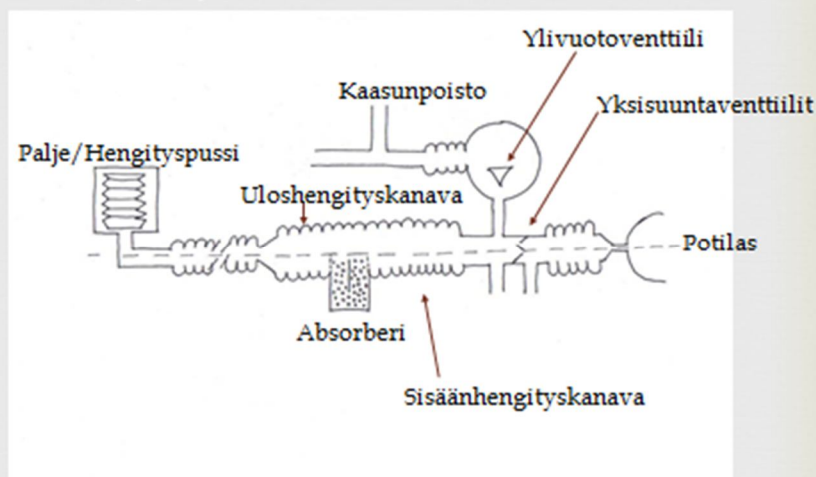
KIERTOJÄRJESTELMÄ

- ☞ Uloshengitetty kaasu kiertää ja voidaan hengittää osittain takaisin sisään
- ☞ Sisään- ja uloshengitysteiden kaasuvirtauksen suuntaa ohjataan yksisuuntaisten venttiilien avulla niin, että kaasu kiertää kehässä yhteen suuntaan
- ☞ Uloshengitetty kaasu kierrätetään hiilidioksidiabsorberin kautta, joka poistaa hiilidioksidin kaasusta ja kaasu sisäänhengitetään uudelleen
- ☞ Taloudellinen ja anestesiassa yleisin käytettävä hengitysjärjestelmä

Kiertojärjestelmä

- ☞ Kaasut kulkevat edestakaisin potilaan ja hengityspussin tai -palkeen välillä sisään- ja uloshengityskanavissa, joiden haaroissa yksisuuntaiset venttiilit varmistavat kaasun kiertämisen yhteen suuntaan
- ☞ Uloshengityskaasu täyttää ensin hengityspussin tai -palkeen, jonka jälkeen letkuston paine avaa ylivuotoventtiilin ja liiat kaasut poistuvat
- ☞ Hiilidioksidiabsorberi absorboi minuuttiventilaation ja tuorekaasuvirtauksen erotuksen suuruudesta kaasumäärästä hiilidioksidin pois, ja erotus hengitetään takaisin
- ☞ Tarvittaessa kiertojärjestelmää voidaan käyttää myös huuhtelujärjestelmänä lisäämällä tuorekaasuvirtausta niin suureksi, että koko uloshengitys joutuu ylivuotoventtiiliin

Kiertojärjestelmä

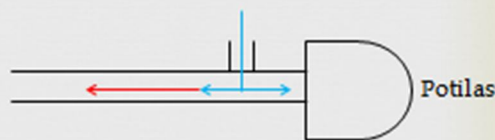


Takaisinhengityksen estävä järjestelmä

- ❧ Takaisinhengityksen estävässä järjestelmässä uloshengitetty kaasu ei kierrä takaisin sisäänhengityskaasuihin
- ❧ Kaasut kiertävät yksisuuntaisten venttiilien avulla vain yhteen suuntaan niin, ettei uloshengityskaasu pääse sekoittumaan sisäänhengityskaasuun
- ❧ Hengityskaasut käyvät keuhkoissa vain kerran ja poistuvat uloshengittäessä kaasunpoistoon ylivuotoventtiilin kautta, ja potilas saa jokaisella henkäyksellä uutta tuorekaasua
- ❧ Takaisinhengityksen estävät järjestelmät ovat kaasuja tuhlaavia ja kalliita, ja ovat sen takia jäämässä pois anestesiakäytöstä

Ayren T-kappale

- Kolmiosainen järjestelmä, joka koostuu sisään- ja uloshengityshaarasta sekä tuorekaasun virtauksen haarasta
- Uusi tuorekaasuvirtaus työntää kaasut uloshengityksen loppuvaiheessa letkun kautta ylivuotoventtiiliin
→ Tuorekaasu siis huuhtoo uloshengitetyn kaasun pois järjestelmästä, täyttäen sen tuorekaasulla seuraavaa sisäänhengitystä varten
- Tuorekaasuvirtauksen oltava vähintään sama kuin sisäänhengityksen huippuvirtauksen, jotta sisäänhengitykseen ei pääse ilmaa uloshengityskanavasta
- Samalla periaatteella toimii myös Bainin järjestelmä, jossa tuorekaasu virtaa järjestelmään ohuesta letkusta, joka kulkee uloshengitysletkun sisällä



- ← Tuorekaasuvirtaus
- ← Uloshengitetty kaasu

Jackson-Reesin järjestelmä

- Uloshengitys tapahtuu tilavaan haitariletkuun, joka päättyy päästä avoimeen hengityspussiin
- Voimakas tuorekaasuvirtaus tapahtuu lähellä maskia tai intubaatioputkea, jolloin sisäänhengitettävä kaasu on pelkkää tuorekaasua eikä takaisinhengitystä tapahdu



Päästä avoin
hengityspussi

- ← Tuorekaasuvirtaus
- ← Uloshengitetty kaasu

