



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

LASKIMOANESTESIA

Opetusmateriaalia tavoiteohjattu infuusio -lääkkeen-
tomenetelmästä perioperatiiviseen hoitotyöhön suun-
tautuille sairaanhoitajaopiskelijoille

Krista Hakkarainen

Tiia Hakkarainen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Sairaanhoitajakoulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Hoitotyön koulutus
Perioperatiivinen hoitotyö

HAKKARAINEN, KRISTA & HAKKARAINEN, TIIA:

Laskimoanestesia

Opetusmateriaalia tavoiteohjattu infuusio -lääkkeenantomenetelmästä perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuville sairaanhoitajaopiskelijoille

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Huhtikuu 2017

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opetusmateriaalia tavoiteohjattu infuusio -lääkkeenantomenetelmästä Tampereen ammattikorkeakoulun perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuville opiskelijoille. Tavoitteena oli tukea sairaanhoitajaopiskelijoiden oppimista kyseisestä aiheesta. Tehtävinä oli selvittää mitä laskimoanestesia ja tavoiteohjattu infuusio tarkoittavat, ja millainen on hyvä opetusmateriaali. Opinnäytetyö tehtiin toiminnallisella menetelmällä, joka koostuu tuotoksesta ja raportista.

Laskimoanestesia on yksi yleisanestesian toteuttamismuoto, jossa anestesia aloitetaan ja ylläpidetään laskimoon annosteltavilla lääkeaineilla. Tämä toteutetaan erilaisien infuusiopumppujen avulla. Laskimoanestesia on tullut yhä suosittumaksi muun muassa teknologisen kehityksen vuoksi. Teknologisen kehityksen ansiosta on kyetty kehittämään yhä älykkäämpiä infuusiopumppuja, joilla anestesian aikaansaanti on mutkattomampaa. Laskimoanestesiaa voidaan toteuttaa esimerkiksi "yksinkertaisilla" infuusiopumpuilla tai modernilla ja kehittyneellä tavoiteohjattu infuusio -menetelmään perustuvalla infuusiopumpulla. Tavoiteohjattu infuusio -menetelmän periaate perustuu laskukaavoihin sekä malleihin. Laskimoanestesialla on merkittäviä etuja inhalaatioanestesiaan verrattuna, esimerkiksi pahoinvointia ja oksentelua ilmenee postoperatiivisesti vähemmän.

Toiminnallisen opinnäytetyön tuotoksena syntyi opetusmateriaalia, johon on liitetty tiivis teoretieto ja käyttöopas -video tavoiteohjatusta infuusiosta. Videolla opetettiin infuusiopumpun käyttäminen. Opetusmateriaalin avulla on mahdollista oppia teoriaa sekä käytäntöä kyseisestä menetelmästä.

Opinnäytetyön kehittämisehdotuksena nousi ajatus, että jatkossa voisi tarkastella tutkimuskäyttöön kehitettyä tavoiteohjatun infuusion closed-loop, eli suljettua järjestelmää. Jatkossa voitaisiin myös kerätä tietoa inhalaatioanestesiassa käytettävästä Et-ohjauksesta. Jatkotutkimuksena voisi olla kvalitatiivinen, eli laadullinen tutkimus henkilökunnan kokemuksista laskimoanestesian käyttämisestä.

Asiasanat: Anestesia, laskimoanestesia, opetusmateriaali

ABSTRACT

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

HAKKARAINEN, KRISTA & HAKKARAINEN, TIIA:
Total Intravenous Anaesthesia
Educational Material for Nursing Students

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 4 pages
April 2017

The purpose of this thesis was to create teaching material for nursing and health care students at Tampere University of Applied Sciences. This thesis focused on the implementation of total intravenous anaesthesia (TIVA) using a target-controlled infusion system (TCI). The aim was to increase the students' knowledge about the TCI and to teach how to use the TCI pumps. One of the tasks of this thesis was to find out what TIVA and TCI are. The criteria for good teaching material was also charted to support the output. This thesis is a functional study, and it includes the report and output.

TIVA is one of the ways of administering general anaesthesia, where the drugs are only given through the intravenous route. TIVA has become popular because the progression in the computer technology has made it possible to produce more intelligent infusion pumps. TIVA can be administered by several methods, for example using the advanced TCI system. The method is based on mathematic formulas and models related to the concentration. TIVA has many advantages compared to inhalation anaesthesia: for example, the risk of postoperative nausea and vomiting after TIVA is smaller.

The output of the study is the teaching material. The teaching material contains theoretical information and it discusses how to use the TCI pumps.

In the future it would be interesting to examine closed-loop controlled infusion. Closed-loop systems have been introduced in the recent years. Another suggestion could be to examine the End-tidal-control software during general anaesthesia.

Key words: Anaesthesia, total intravenous anaesthesia, teaching material.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	5
2. TARKOITUS, TEHTÄVÄT JA TAVOITE	7
3. LASKIMOANESTESIA	8
3.1 Monitorointi.....	9
3.2 Laskimoanesteetit	11
3.3 Opioidit.....	14
3.4 Lihasrelaksantit	16
3.5 Laskimoanestesia vaakakupissa	18
3.6 Kenelle laskimoanestesia sopii.....	19
4. TAVOITEOHJATTU INFUUSIO	21
4.1 TCI-pumpun toimintaperiaate	22
4.2 Tavoitepitoisuudet – plasma vs. kohde-elin	23
4.3 Farmakokineettisiä malleja.....	25
4.4 Hyötyjä ja haittoja	27
5. HYVÄ OPETUSMATERIAALI	29
6. OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	32
6.1 Tuotokseen painottuva opinnäytetyö.....	32
6.2 Tuotoksen sisältö ja ulkoasu.....	33
6.3 Opinnäytetyön toteutus vaiheittain.....	34
7. POHDINTA.....	37
7.1 Eettisyys ja luotettavuus	37
7.2 Johtopäätökset ja kehittämissuhteet	40
7.3 Tuotoksen toteutumisen pohdinta.....	41
7.4 Opinnäytetyön prosessin pohdinta	43
8. LÄHTEET	46
9. LIITTEET.....	52
Liite 1. Maat, joissa tavoiteohjattu infuusio -menetelmät ovat myynnissä sekä hyväksytyjä	52
Liite 2. Videoinnissa tarvittavat välineet.....	53
Liite 3. Käsikirjoitus opetusvideosta	54

1. JOHDANTO

Sana ”anestesia” on johdettu kreikan kielen sanasta ja tarkoittaa ilman tuntoa. Anestesia on tila, jossa potilas ei tiedosta tai tunne kirurgian aiheuttamaa traumaa. Potilaalle ei tulisi jäädä toimenpiteestä muistikuvia. Tiedottomuuden lisäksi kivun välittyminen siitä seuraavine haittoineen on lamattu erikseen. Anestesian tulee olla aina homeostaasia ylläpitävä, eli se ei saa vahingoittaa potilasta toimenpiteen aikana tai sen jälkeen. (Aantaa & Scheinin 2014, 350.)

Laskimoanestesia tarkoittaa tekniikkaa, jossa yleisanestesia aloitetaan ja ylläpidetään käyttäen ainoastaan laskimonsisäisesti annosteltavia lääkkeitä (Ching ym. 2016, 3). Laskimoanestesia sai alkunsa vuonna 1656, jolloin Christopher Wren käytti hanhen sulkaa ja rakkoo viinin sekä oluen injektoimiseen koirien suoneen. Myöhemmin keksitty onkalolinen neula ja ihonalainen injektioruisku mahdollistivat lääkkeiden annostelun laskimonsisäisesti. 1900-luvulta lähtien on voitu antaa jo monipuolisesti eri lääkkeitä laskimoon. (White 2014, 629.) Yksi oleellinen syy, miksi täydellinen laskimoanestesia aikoinaan kehitettiin, oli tietoisuus siitä, että vähäinen mutta pitkäaikainen altistuminen kaasumaisille tai helposti haihtuville anestesia-aineille, voi vaikuttaa haitallisesti leikkaussalissa työskentelevien henkilöiden terveyteen (Morgan 1983, 3). Viime vuosina laskimoanestesian käyttö on lisääntynyt (Grönlund, Antila & Olkkola 2009, 42). Laskimoanestesian lisääntyneeseen suosioon on vaikuttanut muun muassa se, että lääkeaineet kuten propofol ja lyhytvaikutteiset opioidit, ovat hyvin sopivia annosteltavaksi jatkuvana infuusiona (Sandham 2009).

Laskimoanesteetteja on käytetty useiden vuosikymmenten ajan, mutta niiden annostelu rajoittui pitkään pelkästään anestesian induktiovaiheeseen. Viime vuosikymmenten aikana käyttöön tulleiden edistyneempien infuusiopumppujen ansiosta laskimoanesteetteja pystytään käyttämään myös anestesian ylläpitovaiheessa. (Saari 2015, 32.) Laskimoanesteettien annostelulaite, tavoiteohjattu infuusio –pumppu on esimerkki edistyneestä infuusiopumpusta (Grönlund ym. 2009, 42). Tavoiteohjattu infuusio –systemin kehityksen mahdollistivat mikroprosessorin ohjaamien ruiskupumppujen kehittyminen sekä syventynyt ymmärrys annos-reaktio –suhteesta (Struys, Absalom & Shafer 2014, 945).

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa opetusmateriaalia tavoiteohjattu infuusio -lääkkeenantomenetelmästä. Oppimateriaalissa kerrotaan teoretietoja tavoiteohjattu infuusio -menetelmästä, jonka jälkeen opiskelijoiden nähtävissä on opetusvideo kyseisellä menetelmällä toimivan infuusiopumpun käyttämisestä. Opetusmateriaali tuotetaan Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuville sairaanhoitajaopiskelijoille. Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä opiskelijoiden osaamista ja tietämystä laskimoanestesiassa käytettävästä tavoiteohjattu infuusio -lääkkeenantomenetelmästä. Kiinnostuimme aiheesta, koska laskimoanestesian ja TCI:n käyttö ovat merkittävästi yleistyneet vuosien saatossa, lisäksi aihe on hyvin mielenkiintoinen.

2. TARKOITUS, TEHTÄVÄT JA TAVOITE

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opetusmateriaalia tavoiteohjatusta infuusiosta. Opetusmateriaali tuotetaan yhteistyötahomme Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön, perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuille sairaanhoitajaopiskelijoille.

Tehtävät:

1. Mitä tarkoittaa laskimoanestesia?
2. Mitä tarkoittaa tavoiteohjattu infuusio?
3. Millainen on hyvä opetusmateriaali?

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuvien sairaanhoitajaopiskelijoiden tietämystä laskimoanestesiassa käytettävästä tavoiteohjattu infuusio –lääkkeenantomenetelmästä, esimerkiksi sen toimintaperiaatteesta, sekä opastaa kyseisellä menetelmällä toimivan infuusiopumpun käytössä.

3. LASKIMOANESTESIA

Täydellinen laskimoanestesia – eli total intravenous anesthesia, TIVA – tarkoittaa Aantaa ja Scheinin (2014, 356) mukaan sitä, kun anestesian induktioon sekä sen ylläpitoon käytetään ainoastaan laskimoanesteetteja tai niiden ja opioidien, sekä mahdollisesti lihasrelaksanttien yhdistelmää. Potilaalle ei anneta lainkaan inhalaatioanestesia-aineita (Niemi-Murola 2012, 98), vaan lääkeaineiden annostelu tapahtuu suonensisäistä reittiä pitkin infuusiopumppua apuna käyttäen (Aston, Rivers & Dharmadasa 2013, 156). Laskimoanestesiassa toteutettava inhalaatio on happi-ilmaseos-inhalaatio (Kangas-Saarela & Mattila 2014, 416). Myös happi-typpioksidiuuli-inhalaatio on mahdollinen ja sitä annetaankin käytännössä suhteellisen usein, sillä typpioksidiuuli vähentää propofolin tarvetta (Niemi-Murola 2012, 98).

Laskimoanesteetteja annosteltiin perinteisesti manuaalisesti säädeltävällä infuusiolla jatkuvana infuusiona tai toistuvina boluksina (Grönlund ym. 2009, 224; Aantaa & Scheinin 2014, 357). Manuaalisesti säädeltävässä infuusiossa anestesiologi säätää potilaan kliinisen vasteen sekä oman kokemuksensa mukaan ruiskupumpun infuusionopeutta (Grönlund ym. 2009, 224). Manuaalisesti säädeltävästä infuusioannostelusta kehittyi edistyneempi TIVA-moodissa toimiva infuusiolaite. TIVA-moodilla toimivassa infuusiossa lääkeaineen annostelu tapahtuu potilaan painoon suhteutettuna, esimerkiksi mg/kg/h, jonka vuoksi infuusiopumppuun syötetään käytettävän lääkeaineen konsentraatio ja potilaan paino. (Grönlund ym. 2009, 224; Aantaa & Scheinin 2014, 357.)

Laskimoanestesiassa farmakokinetiikka on niin monimutkaista, sillä kehossa lääkeaine jakautuu edelleen eri osiin, että ilman tietokoneen kontrollointia on mahdotonta saavuttaa tiettyä, vakaata plasmakonsentraatiota. Tämän vuoksi kehiteltiin tähän kykeneviä erikoispumppuja. TIVA-moodista kehiteltiin vieläkin kehittyneempi lääkkeenantomenetelmä, tavoiteohjattu infuusio (TCI). (Aston ym. 2013, 156.) Uudet mahdollisuudet tietotekniikassa mahdollistivat näiden monimutkaisten annostelujärjestelmien kehityksen. Kehittyneet annostelumenetelmät tekevät laskimoon annosteltavasta anestesiasta yhtä mutkallista ja käyttäjätavallista kuin totutut inhalaatiotekniikat. (Sandham 2009.)

3.1 Monitorointi

Laskimoanestesiassa potilaasta ei voida mitata suoraan anesteettien pitoisuuksia. Siksi laskimoanestesiassa painottuu laitteiden ja letkujen liitäntöjen tarkistelu, neurofysiologinen monitorointi ja farmakologinen tietämys. (Yli-Hankala 2015, 450.) Yksiselitteistä neurofysiologista mittaria ei ole toistaiseksi onnistuttu kehittämään (Yli-Hankala & Scheinin 2015, 1929). Monitoroinnin laajuus riippuu potilaan tilasta sekä liitännäissairauksista. Myös toimenpiteellä on vaikutusta monitoroinnin tarpeeseen. Potilaan verenkiertoa, hengitystä ja muita elinjärjestelmiä kuten munuaisten toimintaa, tarkkaillaan ja valvotaan anestesian aikana. (Niemi-Murola 2016.)

Verenkierron valvonnan tarkoitus on estää elinten toiminnalliset ja rakenteelliset vauriot, jotka liittyvät hypoksiaan. Anestesia-aineiden vaikutuksesta verenkiertoa suojaavat refleksit vaimenevat. (Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 311.) Verenkierron valvonnan menetelmiä ovat EKG, non-invasiivinen- ja invasiivinen verenpaine valtimokanyylin avulla (Niemi-Murola 2016). Non-invasiivisesti verenpainetta mitattaessa on vältettävä verenpaimansetin asettamista samaan käteen mihin laskimoyhteys laitetaan (Aun ym. 2013, 12). EKG-valvonnan tulee tapahtua jokaisessa anestesiatoimenpiteessä. Syketiheydestä voidaan arvioida esimerkiksi anestesian syvyyttä. (Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 311–312.)

Melkein kaikkiin anestesiatoimenpiteisiin liittyy hengityslama (Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 307). Hengityksen valvonnan menetelmiä ovat pulssioksimetria, kapnografi tai kapnometri, sekä EKG:stä laskettava impedanssi tai silmin tapahtuva tarkkailu (Niemi-Murola 2016). Rintakehän EKG-elektrodien välistä mitataan hengitysliikkeen aiheuttamaa vaihtuvaa impedanssia. Kapnometriksi kutsutaan hengitysilma- hiilidioksidin analysointia, ja kapnografia on monitoriin piirtyvä käyrä, joka rekisteröi hiilidioksidipitoisuuden uloshengitysilma-asta, ja potilaan hengitystaajuutta. Pulssioksimetria on jokaiseen anestesiaan liitettävä perusmittari. (Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 307, 309, 311.) Muiden elinjärjestelmien monitoroinnin menetelmiä ovat tuntidiureesin mittaaminen, ydinlämmön tarkkailu ja unesyvyysmittarin, EEG eli aivosähkökäyrän, tulkitseminen. Myös lihasrelaksaatiota seurataan erinäisillä mittareilla. (Niemi-Murola 2016.)

Laskimoanestesiassa anestesian syvyyttä tulee tarkkailla entropia- tai bispektraali-indeksin eli BIS-monitoroinnin avulla (Tunturi 2013a, 84). Myös Grönlund, Antila ja Olkkola

(2009, 227) mainitsevat artikkelissaan unensyvyyyden monitoroinnin entropian, BIS:n tai kuuloherätevasteiden avulla olevan todella suositeltavaa käyttäessä propofolin TCI-infuusiota lasimoanestesiassa. Molemmat, sekä BIS että entropia, perustuvat EEG:hen. Unensyvyyyden taso on riittävä kirurgiaan arvon ollessa 40–60 lukujen välillä. Arvot 100–90 kertovat potilaan olevan hereillä. (Kylmäläinen 2009, 14.) Anestesiahenkilökunnan on hyvä ymmärtää, että potilas saattaa liikkua kirurgian aikana vaikka laskimoanestesian aikainen EEG-indeksin arvo olisikin matala. Tämä johtuu siitä, että propofol saa aikaan tajuttomuuden sellaisella annoksella, mikä ei immobilisoi potilasta, kun taas vastaavasti höyrystyviä anesteetteja käyttäessä potilaan liikevaste vaimenee suhteellisen tehokkaasti. (Yli-Hankala 2014.)

Laskimoanestesian suosion lisääntymiseen on myös vaikuttanut EEG:hen pohjautuvien unen syvyyttä mittaavien mittareiden yleistyminen, sillä ne ovat helpottaneet laskimoanestesiassa anesteettien annostarpeen määrittämistä (Grönlund ym. 2009, 224). Esimerkiksi Japanissa tehdyn tarkkailun mukaan anesthesiologeista 74 prosenttia käytti laskimoanestesiassa potilailla BIS-indeksiä unensyvyyyden monitoroinnissa rutiininomaisesti, kun vain 28 prosenttia käytti inhalaatioanestesiassa. Tuloksien mukaan anesthesiologit kokivat, että laskimoanestesiassa on erityinen tarve BIS-monitoroinnille – luultavasti propofolin annostelun vaihtelevuuden laajuuden vuoksi. (Morimoto 2016, 64–65.) Mittaamisen avulla anesteettien kulutus vähenee ja anestesiasta herääminen nopeutuu (Yli-Hankala 2003, 430; Mustola 2004, 430). Oliveria, Bernardon ja Nunesin (2017) totesivat tutkimuksessaan, että potilaat voitiin ekstuboida aikaisemmin, kun unen syvyyttä arvioitiin kliinisten vaikutusten havainnoinnin sijaan BIS-monitorilla. BIS-monitorointi nopeutti myös siirtovalmiutta leikkaussalista heräämään, sekä aikaa potilaan kotiutumiseen. Pahoinvoinnin ja oksentelun riski leikkauksen jälkeen väheni 12 prosenttia BIS-monitoroinnin johdosta. (Oliveira, Bernarndo & Nunes 2017.)

Anestesian syvyyttä monitoroidessa on laskimoanestesian aikaisen hereillä olemisen riski alhaisempi (Zhang ym. 2011, 3666). Tahaton hereillä olo anestesian aikana on teknisestä kehityksestä huolimatta kliininen ongelma. Suomessa anestesian aikaisen hereillä olemisen esiintyvyys on noin yksi tuhannesta leikkauspotilaasta, eli vuosittain Suomessa tapaukset ovat kolminumeroisia. (Yli-Hankala & Scheinin 2015, 1929.) On aina huomiotava, että vaikka mittarit toimivat suhteellisen hyvin esiintyy mittareissa epätarkkuuksia johtuen käytetyistä anesteeteista ja yksilöllisistä variaatioista (Mustola 2004, 430).

3.2 Laskimoanesteetit

Käytettävissä olevia laskimoanesteetteja ovat esimerkiksi propofol, tiopentaali ja ketamiini (Hammarén 2006, 5). Vielä ei ole kyetty keksimään laskimoanesteettia, jolla saataisiin hypnoottinen, kipua lievittävä ja relaksoiva vaikutus ilman huomattavia haittavaikutuksia (Scheinin & Valtonen 2014, 111). Kaikki käytettävissä olevat laskimoanesteetit sopivat laskimoanestesian induktioon, mutta käytetyin induktioanesteetti on propofol. Propofolia käytetään yleensä myös laskimoanestesian ylläpidossa. Tiopentaalia ja etomidattia käytetään induktiossa joissain määrin. Tiopentaali ei sovellu anestesian ylläpitoaineeksi, myös ketamiinin käyttö ylläpidossa on vähentynyt haittavaikutuksiensa vuoksi. (Aantaa & Scheinin 2014, 356–367.)

Osa laskimoanestesia-aineista sitoutuu plasman proteiineihin joutuessaan vereen. Sitoutumaton osa muodostaa aktiivisen, vapaan osan lääkkeestä. Tämä aktiivinen sitoutumaton osa jakautuu eri kudoksiin ja niissä oleviin kohdereseptoreihin. Vain pieni osa aktiivisesta lääkeaineesta saavuttaa reseptorikohteensa. Vapaa lääkeaine voi metaboloitua aktiiviseksi tai inaktiiviseksi metaboliiteiksi. Anestesia-aineet kumuloituvat eli varastoituvat varsinkin rasvakudokseen ja myöhemmin sieltä vapauduttuaan aiheuttaa jälkivaikutuksia, esimerkiksi jälkitokkuraisuutta. Silloin, kun lääke siirtyy muihin kudoksiin keskushermostosta, tapahtuu jo välitön herääminen. Täydellinen toipuminen tapahtuu vasta kun lääke ja sen mahdolliset aktiiviset metaboliitit poistuvat elimistöstä. (Scheinin & Valtonen 2014, 101–102.)

Propofol

Propofol otettiin käyttöön 1970-luvulla (Valtonen 2014). Kehittyneissä maissa käytetyin laskimoanestesia-aine on propofol, sillä sen eliminaatio on nopeaa. Propofol on huoneenlämmössä öljymäistä. (Scheinin & Valtonen 2014, 105, 112.) Öljymäisen olomuotonsa vuoksi se on sekoitettu 10 prosenttiseen rasvaemulsioon annettavaksi laskimoinfuusiona (Rosenberg 2014). Se kontaminoituu Tunturin (2013b, 112) mukaan herkästi, ja on herkkä valolle. Propofol aiheuttaa laskimoon annosteltaessa kirvelyä, laskee merkittävästi verenpainetta sekä lamaa voimakkaasti hengitystä. Anestesian jälkeen voi esiintyä mielialavaihteluita. (Rosenberg 2014.) Propofol laskee myös silmän- ja kallonsisäistä pai-

netta (Tunturi 2013b, 112). Propofolia käytettäessä esiintyy postoperatiivista pahoinvointia ja oksentelua vähemmän kuin muita anestesia-aineita käyttäessä (Scheinin & Valtonen 2014, 106).

Potilas toipuu nopeasti propofolin kerta-annoksen jälkeen (Rosenberg 2014). Propofolin maksimivaikutus saavutetaan noin 1,5 minuutissa ja herääminen tapahtuu noin 5–10 minuutissa (Scheinin & Valtonen 2014, 106). Manuaalisesti infuusionopeutta säädeltävissä infuusiopumpuissa sopiva induktioannos terveillä potilailla on noin 2–2,5 mg/kg. Nukahdaminen tapahtuu 30 sekunnissa. Ylläpitoannosta jatketaan induktion jälkeen usein 4–8 mg/kg/h annosnopeudella, mikäli potilaan kivun lievityksestä on huolehdittu. Joskus voidaan joutua asettamaan jopa 15 mg/kg/h infuusionopeus, jotta riittävä anestesia saadaan aikaan. TCI –lääkkeenantomenetelmässä sopiva propofolin tavoitepitoisuus on induktiossa 5–8 µg/ml, ja ylläpidossa 3–5 µg/ml muun lääkityksen ohella. (Aantaa & Scheinin 2014, 357–358.) Usein induktiossa ja voimakkaiden stimulusten yhteydessä on tarpeellista käyttää suurempia tavoitepitoisuuksia (Grönlund ym. 2009, 227).

Mikäli käytetään samanaikaisesti sekä propofol- että remifentaniili-infuusiota, tulee propofol-infuusio aloittaa ennen remifentaniili-infuusiota, koska tavoitteena on säilyttää potilaan spontaani hengitys ennen nukahtamista. Remifentaniili jäykistää potilasta ja täten voi aiheuttaa ventilaatiovaikeuksia. Lääkkeiden annostusta muutetaan tarvittaessa potilaan lääkeainevasteiden mukaan. Herätysvaiheessa remifentaniili-infuusiota ja propofolin tavoitepitoisuuksia vähennetään asteittain. (Tunturi 2013a, 85–86.)

Tiopentaali

Tiopentaali otettiin käyttöön vuonna 1935, ja se oli ensimmäinen kirurgiseen anestesiaan soveltuva laskimoon annosteltava barbituraatti (Rosenberg 2014). Nykyään tiopentaalin käyttö rajoittuu kliinisesti anestesian induktioon (Scheinin & Valtonen 2014, 103). Se ei sovellu laskimoanestesian ylläpitoaineeksi, sillä infuusiona tiopentaali kumuloituu huomattavasti (Aantaa & Scheinin 2014, 357). Ainoastaan lyhyissä toimenpiteissä sitä voidaan käyttää anestesian ylläpitoaineena (Scheinin & Valtonen 2014, 103). Tiopentaalista ei käytetä yli 25 mg/ml vahvuisia liuoksia toksisen reaktiovaaran vuoksi. Annoksella 3–5 mg/kg aikaan saadaan tajuttomuus 10–20 sekunnissa, joka syvenee vielä seuraavan minuutin aikana. Tajunta alkaa palautua yleensä 15–30 minuutissa. (Scheinin & Valtonen 2014, 103; Rosenberg 2014.) Opioidien antaminen samanaikaisesti on tarpeellista, sillä tiopentaalilla ei ole kipua lievittävää vaikutusta – se saattaa jopa lisätä pieninä annoksina

kipuherkkyyttä. Tiopentaali lamaa keskushermostoa: hengitys ja verenkierto lamautuvat samanaikaisesti. Hypovoleemisille potilaille tiopentaalia ei tule käyttää, sillä se voi romahduttaa potilaan verenkierron tai aiheuttaa jopa sydänpysähdyksen. (Rosenberg 2014; Scheinin & Valtonen 2014, 104.) Näiden lisäksi tiopentaalin on todettu supistavan keuhkoputkia ja aiheuttavan anafylaksiaa (Tunturi 2013b, 111).

Ketamiini

Ketamiinia voidaan käyttää anestesian induktiossa ja ylläpidossa (Scheinin & Valtonen 2014, 109). Induktioaineena sen käyttö on etenkin suositeltavaa silloin, kun verenpaineen vähäinenkin lasku voisi olla potilaalle vaarallista (Rosenberg 2014). Ketamiini stimuloi verenkiertojärjestelmää ja sydäntä nostaen verenpainetta, syketaajuutta ja sydämen minuuttivirtausta (Scheinin & Valtonen 2014, 109). Siksi sitä käytetään jonkin verran myös anestesian ylläpidossa hemodynaamisesti epävakailta potilailta (Aantaa & Scheinin 2014, 357).

Ketamiineja on saatavilla raseemisena ja S-ketamiinina (Tunturi 2013b, 112). Ketamiini käyttöön otettiin 1950-luvulla ja S-ketamiini 1990-luvulla (Valtonen 2014). S-ketamiini on anesteettisilta sekä analgeettisilta vaikutuksiltaan nelinkertainen verrattuna raseemiseen ketamiiniin (Tunturi 2013b, 112). S-ketamiinilla on myös raseemiseen ketamiiniin verrattuna vähemmän sivuvaikutuksia, ja anestesiasta herääminen tapahtuu nopeammin (Hammarén 2006b, 5). Puhdas S-ketamiini on kuitenkin paljon kalliimpaa kuin raseeminen ketamiini (Scheinin & Valtonen 2014, 109). Kaikista laskimoanesteeteista ainoastaan ketamiinilla ja S-ketamiinilla on kipua lievittävä vaikutus (Hammarén 2006b, 5; Tunturi 2013b, 112; Aantaa & Scheinin 2014, 357).

Induktiossa potilaaseen annostellaan boluksena S-ketamiinia 0,5–1,0 mg/kg tai raseemista seosta 1,5–2,0 mg/kg, jolloin potilas nukahtaa 30–60 sekunnin sisällä. Ylläpidossa ketamiinia annostellaan puolet induktioannoksesta 10–15 minuutin välein boluksina. Ketamiinia voidaan annostella myös jatkuvana infuusiona, tällöin S-ketamiinia annostellaan 0,5–3,0 mg/kg/h ja raseemista seosta 2,0–6,0 mg/kg/h. Tasaisen pitoisuuden ylläpito vaatii infuusiopumpun käyttöä. (Scheinin & Valtonen 2014, 109.) Ketamiini metaboloituu maksassa lähes täydellisesti, ja sen eliminaatio on suoraan verrannollista maksan virtaukseen (Olkola 2006b, 15).

Ketamiinin haittavaikutuksiin kuuluu kallon- ja silmänsisäisen paineen nousu (Scheinin & Valtonen 2014, 110). Tämän haittavaikutuksen vuoksi ketamiinin käyttämisen vasta-aiheita ovat kallovammat, tai jos potilaalla on aivo- ja verenpaine koholla (Hammarén 2006b, 5; Tunturi 2013b, 112; Scheinin & Valtonen 2014, 110). Ketamiinilla on rajatut käyttöaiheet sympaattista hermostoa stimuloivan vaikutuksensa, ja jälkivaikutuksiin liittyvien hallusinaatioidensa vuoksi. Nämä syyt vähentävät oleellisesti ketamiinin käyttöä laskimoanestesiassa. (Rosenberg 2014; Aantaa & Scheinin 2014, 357.) Hallusinaatioista haittavaikutusta voidaan ehkäistä samanaikaisesti annettavalla bentsodiatsepiinillä (Hammarén 2006b, 5; Rosenberg, 2014; Scheinin & Valtonen 2014, 109–110).

3.3 Opioidit

Opioideja käytetään kivun lievittämiseen. Laskimoanestesiassa opioidia annostellaan induktiosta alkaen koko anestesian ajan joko boluksina tai jatkuvana infuusiona. (Aantaa & Scheinin 2014, 357.) Pääasiassa leikkauksien aikana voidaan käyttää fentanyyliä, alfentaniilia, sufentaniilia tai remifentaniilia, sillä ne ovat lyhytvaikutteisia ja tehokkaita. Fentanyyliä annostellaan usein toistuvina kerta-annoksina, kun taas alfentaniilia ja ennen kaikkea remifentaniilia annostellaan infuusiona. (Salomäki 2014, 118, 121.) TCI-pumpussa on mahdollista käyttää remifentaniilia, alfentaniilia ja sufentaniilia (Aantaa & Scheinin, 2014, 359; Naidoo 2011, 30). Remifentaniili on näistä käytetyin (Aantaa & Scheinin 2014, 359).

Lysakowski ym. (2001, 525) osoittivat tutkimuksessaan, että potilaat, jotka saivat opioidia ennen anestesiaa, nukahtivat nopeammin pienemmällä propofolin kohde-elin pitoisuudella kuin he, jotka eivät saaneet opioidia. Opioidia saaneet potilaat olivat myös enemmän sedatoituneita pienemmällä propofolin kohde-elin pitoisuudella. Tällöin BIS-arvo oli kuitenkin korkeampi. (Lysakowski ym. 2001, 525.)

Remifentaniili

Remifentaniili on uudempi synteettinen opioidi, joka on vakiinnuttanut asemansa turvallisuudellaan ja tehokkuudellaan (Naidoo 2011, 30). Sitä voidaan tarvittaessa annostella pitkiäkin aikoja, sillä vaikka remifentaniiliä kertyisi elimistöön, siitä ei aiheudu potilaalle ongelmia (Saari 2015, 33). Remifentaniili valmistetaan siten, että kuiva-aine sekoitetaan esimerkiksi 0,9-prosenttiseen natriumkloridi nesteeseen (Tunturi 2013c, 117; Parviainen

& Bendel 2016). Remifentaniilin vaikutus alkaa ja loppuu nopeasti infuusion päätyttyä, ja se on turvallinen käytettäväksi maksan- tai munuaisten vajaatoimintaa sairastavilla potilailla (Salomäki 2014, 120). Haittavaikutuksia ovat esimerkiksi hengityslama, suolilama ja hypotensio (Parviainen & Bendel 2016).

Tavoiteohjattu infuusio –pumppua käyttäessä remifentaniilin tavoitekonsentraatio induktiossa on kirurgisen stimulaation määrän mukaan noin 3–5 ng/ml, ja ylläpitovaiheessa 2–10 ng/ml. Vastetta voidaan arvioida verenpaineen ja sykkeen perusteella sekä neurofysiologisin menetelmin. (Aantaa & Scheinin 2014, 354–355.) Voimakkaiden stimulusten ajaksi voidaan tavoitepitoisuutta nostaa hetkellisesti, maksimissaan 15 ng/ml asti (Saari 2015, 33). Suositeltu konsentraatioarvo spontaanisti hengittävillä potilailla on 2–3 ng/ml, suuremmilla konsentraatioarvoilla hengityksen avustaminen voi olla tarpeen. Manuaalisesti säädeltävää infuusiomenetelmää käyttäessä anestesian ylläpidossa sopiva infuusioannostus on 0,1–1,0 µg/kg/min. (Aun ym. 2013, 14.)

Alfentaniili

Alfentaniili on tehokas, vaikutukseltaan nopea ja lyhytvaikutteinen opioidi. Sen vaikutus alkaa minuutissa ja maksimivaikutus saavutetaan kahden minuutin kohdalla. Induktiossa alfentaniilia annostellaan 10–15 µg/kg sedatiivin tai anesteetin kanssa. Haittavaikutuksia ovat esimerkiksi hengitys- ja suolilama. (Parviainen & Bendel 2016.) Tunturi (2013, 117) mainitsee alfentaniilin laskevan myös verenpainetta ja pulssia. Alfentaniilia tulisi antaa 2–3 minuuttia ennen kivuliasta tai sympaattista hermostoa aktivoivaa stimulusta, jotta sen vaikutus olisi maksimaalinen. Sufentaniilin ja fentanyylin kerta-annos tulisi puolestaan antaa 4–5 minuuttia ennen kivuliasta tai sympaattista hermostoa aktivoivaa stimulusta. (Salomäki 2014, 121.) Olkkolan (2006, 191) mukaan alfentaniilien kaltaiset opioidit, joilla on lyhyt puoliintumisaika, sopivat parhaiten lyhytkestoisiin toimenpiteisiin.

Sufentaniili

Sufentaniililla on analgeettisia vaikutuksia, ja sen vaikutus kestää pidempään kuin alfentaniilin (Naidoo 2011, 30). Sufentanyyli on fentanyyliä noin 7–10 kertaa tehokkaampi opioidi, ja sen vaikutus alkaa 1–3 minuutin aikana. Sufentanyyliä annostellaan enintään 8 µg/kg annoksella. Tämä annosmäärä aiheuttaa nukahtamisen. Haittavaikutuksina ovat esimerkiksi suoli- ja hengityslama, lihasjäykkyys, bradykardia sekä hypotensio. Vaikutukset verenkiertoon on vähäisiä. (Parviainen & Bendel 2016.) Sufentaniili lisää pitkiä

aikoja infuusiona annosteltuna toipumisen viivästymisen sekä postoperatiivisen hengityslaman riskiä (Naidoo 2011, 31).

Fentanyyli

Fentanyylin eliminaation puoliintumisaika on pidempi, jonka vuoksi sitä käytetään pidempikestoisissa toimenpiteissä. Juuri ennen anestesian aloitusta voidaan antaa ennaltaehkäisevästi pieni annos fentanyyliä laskimoon, jotta saataisiin vaimennettua intubaation keuhkoputkia ärsyttävävaikutus. (Olkkola 2006a, 191.) Anestesian induktiossa fentanyyliä annostellaan 2–3 µg/kg, yhdessä induktioaineen sekä lihasrelaksantin kanssa. Vaikutus alkaa 1–2 minuutissa, ja maksimivaikutus saavutetaan viidessä minuutissa. Vaikutus kestää 30 minuutista neljään tuntiin, joten pidempikestoisissa toimenpiteissä on hyvä annostella fentanyyliä 30–45 minuutin välein 1–2 µg/kg annoksella. Suurina annostuksina fentanyyli voi aiheuttaa lihasjäykkyyttä. Muita haittavaikutuksia ovat esimerkiksi suoli- ja hengityslama sekä hypotensio hypovolemisilla potilailla. Vasta-aiheina pidetäänkin esimerkiksi korjaamatonta hypovoleemiaa ja hypotensiota, sekä hengitysvajausta. Iäkkäiden ja heikkokuntoisien potilaiden kohdalla tulee fentanyyliä annostella varoen. (Parviainen & Bendel 2016.) Vaikutukset sydämeen ja verenkiertoon ovat vähäisiä (Tunturi 2013c, 117).

3.4 Lihasrelaksantit

Lihasrelaksantteja voidaan annostella boluksina tai jatkuvana infuusiona. Koska laskimoanestesiassa käytetyt anestesia-aineet lamaavat lihasta vain vähän (propofol), tai ei lainkaan (ketamiini), tulee laskimoanestesian osana käyttää usein myös lihasrelaksantteja. Lähes kaikkia markkinoilla olevia lihasrelaksantteja voi käyttää osana laskimoanestesiaa. Relaksantin valinnassa vaikuttavia tekijöitä ovatkin esimerkiksi anestesiologin mieltymykset sekä kirurgian kesto ja luonne. (Aantaa & Scheinin 2014, 357.)

Depolarisoivat lihasrelaksantit

Lihasrelaksantteja on nondepolarisoivia sekä depolarisoivia. Depolarisoivat lihasrelaksantit saavat aikaan välittömän depolarisaation. Tämän seurauksena lihaksen supistuminen estyy. Depolarisoivat lihasrelaksantit vaikuttavat hermo-lihasliitoksessa samalla tavalla kuin asetyylikoliini. Depolarisoivista lihasrelaksanteista käytössä on enää suksame-

toni, sillä dekametoni on jäänyt pois käytöstä pitkän vaikutusaikansa vuoksi. Suksametonin käyttö on kliinisesti vähenemässä monien haittavaikutustensa vuoksi. Haittavaikutukset välittyvät muun muassa autonomisen hermoston kautta. (Olkkola 2014, 129–130, 132.) Suksametonin haittavaikutuksia ovat esimerkiksi lihaskipu ja –värinä (Tunturi 2013d, 120). Suksametonilla saa kuitenkin aikaan nopean ja lyhytkestoisen relaksaation, jonka vuoksi sen käyttö on keskittynyt lähinnä anestesian induktioon. Kyseisen depolarisoivan lihasrelaksantin avulla voidaan intubaatioputki viedä nopeasti potilaan henkitorveen. (Olkkola 2014, 132.)

Nondepolarisoivat lihasrelaksantit

Nondepolarisoivat lihasrelaksantit estävät asetyylikoliinin vaikutukset hermo-lihasliitoksen postsynaptiseen nikotiinireseptoriin ja näin lamaa tahdonalaisia lihaksia. Lihakset eivät siis supistu hermoärsyksen seurauksena eikä annettaessa asetyylikoliinia. (Olkkola 2014, 125.) Nondepolarisoivia lihasrelaksanteja käytetään intubaation ja leikkauksen mahdollistamiseksi (Tunturi 2013d, 121). Nondepolarisoivat lihasrelaksantit luokitellaan lyhyt-, keskipitkä- ja pitkävaikutteisiin lihasrelaksantteihin. Lyhytkestoisia lihasrelaksanteja on ainoastaan mivakuuri. Keskipitkävaikutteisia ovat atrakuuri, sisatrukuuri, rokuronon ja vekuronon. Pankuroni on pitkävaikutteinen lihasrelaksantti. Pitkäkestoisissa leikkauksissa on nykyään siirrytty käyttämään keskipitkävaikutteisia lihasrelaksanteja, sillä pitkävaikutteisia lihasrelaksanteja käyttäessä postoperatiivisen jäännösrelaksaation vaara on selvästi pidempi. Jäännösrelaksaatio tarkoittaa sitä, että potilaan lihasvoima on heräämisen jälkeen edelleen niin heikko, että se aiheuttaa hypoventilaatiota. Hypoventilaatio aiheuttaa hypoksian ja aspiraation vaaraa. (Olkkola 2014, 129.)

Rokuronon annostelun jälkeen tulee aina muistaa huuhdella infuusioletku, sillä rokuronon saostuu useiden lääkeaineiden kanssa. Rokuronon vasta-aineina toimivat sugammadeksi ja neostigmiini-glykopyrrolaatti. Edellä mainitut vasta-aineet sopivat myös keskipitkävaikutteisen vekuronon vasta-aineiksi. Vekuronon käytetään harkiten potilaalla, jolla on maksan tai sappiteiden sairaus tai munuaisten vajaatoiminta. Sisatrukuuri soveltuu hyvin maksa- ja munuaispotilaille, sillä se poistuu kehosta Hoffmanin eliminaation kautta. (Tunturi 2013d, 121–122.)

3.5 Laskimoanestesia vaakakupissa

Hyötyjä

Laskimonsisäinen anestesiainduktio on potilaalle turvallista, helppoa ja miellyttävää, jonka vuoksi se on kaikkein tavallisin anestesian induktiomuoto lapsipotilaita lukuun ottamatta (Aantaa & Scheinin 2014, 356). Laskimoanestesia tarjoaa etuja, joita ovat muun muassa nopeampi palautuminen vähentäen myös leikkauksen jälkeistä pahoinvointia ja oksentelua (Buchh ym. 2008, 2–3; Nimmo & Cook 2014. 151; Al-Rifai & Mulvey 2016, 276).

Tutkimuksessa havaittiin, että noin 20 prosenttia potilaista koki laskimoanestesian jälkeen postoperatiivista pahoinvointia, kun taas yhdistelmäanestesiassa vastaava prosenttiluku oli 45. Postoperatiivisessa kivun tuntemuksessa ei havaittu huomattavaa eroa anestesiamuotojen välillä. Propofol-anestesiassa potilaan täydellisen tajunnantason palautuminen oli puolet nopeampaa kuin isofluraanilla toteutetussa anestesiassa. Silmien aukaiseminen, sekä raajan liikuttaminen kehotuksesta onnistui potilailla myös huomattavasti nopeammin propofolilla toteutetun laskimoanestesian jälkeen. Laskimoanestesian jälkeen potilaat kykenivät myös yskimään ja syvähengittämään nopeammin. Systolinen verenpaine pysyi potilailla yleensä perustasolla, kun taas yhdistelmäanestesiassa systolisisessa paineessa esiintyi lähtötasoon nähden eroja. (Buchh ym. 2008, 2–3.)

Laskimoanestesiaa voidaan räätälöidä potilaalle yksilöllisemmin kuin inhalaatioanestesiaa. Propofolin lisäksi annetaan usein jatkuvana infuusiona opioideja – nämä eri lääkeaineet pystytään säätämään laskimoanestesiassa toisistaan riippumatta, toisin kuin höyrystyvässä inhalaatioanestesiassa, jossa inhalaatioanesteetitissa on aina mukana hypnoottista ja analgeettista vaikutusta. Potilaat joiden hemodynamiikka ei kestä riittävää inhalaatioanestesiaa voidaan nukuttaa laskimoanestesian avulla, sillä riittävä anestesia voidaan saavuttaa sekä hypnoottipainotteisella että opioidipainotteisella lääkityksellä. (Yli-Hankala 2014.)

Vuonna 2008 julkaistussa tutkimuksessa tutkittiin ja verrattiin laskimoanestesiaa, spinaalianestesiaa ja paikallispuudutusta keskenään. Kyseisessä tutkimuksessa todetaan, että laskimoanestesian esivalmisteluihin kuluu vähemmän aikaa kuin spinaali- tai paikallispuudutuksen esivalmisteluihin. (Varshney, Varshney & Bhadoria 2008, 3–5.)

Haittoja

Aika kirurgisesta haavan sulusta valmius heräämään siirtämiseen on huomattavasti pidempi laskimoanestesiassa, jos sitä verrataan spinaali- ja paikallispuudutuksen välittömään siirtovalmiuteen. Potilaan esivalmisteluista kotiuttamiseen kuluva aika on kokonaisuudessaan laskimoanestesiassa pisin. Laskimoanestesia on kalliimpi anestesianmuoto kuin puudutukset. (Varshney, Varshney & Bhadoria 2008, 3–5.) On saatu viitteitä siitä, että laskimoanestesia saattaisi olla yksi riskitekijä anestesian aikaiselle hereillä ololle (Miromoto 2016, 65).

3.6 Kenelle laskimoanestesia sopii

Täydellinen laskimoanestesia sopii lähes kaiken tyyppiseen kirurgiaan, mutta erityistä arvoa sillä on silloin, kun edellytetään, että potilasta herätettäessä ekstubaatio olisi laryngospasmiton. Indikaationa on esimerkiksi riski malignille hypertermialle. (Al-Rifai & Mulvey 2016, 276.) Malignille hypertermialle altistavia aineita ovat kaikki inhalaatioanesteetit ja suksametoni. Mikäli potilaalla on, tai hänellä epäillään olevan alttius malignille hypertermialle, on laskimoanestesia turvallinen anestesianmuodoksi. Kaikki laskimoon annosteltavat anesteetit, sekä kaikki nondepolarisoivat lihasrelaksantit ovat tällöin turvallisia ja käyttökelpoisia. (Oikkonen 2014, 867; Anttila & Kuosa 2016, 179.) Muita indikaatioita ovat pitkä QT –oireyhtymä, postoperatiivinen voimakas pahoinvointi ja oksenteleminen, ennestään tiedettävä vaikea intubaatio tai ekstubaatio, neurokirurgia, rintakehä-kirurgia, myasthenia gravis eli myastenia, päiväkirurgia sekä potilaan oma valinta (Al-Rifai & Mulvey 2016, 276–277). Laskimoanestesia on suositeltavaa myös sellaisissa toimenpiteissä, joissa inhalaatioanesteettien antaminen ei ole käytännöllistä, esimerkiksi ilmatietä koskevissa toimenpiteissä (Nimmo & Cook 2014, 151).

Neurokirurgisissa leikkauksissa laskimoanestesia sopii erittäin hyvin anestesianmuodoksi. Neurokirurgisissa leikkauksissa tulee tuntee keskushermoston fysiologia ja anestesiassa käytettävät anesteetit. Neurokirurgisen potilaan anestesiassa vältetään kallonsisäisen paineen nousua, minimoidaan aivokudoksen hapentarve, ylläpidetään riittävää keskushermoston perfuusiopainetta ja pyritään mahdollisimman nopeaan toipumiseen toimenpiteestä, jotta neurologinen arviointi voidaan suorittaa. Laskimoanesteeteista propofol sopii

kyseisille potilaille käytettäväksi. Analgeeteista sopivia neurokirurgiaan ovat muun muassa fentanyl ja remifentaniili. Lihasklaksanteista nondepolarisoivilla lääkeaineilla ei ole suoraa vaikutusta kallonsisäisen paineen muutoksiin. (Hammarén 2006b, 5–6.)

Laskimoanestesia on sopiva anestesia-aine iäkkäille potilaille. Iäkkäät ovat herkempiä plasman konsentraatiopitoisuuksien vaihteluille ja siksi pitoisuuksien tulisi pysyä mahdollisimman tasaisina. Oikea plasman konsentraatioarvo saattaa erota paljon ennustetusta pitoisuudesta. Siksi monitorointi on erityisen tärkeää iäkkäiden potilaiden kohdalla. Laskimoanestesiassa on havaittu olevan vähemmän vaikutusta kognitiivisiin toimintoihin postoperatiivisesti. (Aun ym 2013, 24–25.) Myös lapsille voidaan käyttää laskimoanestesiaa sekä TCI-pumppua, joka on soveltuva yli kolmevuotiaille. Propofolia on turvallista antaa yli kuukauden ikäisille, vastasyntyneille propofolia voidaan käyttää harkinnan mukaan. (Manner & Tavainen 2014, 764.) Lapsille voidaan käyttää samoja laskimoanesteetteja sekä opioideja kuin aikuisille (Puustinen 2013, 255).

Laskimoanestesia on sopiva yleisanestesian toteuttamismuoto myös ylipainoisilla potilailla. TCI-pumppuissa on omat painorajansa, mallista riippuen. (Aun ym. 2013, 22.) Esimerkiksi yhdessä propofolille suunnatussa mallissa painoraja on asetettu 150 kilogrammaan (Al-Rifai & Mulvey 2016, 279). On huomattu, että korkea BMI-arvo suurentaa potilaan riskiä anestesian aikaiseen tietoisuuteen. Eräs tutkimus osoitti, että mitä suurempi BMI-arvo potilailla oli, sitä pidemmän ajan jakson koko anestesian kestosta BIS-arvo oli yli 60. (Gaszynski & Wieczorek 2016, 241–243.) Laskimoanestesia on silloinkin sopiva anestesia-aine, jos potilaan ASA-luokka on kolme tai enemmän. Hyvin sairast potilaat ovat herkempiä anestesia-aineille. Laskimoanestesiassa ei ole spesifiä protokollaa sairaille potilaille, mutta heidän anestesiassa voidaan hyödyntää iäkkäiden anestesian piirteitä. (Aun ym. 2013, 28.)

4. TAVOITEOHJATTU INFUUSIO

Tavoiteohjattu infuusio (TCI) on laskimoanestesian lääkkeenantomenetelmä. Kyseisestä lääkkeenantomenetelmää käytetään laskimoanesteettien ja opioidien annosteluun. (Tunturi 2013a, 84.) Tavoiteohjattu infuusio –lääkkeenantomenetelmää toteutetaan ohjelmoidulla infuusiopumpulla (Antila 2008, 13; Tunturi 2013a, 84). Tätä lääkkeenantomenetelmää toteuttava laitteisto muodostuu ohjausyksiköstä ja siihen liitetystä infuusiopumpusta. Ohjausyksikkönä voi toimia erillinen tietokone, mutta uusimmissa TCI-pumpuissa se on rakennettu pumpun kanssa samaan kuoreen. (Antila 2008, 13.)

Antilan (2008, 13) mukaan ensimmäiset kokeilut tietokoneen käytöstä infuusionopeuden ohjauksessa tehtiin 1980-luvun alussa. Tällöin kuitenkin laitteiden suuri koko ja alhainen laskentateho hidastivat tavoiteohjatun infuusiomenetelmän yleistymistä. 1990-luvun loppupuolella menetelmä alkoi yleistyä, kun laitteistot alkoivat olla riittävän tehokkaita ja järkevän kokoisia. (Antila 2008, 13.) TCI-menetelmällä toimivien laitteistojen saatavuus tapahtui kaupallisesti ensimmäisen kerran vuonna 1997 (Absalom, Mani, Smet & Struys 2009, 26). TCI-pumput tulevat nähtävästi tulevaisuudessa edelleen yleistymään ja yhä useampi anestesia toteutetaan kyseisen lääkkeenantomenetelmän avulla (Saari 2015, 32). Liitteessä yksi on listattuna maat, joissa annostelumenetelmä on saatavilla ja/tai käytössä.

Anestesiologi määrittelee pumppuun tavoiteltavan lääkeainepitoisuuden potilaan verenkierrossa tai kohde-elimessä eli käytännössä aivoissa, jota tietokoneohjelman halutaan ylläpitävän (Leslie, Clavisi & Hargrove 2008; Scheinin & Valtonen 2014, 113). TCI-pumppu säätelee itse automaattisesti infuusionopeuttaan saavuttaakseen siihen asetetun tavoitepitoisuuden (Antila 2008, 14). Saavutettuaan tavoiteltavan pitoisuustason, ryhtyy pumppu ylläpitämään kyseistä lääkeainepitoisuutta potilaan elimistössä (Scheinin & Valtonen 2014, 113). Asetettua tavoitearvoa voidaan edelleen säätää tarpeen mukaan anestesian aikana (Jakobsson 2009, 54; Tunturi 2013a, 85). Tavoiteohjatussa infuusiossa ei siis määritellä lääkkeen annosmäärää tai -nopeutta (Scheinin & Valtonen 2014, 357). Potilaassa vallitsevia todellisia sen hetkisiä pitoisuuksia ei kliinisessä käytössä voida mitata; pumput perustavat toimintansa laskennallisiin populaariosuureisiin lääkkeen keskimääräisestä käyttäytymisestä (Antila 2008, 13; Grönlund ym. 2009, 225; Tunturi 2013a, 85). Scheinin ja Valtonen (2014, 113) kuvaavat TCI-menetelmällä toimivaa infuusiopumppua ”älykkääksi” infuusiolaitteeksi.

Nykyiset käytössä olevat TCI-laitteet vaativat käyttäjältä aktiivista roolia, jotta asetettu tavoite on yhtenevä potilaan kliinisen vasteen kanssa. TCI:stä on kehitelty tutkimuskäyttöön ”closed-loop” –järjestelmiä, joissa potilaan anestesian syvyytaso välittyy suoraan TCI-pumpun järjestelmään ohjaamaan sen toimintaa. Infuusiopumppu saa tietoa potilaan anestesian syvyydestä esimerkiksi potilaaseen kytketystä BIS-mittarista. Eli nykyisin asetettavan lääkkeen tavoitepitoisuuden sijaan voitaisiin pumppuun asettaa se unensyvyystaso, jota halutaan ylläpitää anestesian ajan. (Grönlund, Antila & Olkkola 2009, 229–230.) Eräässä tutkimuksessa selvisi, että closed-loop – järjestelmää BIS-mittarin kanssa käyttäessä, unen syvyyttä kuvaava arvo pysyi läpi anestesian tavoiteluvuissa paremmin kuin nykyisin käytettävällä avoimella järjestelmällä (Liu ym. 2015; Casas & Fernandez, 2016).

4.1 TCI-pumpun toimintaperiaate

Ennen tavoiteohjatun infuusion aloitusta tulee lääkeinfuusiota varten valita potilaalta hyvin vetävä suoni, johon laskimokanyyli viedään. Laskimokanyylin toimivuus tulee varmistaa ja sen toimivuutta tulee tarkkailla jatkuvasti hoidon aikana. Induktiovaiheessa on hyvä varata pumpun säätämiseen riittävästi aikaa. (Tunturi 2013a, 85.)

TCI-pumppu ottaa huomioon monia potilaan ominaisuuksia, joita käytetään osana annostarpeen määrittelyssä (Saari 2015, 32). Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi potilaan sukupuoli, ikä, pituus ja paino. Tarvittavat ominaisuudet tulee syöttää laitteeseen ennen infuusion aloitusta. (Antila 2008, 13.) TCI-pumppuun syötetään myös käytettävän lääkeaineen farmakokineettinen tieto (Antila 2008, 13).

TCI-menetelmä käyttää BET-periaatetta induktioannoksen ja ylläpitoon tarvittavan infuusionopeuden määrittämisessä. BET –lyhenne koostuu englanninkielisistä sanoista bolus eli latausannos, eliminaation eli poistuma ja transfer eli jakaantuminen. (Saari 2015, 32.) BET-periaatetta käyttäen pumppu nostaa kohde-elimessä tai verenkierrossa vallitsevan lääkeainepitoisuuden halutulle tasolle mahdollisimman nopeasti antamalla alkuun lääkettä suuremmalla nopeudella – ikään kuin latausannoksen eli boluksen. (Antila 2008, 13.) Pumppu laskee, kuinka paljon alkubolusta on annettava sentraalisen tilan täyttä-

miseksi, ja muuttaa annostelunopeuttaan koko ajan huomioiden jakaantumisen sentraalisen ja perifeerisen tilan välillä, sekä huomioiden lääkeaineen poistuman eli eliminaation (Aantaa & Scheinin 2014, 357). Kun plasmapitoisuuden oletetaan pysyvän vakiona, voidaan vakionopeuksisella infuusiolla korvata vain lääkeaineen poistuma. Ajan kuluessa lääkkeen jakaantuminen perifeerisen ja sentraalisen tilan välillä hidastuu, koska lääkettä kudoksiin ajava pitoisuusero tasoittuu ajan kuluessa. Jakaantumista kompensoiva infuusio on siis ajan myötä hidastuva. Täten pitkissä infuusioissa ylläpitoannos lähenee lääkkeen eliminaationopeutta – infuusio muuttuu tasaiseksi eliminaation korvaavaksi infuusioksi. (Grönlund ym. 2009, 225.)

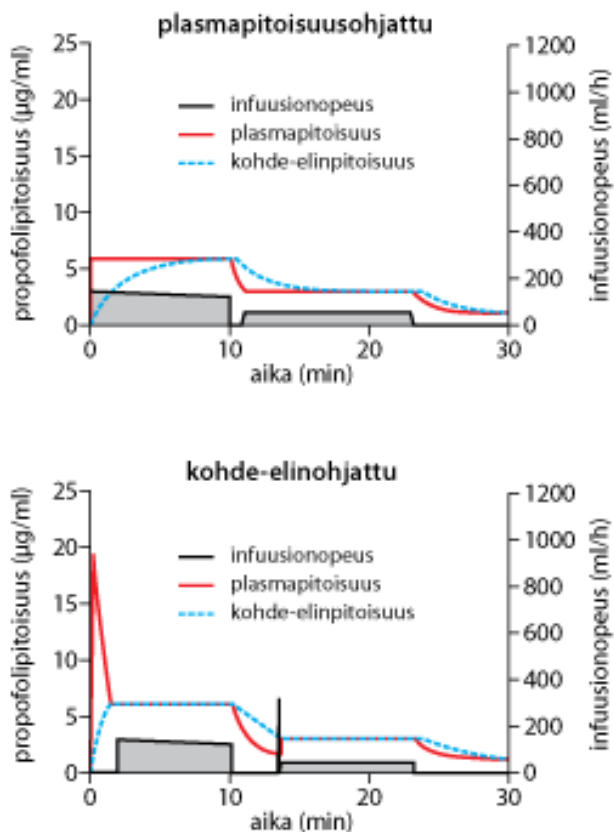
4.2 Tavoitepitoisuudet – plasma vs. kohde-elin

Farmakokineettisiin laskukaavoihin perustuen TCI-pumppu ennustaa lääkkeen konsentraatiopitoisuuden joko plasmassa tai kohde-elimessä (Antila 2008, 13; Scheinin & Valtonen 2014, 113; Schnider, Minto, Struys & Absalom 2016, 79). Ensimmäisen sukupolven menetelmä salli käytettäväksi ainoastaan plasmaohjattua infuusiomuotoa (Absalom, Mani, Smet & Struys 2009, 26; Sivasubramaniam 2014, 420). Anestesia-aineiden vaikutuspaikka on kuitenkin keskushermostossa, ei plasmassa. Keskushermoston lääkeainepitoisuus seuraa viiveellä plasman lääkeainepitoisuuksia. (Aston ym. 2013, 157.) Aika, joka kuluu lääkeaineen pitoisuuksien tasapainottumiseen plasman ja keskushermoston välillä riippuu käytettävän lääkeaineen ominaisuuksista, esimerkiksi lääkkeen rasvaliukoisuudesta. Kohde-elin pitoisuutta on mahdotonta mitata suoraan potilaasta. (Grönlund ym. 2009, 226.) On kehitetty aikavakio K_{eo} kuvaamaan sitä viivettä, jolla kohde-elinpitoisuudet seuraavat plasmapitoisuuksia (Absalom, Mani, De Smet & Struys 2009, 27; Grönlund ym. 2009, 226). Kun lääkkeen aikavakio on tiedossa ja se liitetään farmakokineettiseen laskentamalliin, voidaan arvioida kohde-elimessä vallitsevaa pitoisuutta, sekä asettaa sen saavuttaminen tavoitteeksi (Aantaa & Scheinin 2014, 358).

Aantaa ja Scheinin (2014, 358) ovat kuvanneet kuviossa 1 tavoiteohjatun infuusion aikaisten pitoisuuksien käyttäytymistä sekä plasma- että kohde-elinohjattuna. Kun käytetään kohde-elinohjattua infuusiota, nostaa pumppu plasmapitoisuuden aluksi huomattavasti asetettua kohde-elinpitoisuutta korkeammalle (Absalom ym. 2009, 27). Tämä perustuu siihen, että suuri pitoisuusero nopeuttaa tavoitteeseen pääsyä kohde-elimessä (Grönlund, ym. 2009, 226). Pumppu pysähtyy tämän jälkeen odottamaan kohde-elin- ja

plasmapitoisuuksien tasoittumista, näin asetettu tavoitearvo ei ylity liian suuresta annostelusta (Absalom, ym. 2009, 27). Kun erot ovat tasoittuneet, jatkaa pumppu toimintaansa ylläpitoinfusiolla. Plasmaohjattua infuusiota käyttäessä annetaan myös nopeasti alku-bolus, mutta toisin kuin kohde-elin ohjatussa annostelussa, annos ei koskaan ylitä asetettua plasmataavoitetta. (Grönlund, ym. 2009, 226.)

Jos tavoitekonsentraation tasoa halutaan laskea – kuviossa 1: 10 minuutin kohdalla – kohde-elin ohjatussa infuusiossa pumppu pysähtyy odottamaan, että jakaantuminen ja eliminaatio laskevat uudelle tavoitetasolle (Naidoo 2011, 16). Tämän jälkeen pumppu jatkaa uudella ylläpitoannoksella (Aantaa & Scheinin 2014, 358). Näin se jouduttaa lääkeaineen poistumista kohde-elimestä. Plasmaohjatussa infuusiossa plasmapitoisuus pudottaa vain vähän pitoisuuksia. (Grönlund, ym. 2009, 226.) Kohde-elin ohjatussa infuusiossa anestesiatarve on säädeltävissä nopeammin kuin plasmaohjatussa, sillä se käyttää hetkellisesti suurempia pitoisuuksia plasmassa. Tämä voi kuitenkin aiheuttaa hemodynaamisia ongelmia. Plasmaohjattua pitoisuutta on suositeltavaa harkita käytettäväksi huonokuntoisilla potilailla. (Aantaa & Scheinin 2014, 358.) Thomsonin, ym. (2014, 431) tutkimuksessa todetaan, että Marshin mallia käyttäessä kohde-elin ohjatulla moodilla anestesia saavutettiin huomattavasti nopeammin kuin Marshin plasmaohjatulla moodilla.



KUVIO 1: Propofolin plasma- ja kohde-elinohjattu TCI-annostelu (Aantaa & Scheinin 2014, 358)

4.3 Farmakokineettisiä malleja

Sveitsissä kuvailtiin vuonna 1981 ensimmäinen tavoiteohjattu infuusio -menetelmän farmakologinen malli. Siitä lähtien osoitettiin, että tietokoneohjatun infuusiopumpun avulla on mahdollista ylläpitää haluttua lääkeainepitoisuutta plasmassa. (Nora 2008, 179.)

Farmakokinetiikka tarkoittaa lääkeaineiden kulkua elimistössä eli lääkeaineen imeytymistä, jakautumista ja eliminoitumista (Nurminen 2011, 62). Sivasubramaniam (2014, 418) tiivistää farmakokinetiikan vastaavan lauseeseen "mitä keho tekee lääkeaineelle". Infuusiopumppuun on ohjelmoitu yksilöllinen TCI-malli, joka ottaa kaikki nämä vaiheet huomioon toiminnassaan (Tunturi 2013a, 84). Tavoiteohjatun infuusiopumpun ohjausyksikköön on ohjelmoitu lääkkeen annosteluun soveltuva farmakokineettinen malli sekä algoritmi (Aston ym. 2013, 57). Farmakokineettinen malli on matemaattinen malli, jonka avulla lasketaan veren oletettu konsentraatioarvo jollekin tietylle lääkeaineelle (Sivasubramaniam 2014, 418). Nämä siis laskevat tarvittavat infuusionopeuden muutokset mallin perusteella, jotka syötetään sitten eteenpäin ohjaamaan pumpun toimintaa (Aitkenhead, Rowboham & Smith 2001, 180; Antila 2008, 13).

Koska propofol on yleisimmin käytetty anesteetti etenkin TCI-lääkkeenantomenetelmässä, on sille kehitelty kaupallisesti useita erilaisia malleja (Sivasubramaniam 2007). Yleisesti saatavilla olevia malleja propofolille on Marshin, Schüttlerin, White-Kennyn ja Schniderin malli. Usein propofolille käytetään kuitenkin vain Marshin tai Schniderin malleja. (Naidoo 2011, 21.) Lapsille on kehitetty omat mallinsa, Kataria ja Paedfusor (Sivasubramaniam 2007). Kliinisessä käytössä Kataria –mallin toimivuus ei ole osoittautunut erityisemmän hyväksi (Saari 2015, 33). Remifentaniilille on kehitetty Minto –malli (Sivasubramaniam 2007). Alfentaniilille on olemassa Maitre –malli, ja Sufentaniilille Gepts –malli (Tunturi 2013a, 85).

Astonin, Riversin ja Dharmadasin (2013, 158) teoksessa kerrotaan, että ensimmäinen propofolille kehitetty malli on nimeltään Marsh. Sivasubramaniamin (2014, 419) mukaan Marsh –mallin laskutoimitukset perustuvat ainoastaan potilaan painoon. Malliin tulee

kuitenkin ilmoittaa myös potilaan ikä, sillä malli vaatii yli 16-vuoden iän toimiakseen (Aston ym. 2013, 158). Marsh –malli perustui alun perin tähtäämään plasmaohjattuun pitoisuuteen, mutta nykyään sille on kehitetty valittavaksi myös kohde-elinohjattu –pitoisuus (Grönlund ym. 2009, 227). Schniderin malli on uudempi ja se vaatii laskutoimituksiinsa potilaan iän, pituuden ja painon (Sivasubramaniam 2007) sekä sukupuolen (Tunturi 2013a, 85). Schniderin mallissa pumppu laskee potilaan lean-body mass (LBM) –arvon annoksen määrittelyä varten asetetun iän, painon sekä sukupuolen perusteella (Sivasubramaniam 2007). LBM tarkoittaa kehon rasvatonta massaa eli se sisältää vain lihasten, elinten ja luiden painon. Schniderin mallissa valitaan joko plasma- tai kohde-elinohjattu pitoisuus. (Tunturi 2013a, 85.) Schniderin malli sopii etenkin ikäihmisille, sillä heillä on usein pienempi LBM –arvo. Tämän vuoksi he vaativat anestesian induktiossa sekä ylläpidossa pienemmän annoksen propofolia saavuttaakseen tietyn konsentraatiopitoisuuden plasmassa (Sivasubramaniam 2007).

Minto –mallin saa myös sekä plasma- että kohde-elinohjatuille moodille (Naidoo 2011, 30; Tunturi 2013a, 85). Minto –malli on kehitetty remifentaniilille hyvin heterogeenisessä populaatiossa tehdyssä kliinisessä tutkimuksessa (Sivasubramaniam 2007). Minto –malli laskee myös LBM –arvon, eli malli ottaa huomioon potilaan painon, pituuden, iän sekä sukupuolen (Aston ym. 2013, 158). Tavoitepitoisuus säädetään kirurgisen stimulaatiomäärän mukaan. Remifentaniilin vaikutus on nopeasti titrattavissa ylös- ja alaspäin myös perinteistä infuusiotapaa käyttäessä. Siksi TCI-menetelmällä tehtävästä remifentaniilin annostelusta ei ole niin suurta hyötyä kuin esimerkiksi muiden opioidien ja propofolin kohdalla. (Saari 2015, 33.) Naidoo (2011, 30) mainitsee kuitenkin, että manuaalinen säätely sopii hyvin nuorille, mutta vanhemmilla potilailla saattaa veren konsentraatiopitoisuus nousta liikaa.

Alfentaniilille on Maitren mallissa mahdollista valita tavoiteohjattavaksi pitoisuudeksi plasma- tai kohde-elinpitoisuus. Gepts mallissa sufentaniilille on mahdollista valita ainoastaan plasmapitoisuus. Molempiin malleihin tulee ilmoittaa potilaan ikä, paino sekä käytettävän lääkkeen vahvuus. Maitren malli vaatii näiden lisäksi vielä potilaan sukupuolen tietoihinsa. (Tunturi 2013a, 85.)

4.4 Hyötyjä ja haittoja

Tavoiteohjatun infuusion etuina pidetään anestesia- syvyyden nopeaa ja yksilöllistä säätelyä, sekä potilaan hyvin ennustettavaa heräämisen ajankohtaa (Grönlund ym. 2009, 227; Tunturi 2013a, 84). Anestesia on tasaisempaa kuin perinteisiä annostelutapoja käyttämällä (Aantaa & Scheinin 2014, 358). Menetelmä mahdollistaa plasman ja kohde-elimen lääkeainepitoisuuksien paremman hallinnan, mikä johtaa hemodynaamisten vaikutuksien vähenemiseen leikkauksen aikana. Pitkävaikutteisten opioidien kertymisen on huomattu olevan vähäisempää. (Vasian ym. 2014, 87, 92.) Täsmällisemmän lääkeannostelun ansiosta lääkekustannukset ovat pienemmät. Myös anestesiatoiminnan tehokkuus on lisääntynyt tietokoneohjattujen infuusiojärjestelmien ja anestesian syvyyden monitoroinnin ansiosta. (Scheinin & Valtonen 2014, 113.)

TCI-menetelmän käyttäminen mahdollistaa potilaan nopean ekstubaation (Tunturi 2013a, 85). Erään tutkimuksen mukaan menetelmän käyttäminen vähensi kuluva-aikaa ekstubaatioon noin 14 prosenttia, sekä leikkauksen jälkeistä osastolla oloaikaa viisi prosenttia, kun sitä verrattiin desfluraanilla tapahtuvaan yhdistelmäanestesiaan (Zhi-Fu ym. 2014). TCI-lääkkeen antomenetelmä tukee potilaita intraoperatiivisessa kuntoutumisessa ja palautumisessa, mahdollistaen nopean valmiuden kotiuttamiseen (Jakobsson 2009, 54). Potilaat toipuvat anestesiasta nopeammin (Tunturi 2013a, 86; Vasian ym. 2014, 87).

Verrattaessa manuaalisesti säädeltäviin infuusiopumppuihin, TCI-menetelmää käyttäessä potilaat liikkuvat vähemmän anestesian ylläpitovaiheen aikana (Tunturi 2013a, 85). Myös anestesia- lääkärin niin sanottu väliintulo oli tarpeettomampaa (Leslie, Clavis & Hargrove 2008). TCI-pumppu kehittää käyttäjän tapaa toteuttaa laskimoanestesiaa manuaalisilla infuusiopumppuilla, sillä seuraamalla TCI-pumpun toimintaa, käyttäjä voi oppia anestesia-aineiden käytännön farmakokinetiikkaa (Grönlund ym. 2009, 228).

Sairaalloisen lihaville potilaille TCI-menetelmän mallit eivät sovellu (Tunturi 2013a, 85). Tämä johtuu siitä, että malleja ei ole validoitu huomattavan ylipainoisilla potilailla (Coetzee 2009; Aun ym. 2013, 22). Laitevalmistajat ovat tästä syystä rajoittaneet pumppujen toimintaa siten, että tietyn painorajan ylittäessä TCI-moodin käyttö ei ole mahdollista (Grönlund ym. 2009, 229). TCI:ta käytettäessä lihavilla potilailla annos määritellään korjatun painon mukaan, ei koko painon mukaan. Muuten annos on liian suuri. (Tunturi

2013a, 85.) Saari (2015, 33) mainitsee, että propofolin annostelu tavoiteohjatulla infuusiolla ei sovellu myöskään hyvin pienille potilaille.

Tavoiteohjatun infuusiopumpun hälytysjärjestelmää ei ole suunniteltu havaitsemaan komplikaatioita suonensisäisesti. Pumppuun tulee käyttää vain ohjeiden mukaisia välineitä — väärät ruiskut tai letkut saattavat häiritä tai heikentää pumpun toimintaa. (Carefusion, n.d. 13–14.) Pumput eivät ilmoita, vaikka anestesia-aineet päätyisivätkin verenkierron sijaan potilaan kudoksiin, tai jos ne kulkeutuisivat vastavirran myötä kohti infuusioneste – pussia. Takaisin virtauksen estämiseksi kannattaa käyttää takaisinvirtausta estäviä venttiilejä. (Grönlund ym. 2009, 228.)

5. HYVÄ OPETUSMATERIAALI

Opetushallitus (2005, 3) on julkaissut verkko-oppimateriaalille neljä laatukriteeriä, joita ovat pedagoginen laatu, käytettävyys, esteettömyys sekä tuotannon laatu. Oppimateriaalin yhteydessä tulee ilmaista selkeästi oppimateriaalin tavoitteet, käyttötapa sekä kohde-ryhmä. Verkko-oppimateriaalin laatuun vaikuttavat laadun hallinnan menetelmät ja jatkuva parantaminen, sekä laadun kokemukseen ne tarpeet, joita oppimateriaalin suhteen on. Oppimateriaalin tulee tukea oppimista tiedon uusimpien tutkimustulosten, opetuksen ja oppimisen mukaisesti. Opetusvideon sisältö tulee tarkistaa ja pyytää siitä kommentteja vertaisarvioitsijoilta ennen videon julkaisemista. (Opetushallitus 2005, 11, 14, 25–26.)

Parhaimmillaan verkkomateriaali on osa muuta materiaalia, jota lukijat käyttävät opetuksensa havainnollistamiseksi ja oppimisensa tehostamiseksi. Nykyaikaiset verkkomateriaalit perustuvat narratiivisuuteen eli kerronnallisuuteen ja tarinoihin. Lähtökohtana tulee olla pedagoginen tavoitteisto, muutoin ei parhaimmillaan välineillä luoda toimivaa, hyvää tai opetuksessa hyödynnettävää verkkomateriaalia. (Tella, Vahtivuori, Vuorento, Wager & Oksanen 2001, 107–109.)

Oppimateriaalin tulee olla selkeä ja innostava visuaaliselta ilmeeltään (Opetushallitus 2005, 20). Tellan ym. (2001, 107) mukaan verkko-oppimateriaali ei kaipaa väkettä vaan nykyään verkkomateriaalin suunnittelussa käytetään tapaa "vähemmän on enemmän". Hyvä visuaalinen idea ja harmoninen kokonaisuus toimivat houkuttimina. Suunnitellessa visuaalisuutta tulee aina ajatella materiaalin kohde-ryhmää. Motivoitunut opiskelija tyytyy usein yksinkertaisempiin muotoiluihin. (Tella ym. 2001, 128–129.) Usein toimivin esitys on taustaltaan yksinkertainen. Taustan ei tule kilpailla huomion kanssa, ja diaesityksen tyhjää tilaa voidaan pitää jopa sommittelullisena elementtinä. (Lammi 2009, 58, 109.) Värien käytöllä on esteettiset tavoitteet, mutta niillä on voimakas vaikutus ihmiseen ja ne tehostavat viestintää. Riittävä määrä värejä yhdessä diaesityksessä on kolmesta viiteen. (Lammi 2009, 66–67.) Parhaimmillaan värien taitava käyttö ohjaa käyttäjän huomion olennaiseen ja rikastaa sivujen ulkoasua (Tella ym. 2001, 129).

Tekstin luettavuus on tärkeä ominaisuus esityksessä. Luettelo sopii kokonaisuuden kuvaamiseen lineaarisesti etenevänä ilmiönä, mutta luettelon ei pidä sijoittaa yksittäisiä

sanoja tai vajaita lauseita. Fontti tulee valita niin, että se on helposti luettava, selkeä ja siinä on katseelle kiintopisteitä – esimerkiksi hyvä valita on fontti, jossa kirjaimilla on ylä- tai alapidennykset. Parhain fontti on yksinkertainen ja pelkistetty. Kaksi eri fonttia riittää yhteen työhön. Paras fonttikoko tekstillä on 24–30 pt, ja alle 18 pt:n pistekoko on jo liian pieni. (Lammi 2009, 87, 98, 100.)

Videoleike diaesityksen lisänä on tehokas elementti, sillä se tuo vaihtelua ja havainnollistaa esitettyä asiaa paremmin (Lammi 2009, 147). Donkorin (2010, 104–107) tutkimuksessa vertailtiin tulostettujen oppimateriaalien sekä videoon perustuvan oppimateriaalin vaikutusta käytännön oppimiseen. Tuloksissa kävi ilmi, että videon kautta käytännön taitoja opiskelleet saivat paremman tuloksen kuin papereista opiskelleet.

Oppimateriaalina video toimii asioiden havainnollistamisessa, elävöittämisessä sekä tarinan kerronnassa (Keränen & Penttinen 2007, 197). Otosten merkitys on suurempi, mitä vähemmän otoksia on. Video tulee tehdä yleisön ehdoilla ja sen täytyy olla sellainen, että sitä katsoo mielellään. On tärkeää pitää mielessä kuvattava kokonaisuus – sanoman perille meno varmistetaan sillä, että aihe on yksinkertaistettu ja pelkistetty. Jos kuvausympäristössä on paljon mielenkiintoista, tuloksena on asioiden sekavuus. (Leponiemi 2010, 57–58.) Opetusvideosta voidaan jättää myös tarkoituksella pois jotain olennaista, tällöin aktivoidaan opiskelijan omaa tiedonkäsittelyä (Suominen & Nurmela 2011, 190).

Hyvän opetusvideon ei tule olla liian pitkä, usein alle minuuttiin saadaan kerrottua jo paljon asioista. Hyvä opetusvideo on havainnollinen ja kerronnaltaan lineaarinen, eli se täytyy katsoa aina alusta loppuun saakka. (Keränen & Penttinen 2007, 197–198.) Tiedollisen sisällön on ohjattava videota jatkuvasti eteenpäin. On synnyttävä uusi kysymys, kun yhteen kysymykseen vastataan. (Ailio 2015, 20, 23.) Metaforat auttavat opettaessa ja opiskeltaessa hahmottamaan kokonaisuutta myös verkkomateriaalissa. Ideavirkeajattelu toimii verkossa hyvin, mutta lyhennettyjä luetelmaviivoja ei ole sopivaa käyttää verkkotekstissä. (Tella ym. 2001, 112–113.)

Verkko-opetusmateriaalin tuottamisen tärkein vaihe on sisällön tarkka suunnittelu, ja siksi on tärkeää tuottaa käsikirjoitus niin itse sisällöstä kuin audiovisuaalisesta materiaalista (Tella ym. 2001, 116). Kuvakäsikirjoituksen ja suunnitelmallisuuden avulla päästään järkevään lopputulokseen (Välikylä 2005, 49; Suominen & Nurmela 2011, 190–191).

Kuvakäsikirjoitukseen hahmotellaan, minkälaisia kuvia videoon tarvitaan. Suunnittelulla varmistetaan, että katsojan huomio ei kiinnity videon etenemisen tajuamiseen. (Suominen & Nurmela 2011, 190–191.) Videon lopputulos on sitä parempi, mitä huolellisemmin tehdään videon ennakkosuunnitelma. Kaikkien osapuolien tulee myös ymmärtää sen sisältö. (Ailio 2015, 6.) Opetusvideon työprosessin vaiheet, tavoitteet ja sen teossa käytettävät välineet tulee ilmetä suunnittelussa. Ennen videon kuvaamista suunnitelmassa tulee käydä ilmi myös roolit, aikataulu ja budjetti. (Opetushallitus 2005, 25–26.)

6. OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

6.1 Tuotokseen painottuva opinnäytetyö

Vaihtoehtona tutkimukselliselle opinnäytetyölle on toiminnallinen opinnäytetyö, jossa tavoitteena on tuottaa esimerkiksi käytäntöön suunnattu ohje, ohjeistus tai opastus. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on siis tehdä tuotos. (Vilka & Airaksinen 2003, 9; Salonen 2013, 5–6.) Tuotos sisältää uutta tietoa sekä mallin, toimintatavan tai tuotteen. Tuotos voi olla työn lopussa tai erillisenä liiteosana raportissa. (Salonen 2013, 25.)

Kohderyhmästä riippuen toteutustapa voi olla opas, kirja, kansio, portfolio, näyttely tai vihko. Toteutustavalla tarkoitetaan niitä keinoja, joilla materiaali hankitaan ja keinoja, joilla oppaan tai muun materiaalin valmistus toteutetaan. Tutkimusongelmia tai -kysymyksiä ei esitellä, ellei toteutustapaan sisälly selvityksen tekeminen. Kysymysten asettelu täsmentää tekijälle mitä ollaan tekemässä. Toiminnalliseen opinnäytetyöhön sisällytetään aina tietoperustaa ja teoreettiset viitekehykset. Tutkiva asenne tulee olla siitä huolimatta toiminnallisessa opinnäytetyössä, vaikka siinä ei toteutettaisikaan selvitystä. Tutkivalla asenteella tarkoitetaan valintojen tarkastelua ja perustelua aiheen tietoperustaan painotuen. Tietoperusta ja sen viitekehys tulee olla alan kirjallisuudesta. (Vilka & Airaksinen 2003, 9, 30, 56, 154.) Tuotokseen tähtäävän työn kehittäminen vaatii toimijoiden mukana oloa eri vaiheissa. Toiminnan tai kehittämisen vaiheet tuotoksen teossa etenevät dialogisessa tai trialogisessa vuorovaikutussuhteessa toimijoiden kanssa. Tämä tarkoittaa arviointia, vertaistukea, palautteen antoa ja keskustelua. (Salonen 2013, 6.)

Toiminnallista opinnäytetyötä on myös kutsuttu eräänlaiseksi tutkimukseksi, sillä tuotoksen, kuten esimerkiksi kirjan, oppaan tai tuotteen toteuttamiseksi on tehty tutkimuksellisia selvityksiä. Tutkimuksellisia menetelmiä ei ole välttämätöntä käyttää. Kerättyä aineistoa ei ole myöskään välttämätöntä analysoida yhtä järjestelmällisesti ja tarkoin kuin tutkimuksellisissa opinnäytetyöissä. Tiedon keräämisessä käytettävät keinot ovat kuitenkin samat. (Vilka & Airaksinen 2003, 56–58.)

Kirjallisen tuotoksen lisäksi toiminnalliseen opinnäytetyöhön sisältyy raportti (Vilka & Airaksinen 2003, 65). Raportti toimii kirjallisena esityksenä hankkeesta, jonka tuloksena

on luotu itsenäinen ja erityinen tuotos. Raportti toimii kokonaiskuvauksena kehittämistoiminnan ymmärtämisestä, ammatillisuudesta, ammattikorkeakoulun innovatiivisuudesta ja työn tekijän omasta oppineisuudesta. (Salonen 2013, 25.) Toiminnallisen opinnytetyön kirjallisesta raportista selviää mitä, miksi ja miten työ on tehty sekä tavoite ja tarkoitus. Lisäksi raportissa kuvaillaan, millainen työprosessi on sekä millaisiin tuloksiin ja johtopäätöksiin on päästy. Raportista ilmenee myös oman prosessin, tuotoksen ja oppimisen arviointi. (Vilka & Airaksinen 2003, 65.) Vilkan ja Airaksisen (2003, 83) mukaan toiminnallisessa opinnytetyössä raportin ja tuotoksen kokonaisuus ja keskinäinen yhteensopivuus ovat olennaisia. Vaikka opinnytetyö toteutetaan toiminnallisesti eikä varsinaista tutkimusta sisältäisikään, raportoinnin on noudatettava tutkimusviestinnälle asetettuja vaatimuksia. Opinnytetyö tarvitsee silti tutkimuksellista otetta. (Vilka & Airaksinen 2003, 82.)

Toteutimme toiminnallisen opinnytetyö -menetelmän mukaisesti tämän opinnytetyön. Tuotos on PowerPoint –esitelmä, jonka loppuun on kuvattu opetusvideo. Opetusvideo ohjeistaa kohderyhmäläisiä TCI-infuusiopumpun käyttämisessä, ja samalla perehdyttää kyseisen menetelmän toimintaperiaatteisiin tuotoksen alussa esitetyn teorian tiedon avulla. Raportissa on laajalti esitetty mitä laskimoanestesia on, myös TCI-menetelmä on käsitelty laajasti raporttiosuudessa, laskimoanestesia ja TCI liittyvät hyvin oleellisesti toisiinsa.

6.2 Tuotoksen sisältö ja ulkoasu

Opetusmateriaali on Tampereen ammattikorkeakoulun perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuvien opiskelijoiden käyttöön, mutta sitä voivat hyödyntää myös muut sairaanhoitajaopiskelijat. Tiivistä opetusmateriaalia kyseisestä menetelmästä Tampereen ammattikorkeakoululla ei ollut saatavilla, joten opetusmateriaalin tuottaminen aiheesta oli tarpeellista. Opetusvideolla esiintyy Braunin Perfusor Space –pumppu, ja video kuvattiin Sonyn HDR-CX240E –videokameralla, jota lainasimme Tampereen ammattikorkeakoulun helpdesk:stä.

PowerPoint –esityksestä lukijalle selviää, mitä tavoiteohjattu infuusio tarkoittaa, mitkä ovat sen edut ja haitat sekä mihin sen toiminta perustuu. Esityksen lopussa eritellään anestesiasairaanhoitajan ja anestesiologin toimenkuvat, kun käytetään TCI-pumppua laskimoanestesian toteuttamisessa. Ulkoasultaan PowerPoint –esitys on neutraali, eikä siinä

esiinny räikeitä värejä. Fontiksi on valittu yleinen Times New Roman, ja fontin koko on valtaosin 28 pt.

Opetusvideo kuvattiin Tampereen yliopiston Arvo –rakennuksen taitokeskuksen tiloissa, missä Tampereen ammattikorkeakoulun omistama TCI-laite sijaitsi. Video on ulkomuodoltaan yksinkertainen ja pelkistetty, se on tarkennettu kuvaamaan ainoastaan infuusiopumppua. Videon laatimiseen ei vaadittu erityisemmin materiaalia tai ulkopuolista apua. Lista videolla tarvittavista välineistä on liitteessä kaksi. Videon pituus on noin seitsemän minuuttia, ja sen sisältämä tieto perustuu useampaan luotettavaan lähteeseen. Video etenee pumpun käynnistämisestä sammuttamiseen asti. Video opettaa ensin, kuinka ruisku asetetaan pumppuun. Ruiskun asettamisen jälkeen esitetään, kuinka TCI-tila saadaan käynnistettyä ja mitä tietoja infuusiopumppuun tulee ilmoittaa. Videolla käydään läpi, kuinka ruiskun tyhjentyessä vaihdetaan uusi täysi ruisku tilalle. Videon lopussa kerrotaan, miten pumppu on mahdollista tauottaa ja sammuttaa. Videolla ei kiinnitetä erityistä huomiota aseptiikan toteuttamiseen tai keskitytä yksityiskohtiin, kuten ruiskun sisältöön – ruiskuissa on videolla vain ilmaa. Videolla on standstill -kuvia, jotta katsoja muistaisi huomioida ruiskun kokoamisessa tarvittavia elementtejä.

6.3 Opinnäytetyön toteutus vaiheittain

Aloitimme opinnäytetyön tekemisen tutustumalla aiheeseen lokakuussa 2016, jolloin saimme opinnäytetyön aiheen. Lokakuun lopussa kävimme työelämäpalaverissa sopimassa tarkemmin aiheen rajauksesta. Aiheen rajauduttua teimme opinnäytetyön suunnitelman, jonka esitimme ideaseminaarissa. Tämän jälkeen ryhdyttiin keräämään tutkittua ja teoretietoa laajemmin. Syksyn aikana käytiin tiedonhaun opinnot, joissa perehdyttiin verkkotietokantojen käyttämiseen ja kansainvälisten lähteiden etsimiseen. Joulukuussa työn suunnitelman esiteltiin suunnitelmaseminaarissa sekä. Opinnäytetyön aiheen mukaista teoria- ja tutkimustietoa haettiin alusta alkaen jatkuen maaliskuuhun 2017 asti. Opinnäytetyö valmistui huhtikuussa 2017.

Tammikuussa 2017 pidettiin ensimmäinen ohjauskeskustelu, jossa läpikäytiin edelleen opinnäytetyö suunnitelmaa. Toisessa ohjaustapaamisessa, helmikuussa, käytiin läpi hiottua suunnitelmaa. Työn teoreettinen viitekehys oli kokonaisuudessaan tällöin selvä, jonka

jälkeen aloitettiin teoriaosuuden kirjoittamisen. Helmikuun lopussa opinnäytetyölle saatiin lupa, ja helmikuun aikana tutustuttiin toiminnallisen opinnäytetyön menetelmään metodiopinnoilla.

Kun teoreettiset lähtökohdat oli kirjoitettu, aloitettiin tuotoksen suunnittelu ja työstämisen. Opinnäytetyön videotuotoksen toteuttaminen aloitettiin videon käsikirjoituksen suunnittelemisella. Leponiemen (2010, 54) mukaan videon käsikirjoitus toimii videon rakennesuunnitelmana, eikä sitä ole tarkoitus julkaista. Kuvattavan pumpun käyttöoppaaseen tutustuttiin huolellisesti, jonka jälkeen videolla laadittiin käsikirjoitus. Käsikirjoitus on liitteessä kolme ja siinä kuvaillaan, mitä videon eri vaiheissa tapahtuu ja mitä asioita videolla tulee ilmi. Selostustekstiä käyttäessä käytetään lyhyitä lauseita ja kerronnan tulee olla eri, mitä kuvassa näkyy (Leponiemi 2010, 57).

Video kuvattiin maaliskuun alussa ja sen käsikirjoitukseen tehtiin kuvaustilanteessa pieniä muutoksia. Käsikirjoitusta ja kuvassuunnitelmaa ei tarvitse noudattaa orjallisesti kuvaustilanteessa (Välikylä 2005, 50). Video kuvattiin kuvaustilanteessa pitkäkestoiseksi. Samaa kohdetta on suositeltavaa kuvata vähintään kymmenen sekuntia, jos videota on aikomus editoida jälkikäteen (Välikylä 2005, 43). Maaliskuun alussa kun video oli kuvattu, se editoitiin kestoltaan sopivaksi ja siihen liitettiin tekstitykset. Videon oltua kokonaisuudessaan valmis työ esitettiin työelämätaholle hyväksyttäväksi. Videon esitettiin myös ulkopuoliselle henkilölle, joka kommentoi videon onnistuneisuutta ja mahdollisia kehittämiskohteita. Opetusmateriaalin teoriatieto kirjoitettiin huhtikuun aikana ja se luetutettiin opinnäytetyön ohjaajalla sekä sivullisella henkilöllä. Heidän kommenttien mukaan tekstiä muokattiin ymmärrettävämmäksi.

Työn viimeinen ohjauspalaveri tapahtui huhtikuussa. Ohjauspalaverissa läpikäytiin työn lopputulosta ja siinä viilattavia epäkohtia. Opinnäytetyön raportointi ja posterin esitys tapahtuivat huhtikuun aikana. Posterit suunniteltiin ja painatettiin huhtikuun puolessa välissä, ennen esitystä. Käsikirjoitusseminaari pidettiin vasta jälkeinpäin toukokuussa, johon tuen työn nopeutetusta aikataulusta. Opinnäytetyön valmistumisen vaiheet ovat kuvattuna taulukossa yksi.

Taulukko 1. Opinnäytetyön valmistumisen vaiheet

Syksy 2016	Aihevalintaseminaari, työelämäpalaveri, ideaseminaari.
Joulukuu 2016	Suunnitelmaseminaari
	Tiedon haku & kirjoittaminen
Tammikuu 2017	Ohjauskeskustelu
Tammikuu-helmikuu 2017	Tiedon haku & kirjoittaminen
	Suunnitelma & lupahakemus
Helmikuu 2017	Metodiopinnot
Maaliskuu 2017	Opetusvideon kuvaaminen, editointi, tiedon kirjaaminen
Huhtikuu 2017	PowerPoint –esityksen tekeminen, opinnäytetyön palautus & Raportointi
Toukokuu 2017	Käsikirjoitusseminaari

7. POHDINTA

7.1 Eettisyys ja luotettavuus

Tutkimuksen tekeminen on sidoksissa tutkimuseetiikkaan, eli hyvän tieteellisen käytännön noudattamiseen. Tutkimuseetiikka tarkoittaa yleisesti ottaen sovittuja sääntöjä suhteessa toimeksiantajaan, tutkimuskohteeseen, rahoittajiin sekä yleisöön. (Vilka 2015, 41.)

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (2012) määrittelee tieteellisen tutkimuksen eettisesti hyväksyttäväksi ja luotettavaksi, mikäli tutkimus on suoritettu noudattaen hyvän tieteellisen käytännön keskeisiä lähtökohtia. Näitä lähtökohtia ovat esimerkiksi tutkimusluvan hankinta, asianmukaiset lähdeviitteet, rehellisyys sekä yleisen huolellisuuden ja tarkkuuden noudattaminen tulosten tallentamisessa, esittämisessä sekä arvioidessa tutkimuksia ja tuloksia (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2012). Eettisesti hyvässä tutkimuksessa noudatetaan siis hyvää tieteellistä käytäntöä (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 23), joiden noudattamisesta vastaavat ensisijaisesti tutkija ja tutkimusryhmän jäsenet (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2012). Opinnäytetyötä on työstyetty rehellisyydestä, huolellisuudesta ja tarkkuudesta kiinni pitäen. Opinnäytetyötä tehtiin mahdollisimman huolellisesti rauhallisessa ympäristössä, vaikka työllä oli kiireellinen aikataulu, pyrittiin välttämään kiireellistä ilmapiiriä. Projektin alkuvaiheessa työlle anottiin ja saatiin lupa. Jokainen lähdeviite on kirjattu asiayhteyteen heti kun tieto on siirretty opinnäytetyö pohjaan, näin minimoitiin virheellisuuden ja puutteiden esiintymisen lähdeviitteissä.

Tutkimuseetiikan noudattaminen koskee jokaista tutkijaa samalla tavalla. Tutkija noudattaa hyvässä tieteellisessä käytännössä eettisesti oikeita tutkimus- ja tiedonhankintamenetelmiä, eli noudatetaan tiedeyhteisön hyväksymiä tutkimus- ja tiedonhankintamenetelmiä. (Vilka 2015, 41.) Plagiointi on hyvien tieteellisten käytäntöjen rikkomista, joten siitä voi joutua myös vastaamaan (Hirsjärvi ym. 2009, 122). Plagioinnilla tarkoitetaan tieteellistä varastamista, esimerkiksi toisen tutkijan sanamuotojen ja tutkimustuloksien tai ideoiden esittämistä omilla nimillä. Lähteet tulee merkitä tarkoin ja selvästi, jotta luvaton tiedon käyttäminen ei pääse tapahtumaan. (Vilka & Airaksinen 2003, 78; Hirsjärvi ym. 2009, 122.) Lähteistä suoraan kopiointia vältettiin tarkasti opinnäytetyötä tehdessä.

Kenenkään esittämää tekstiä ei kopioitu suoraan opinnäytetyön. Opinnäytetyö tarkastettiin opinnäytetyön prosessin lopussa Urkund-tietojärjestelmässä plagioinnin estämisen varmistamiseksi.

Luotettavuutta tulee aina arvioida, sillä luotettavuus ja pätevyys ovat vaihtelevaa, vaikka pyritäänkin välttämään virheitä (Hirsjärvi ym. 2009, 231). Lähdeaineistoa tulee arvioida jo ennen perehtymistä löydettyyn aineistoon, ja käytettäviä lähteitä etsiessä tulee käyttää harkintaa (Vilka & Airaksinen 2003, 72). Lähteen arvioinnissa kannattaa kiinnittää huomiota myös kirjoittajan tunnettavuuteen ja arvostettavuuteen, lähteen ikään ja lähdetiedon alkuperään, lähteen uskottavuuteen, puolueettomuuteen ja todellisuuteen (Hirsjärvi ym. 2009, 113–114). Käytetyt lähteet ovat arvioitu luotettavuudeltaan ennen niiden käyttöä tässä opinnäytetyössä. Luotettavuutta arvioitiin muun muassa sen perusteella, mistä lähteet löytyivät. Lähteitä vertailtiin asiasisältöjen perusteella keskenään.

Duodecimin lääkäreille sekä sairaanhoitajille suunnatut artikkelit pyrittiin etsimään ja hyödyntämään lähteiksi tähän opinnäytetyöhön. Lisäksi työssä käytettiin hoitotieteellisiä tietokantoja tiedon etsinnässä, esimerkkinä sivustoja PubMed, Medlin ja Medic. Näiden kautta etsittiin mahdollisimman tuoreita, luotettavia, alkuperäisiä ja kansainvälisiä lähteitä laskimoanestesiasta sekä TCI-lääkkeenantomenetelmästä. Edellä mainitut tietokannat osoittautuivat hyödyllisiksi. Lähteitä löytyi myös tieteellisiltä verkkosivustoilta.

Monissa löydettyissä tieteellisissä lähteissä esiintyi samoja kirjoittajia, joten heitä voitaisiin pitää tunnettavina kirjoittajina. Lähes poikkeuksetta kirjoittajat ovat olleet hoitoalan ammattilaisia, esimerkiksi anestesiologeja. Kerättyjen lähteiden alkuperä on myös huomioitu. Toisen käden lähteitä on tiukasti vältelty, eikä niitä tässä työssä ole käytetty. Alkuperäiset lähteet on etsitty, mikäli toisen käden lähteen tietoa on haluttu käyttää tässä opinnäytetyössä.

Koska kansainvälisiä lähteitä käytettiin raportissa runsaasti, osoittautui ongelmia kielitaidon kanssa. Ulkomaankielellä esitetty tieto oli ajoittain haasteellista suomentaa, mutta haasteelliset lauseet luettiin ja mietittiin rauhassa. Tällä minimoitiin tiedon virheellistä ymmärtämistä. Vaikeaksi koetut lauseet käännettiin useamman henkilön toimesta.

Lähteisiin tulee suhtautua kriittisesti. Lähteistä tulee valita mahdollisimman nykypäiväiset lähteet, moni tutkimustieto muuttuu nopeasti. Lisäksi uusimmissa tutkimuksissa on

sisällytetty aiempien tutkimuksien kestävä tieto. (Vilka & Airaksinen 2003, 72–73; Hirsjärvi ym. 2009, 113.) Tähän opinnäytetyöhön on pyritty keräämään mahdollisimman nykypäiväisiä lähteitä. Käyttämällä paljon aikaa lähteiden etsintään, onnistuttiin työhön löytämään mahdollisimman nykypäiväisiä lähteitä. Muutamia lähteitä jouduttiin sivuuttamaan, sillä ne eivät olleet tarpeeksi tuoreita. Vanhoja lähteitä hyödynnettiin lähteiden etsinnässä siten, että vastaavia tietoja pyrittiin etsimään nykypäiväisimmistä lähteistä, osittain siinä onnistuen. Yksi 1900-luvun lopulla julkaistua lähdeä käytettiin työssä, mutta kyseisen tiedon arvioitiin olevan vanhentumatonta tietoa. Lähteiksi tietoa pyrittiin etsimään kymmenen vuoden aikaväliltä. Kymmenen vuoden sisään olevat lähteet aiheuttivat ajoittain pään vaivaa: vaikka lähde olikin kymmenen vuoden sisään julkaistu, oli haastavaa tulkita sen kelpoisuutta nimenomaan nykyhetkeen. Esimerkiksi vuosien takaisessa lähteessä puhuttiin, että etomidaatin käytön on ehdotettu lopetettavaksi jopa kokonaan. Heräsi kysymys, olisiko etomidaatti jo poistettu käytöstä vai oliko se vain ehdotus. Luotettavaa lähdeä ei asiasta löytynyt. Jo aikaisemmin löydetyissä lähteissä, jotka käsittelivät yleisesti käytössä olevia lääkkeitä, ei käsitelty etomidaattia. Arviointikykyä käyttäen päädyttiin tulokseen, että nykyisin kyseinen lääkeaine ei ole yleisessä käytössä, jonka vuoksi etomidaatin asiakohta poistettiin raporttiosuudesta.

Tekijänoikeuden kohde on tekijänoikeuslain (1961/404) mukaan henkilöllä, joka on luonut kirjallisen tai taiteellisen teoksen, oli kyseessä sitten esimerkiksi selitettävä kirjallinen tai suullinen esitys, elokuvateos, valokuvateos tai kaunokirjallinen esitys. Vilka ja Airaksisen (2003, 162) mukaan tekijänoikeus on aina tekijällä itsellään ja tekijää pidetään alkuperäisenä haltijana. Tekijänoikeus voidaan luovuttaa tekijältä toiselle, esimerkiksi koululle, mutta siitä on tehtävä sopimus osapuolten välillä. Sopimus on hyvä olla kirjallisena. Tekijällä on valta päättää teoksen levittämisen laajuudesta, ja se on julkinen heti kun opinnäytetyö on jätetty arvosteltavaksi. (Vilka & Airaksinen 2003, 162.) Tämän opinnäytetyön tekijänoikeus kuuluu tekijöille, mutta Tampereen ammattikorkeakoulu omistaa opinnäytetyömme käyttöoikeudet.

7.2 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Tehdyn opinnäytetyön kokonaisuus arvioidaan. Arviointi toteutetaan kriittisesti tutkivalla asenteella. Oleellinen osa toiminnallisen opinnäytetyön arvioinnissa on tavoitteiden saavuttamisen arvioiminen. On hyvä myös pohtia tavoitteita, jotka mahdollisesti jäivät saavuttamatta ja miksi kävi niin. (Vilka & Airaksinen 2003, 154–155.)

Tarkoituksena oli tuottaa opetusmateriaalia tavoiteohjatusta infuusiosta sairaanhoidon opiskelijoille. Tavoitteeksi asetettiin, että opinnäytetyö auttaisi perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuvia sairaanhoidon opiskelijoita ymmärtämään laskimoanestesiaa ja sen yhtä toteuttamismuotoa, tavoiteohjattua infuusiota sekä teoriassa että käytännössä. Tässä tavoitteessa työn tekijät kokivat onnistuneensa hyvin. Luettavuudeltaan teksti voisi olla vielä ymmärrettävämpää ja lukijaystävällisempää, mutta työn tekemiseen varatun ajan rajoissa tähän ei keretty panostamaan tarpeeksi riittävästi. Tavoitteeseen pääsee parhaiten, mikäli lukija ensin tutustuu tämän opinnäytetyön raporttiosuuden, ja sen jälkeen opetusmateriaaliin. Powerpoint –materiaali tehtiin kuitenkin sellaiseksi, että se ei ole riippuvainen raportista. Materiaalista saa kattavan kuvan TCI-menetelmästä. Ennen opetusmateriaalin julkaisua tuotos näytettiin sekä opinnäytetyöohjaajalle että sivulliselle. He kommentoivat materiaalin ymmärrettävyyttä ja johdonmukaisuutta. Näin materiaali muotoiltiin vieläkin ymmärrettävämmäksi ja toimivammaksi.

Tehtävinä opinnäytetyöllä oli vastata kysymyksiin: mitä tarkoittaa laskimoanestesia, mitä tarkoittaa tavoiteohjattu infuusio ja millainen on hyvä opetusmateriaali. Jokaiseen kysymykseen löytyy vastaus raportista. Kysymyksiin löydettiin vastaukset kirjallisuudesta sekä kansainvälisistä tutkimuksista ja artikkeleista. Raporttiosuuteen onnistuttiin tuomaan hyvinkin oleellisia asioita. Raportti sekä opetusmateriaali ovat yhteneviä asiasisällöiltään.

Asiaa kertyi raporttiosuuteen runsaasti, mikä saattaa tuntua lukijalle hieman raskaalta. Kokonaisuudessaan lopputuloksena syntyi opiskelijoille tietorikasta opetusmateriaalia laskimoanestesian suositusta lääkkeenantomenetelmästä, tavoiteohjatusta infuusiosta. Työn tekemisessä hyödynnettiin Tampereen ammattikorkeakoulun tarjoamia opinnäytetyön ohjauksia, joissa otettiin vastaan kehittämisehdotuksia työlle.

Aiheesta on hyvä saada yhtäläinen ja selkeä opetuspaketti, sillä laskimoanestesia on paljon käytetty anestesiamuoto Suomessa, sen suosio on kasvanut. TCI-lääkkeenantomenetelmä on laskimoanestesian yhteydessä myös yleistynyt. Opetusmateriaali palvelee opiskelijoita loistavasti, sillä opetusmateriaalista opiskelijat saavat teoreettista sekä käytännöllistä tietoa tästä aiheesta.

Kehittämisehdotuksena jatkossa voitaisiin tarkastella tavoiteohjatun infuusion closed-loop –menetelmää, mikä on nykyisestä suljetusta TCI-menetelmästä vieläkin kehittyneempi muoto. Opetusmateriaalia voisi tuottaa myös et-ohjatusta inhalaatioanestesiasta (End-tidal control), jonka toimintaa voidaan verrata tavoiteohjattuun infuusioon. Et-ohjauksessa määritellään tavoiteltavat kaasuseoksen loppuhengityspitoisuudet. Lisäksi olisi mielenkiintoista saada tutkittua laadullista tietoa sairaanhoitajien kokemuksista tietokoneilla ohjatusta anestesiasta käytännössä.

7.3 Tuotoksen toteutumisen pohdinta

PowerPoint –esityksen värimaailma pidettiin kriteerien mukaisesti yksinkertaisena. Esitykselle valittiin yksinkertainen ja neutraali tausta, sillä Lammen (2009, 58) mukaan se olisi paras ratkaisu. Tekstin luettavuuteen vaikuttaviin tekijöihin perehdyttiin aikaisemmin ja sen perusteella valittiin fontti, joka sisältää lukijan katseelle kiintopisteitä, eli käytännössä fontissa on ylä- ja alapidennyksiä. Parhaimmaksi fontin kooksi Lammi on määrittänyt kirjassaan 24–28 pt välille ja liian pieneksi fontiksi Lammi on määritellyt alle 18 pt koon. Käytimme esityksessä suurin osin fontin kokoa 28 pt. Kuitenkin esteettisistä syistä jouduttiin välillä käyttämään myös 20 pt fonttikokoa. Fontin koko pidettiin työssä aina yli 18 pt:n. Teksti luetutettiin lukijalla, joka ei ole lainkaan yhteydessä hoitotyöhön. Lukija antoi hyviä vinkkejä tekstin muokkaamiseen siten, että tuotos olisi mahdollisimman ymmärrettävää tietämystasosta riippumatta.

Powerpoint –esityksellä ilmenevä tieto on laadukasta ja paikkansa pitävää. Materiaalin sisältö perustuu useampaan luotettavaan lähteeseen, mikä tukee oppimateriaalin pedagogiikkaa. PowerPointin lopussa on luettelomaisesti listattu anestesiahoitajan ja anestesiologin työtehtäviä. Luettelo onnistuttiin tekemään kriteerien mukaisesti, eli sinne ei sijoitettu vajaita lauseita. Käytettävyydeltään opetusmateriaali on hyvä, sillä PowerPoint toi-

mii usealla tietokoneella ja se on yleisesti käytössä oleva ohjelma. Käytettävyyttä edistäen, on opetusvideo liitetty PowerPoint:in loppuun. Videon voi katsoa jouhevasti lukemisen päätteeksi, eikä erillistä mediasoitinta vaadita.

Aseptiikan käsittely jätettiin tietoisesti videolta pois. Tämän salli hyvän opetusvideon kriteeri, jonka mukaan videolta voidaan jättää jotain olennaista pois, jotta katsoja aktivoisi omaa tiedonkäsittelyä. Opetusmateriaalin laatua on tuettu siten, että video on kuvattu laadukkaalla kameralla, ja ympäristö videolla on ihanteellinen. Hyvän opetusvideon kuvausympäristön ei tule olla sekamelska, jonka vuoksi video kuvattiin seinän edessä. Näin kuvausympäristö on videolla selkeä ja sulautuva. Sanoman perille meno pyrittiin varmistamaan sillä, että videon aihe on yksinkertainen ja pelkistetty.

Opetusvideon heikkoutena on, että se opettaa vain yhden mallisen pumpun käyttämisen, eikä videolla esiintyvä infuusioruisku letkuineen ole täydellinen videossa. Videota kuvattaessa ei oltu tietoisia siitä, että ruiskun päässä tulisi olla kolmitiehana. Myöhemmin asian huomattua virhe korjattiin lisäämällä standstill –kuvamateriaalia, missä perfuusioruiskuun on kiinnitetty oikeaoppisesti lääkelisäystarra ja kolmitiehana. Tämä kompensoi tilannetta, mutta ei tee videosta niin sujuvaa kuin se voisi olla.

Opetusvideo on kuvattu hyvän opetusvideon kriteereiden mukaisesti. Hyvän opetusvideon tulee olla jatkuvasti eteenpäin ohjautuva, ja siksi tekemämme opetusvideo etenee koko ajan. Videon pituus on alle 10 minuuttia, sillä hyvän opetusvideon ei tule olla liian pitkä. Pumpun käsittelyyn saatiin lisää luotettavuutta havainnoimalla käytännön työelämää syventävässä anestesiahoitotyön harjoittelussa. Kuvatekstin lauseiden tulee olla videolla lyhyitä. Tämä ei toteutunut täydellisesti, tekstiä olisi voinut muotoilla yhä tiiviimmäksi ja ytimekkäämmäksi. Tekstin ajoitusta voisi yhä edelleen parannella. Videon kuvaamisessa ei onnistuttu niin hyvin, että tämän toteuttamisessa oltaisiin onnistuttu – videolla edettiin ajoittain liian nopeasti työtehtävistä toiseen. Opiskelijat voivat kuitenkin pysäyttellä videota halutessaan tai palata videolla taaksepäin. Kaiken kaikkiaan videon lopputulos oli miellyttävä.

7.4 Opinnäytetyön prosessin pohdinta

Opinnäytetyön aihe kehittää perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuvia tulevaan työelämään. Aiheesta löytyi laajasti tutkittua tietoa, mutta työssä suoranaisesti hyödynnettävää materiaalia löytyi heikosti. Suomalaisia tutkimuksia löytyi vähän, joten lähes kaikki työssä käytetyt tutkimuslähteet ovat muualla maailmassa toteutettuja. Työssä hyödynnettiin sekä suomalaista että ulkomaalaista kirjallisuutta. Työhön jouduttiin ottamaan myös vanhempia lähteitä, mutta lähteistä poimitut tiedot olivat yhteneviä nykyisesti tiedettäviin teorioihin. Tuoreita tutkimuksia löytyi hyvin ja niiden etsiminen ja lukeminen olivat opettavaista. Tietoa löydettiin paljon ulkomaalaisista tiedon lähteistä, jonka vuoksi esimerkiksi työssä käytettäväksi esitellyt lääkeaineet eivät välttämättä kuvaa täydellisesti Suomessa vallitsevia protokollia. Tieto on kuitenkin kerätty luotettavista lähteistä. Eri sairauksissa on eri käytännöt, joiden mukaan tulee toimia. Opinnäytetyön aihe antaa yleiskatsausta mahdollisesti käytettävistä lääkeaineista, mutta TCI-lääkkeenantomenetelmä perustuu maailman laajuisesti yhteen ja samaan teoriaan – käytettävästä farmakologisesta mallista riippuen. Erilaisia pumppuja on markkinoilla useita, ja niiden käyttäminen tulee opetella aina erikseen.

Opinnäytetyö oli työn tekijöille ensimmäinen laaja kirjallinen työ, jonka vuoksi prosessi oli vaativa ja työläs. Opinnäytetyötä tehdessä tekijät suorittivat anestesiahoitotyön syventävää harjoittelua, missä hyödynnettiin laskimoanestesiaa ja tavoiteohjattua infuusiota. Tämä auttoi ymmärtämään aihetta käytännön näkökulmasta, kun aiemmin opittu tieto perustui pelkästään teoriaan.

Opinnäytetyö toteutettiin nopeutetulla aikataululla, mikä koettiin haasteeksi. Työn alussa keskityttiin hakemaan runsaasti tutkittua tietoa aiheesta, jonka jälkeen keskityttiin kokoamaan tiedot luettavaan muotoon. Opinnäytetyön valmistuminen eteni nopeasti. Alku oli haastava, sillä alussa opinnäytetyön aihe, jonka Tampereen ammattikorkeakoulu oli tiellannut, ei auennut täysin. Tekstistä jouduttiin poistamaan epäolennaisia asioita. Tekstiä tiivistettiin myös ytimekkäämmäksi ja lukijalle miellyttävämpään muotoon. Tekstin ymmärrettäväksi muokkaaminen oli aika ajoin haasteliasta. Lukiessa teorian tietoa oli myös tekijöiden oma ymmärrys ajoittain koetuksella, mikä loi haasteita tekstin muotoilemisessa lukijaystävälliseen muotoon.

Aiheen rajauksessa koettiin haasteita. Oli vaikeaa hahmottaa, mikä on oleellista tietoa ja mikä ei. Haasteita loi myös epäily siitä, kuinka syvälle eri osa-alueissa tulisi mennä ilman, että se menisi ohi opinnäytetyön aiheen. Tietoa kerääntyi suhteellisen paljon, mutta opinnäytetyöhön jätettiin kuitenkin olennaiset asiat. Työssä käydään joitain asioita läpi tarkemmin – esimerkiksi lääkaineita, sillä koettiin, että lukijan on tärkeää ymmärtää niistä hieman pintaa syvemmin, jotta voisi toteuttaa laskimoanestesiaa turvallisesti. Kun aloitettiin kasaamaan teorialtietoa opetusmateriaaliksi PowerPoint:iin, oli opinnäytetyön teoriaosuus jo valmis. Prosessin edetessä tietämys työn aiheesta kasvoi ja muuttui syväksi, joten alkuun tuotos oli asiasta tietämättömälle liiankin vaikeasti ymmärrettävä. Asia korjattiin lopulta ongelman huomattua.

Opetusmateriaali tehtiin loppuvaiheessa, ja siihen tulleet tiedot olivat teoriaosuuden vuoksi helposti saatavilla – näin ollen opetusmateriaali oli miellyttävä toteuttaa. Yhteistyö toimi kaiken kaikkiaan erittäin hyvin, mikä on vaikuttanut opinnäytetyön tekemiseen ja etenemiseen positiivisesti. Opetusmateriaalin työstämistä hidasti ja vaikeutti se, että alkuun koettiin ongelmia hahmottaa mitä tuotoksen pitäisi tarkalleen sisältää. Aluksi tehtiin opetusvideon, joka sisälsi teorialtiedon tekstimuodossa sekä pumpun käytön opettamisen. Huomattiin, että kyseinen opetusmateriaalin olomuoto ei palvele katselijaa yhtä hyvin kuin esimerkiksi PowerPoint –esitys palvelisi. Asiasta keskusteltiin opinnäytetyöohjaajan kanssa ja tultiin siihen tulokseen, että tuotoksen olomuodon vaihtaminen olisi yhä mahdollista. Videossa teoriaosuus oli hyvin yksinkertainen visuaaliselta ilmeeltään, kun PowerPointissa visuaalisuuden toteuttamiseen oli enemmän mahdollisuuksia ja vaihtoehtoja. Tämäkin vahvisti päätöstä luopua ajatuksesta, että koko oppimateriaali olisi videomuodossa. PowerPoint –esityksen viimeiselle diasivulle liitettiin opetusvideo pumpun käyttämisestä. Tällä vaihdoksella saatiin hyödynnettyä tehokkaammin hyvän opetusmateriaalin kriteereitä.

Opetusvideota jouduttiin kuvaamaan kaksi kertaa, sillä ensimmäisen otoksen lopputulos ei miellyttänyt esteettisesti. Kamera heilui ja pumpun käyttäminen ei ollut videolla sujuvaa. Toisella kerralla ongelmat huomioitiin uudelleen, ja lopputulokseen oltiin tyytyväisiä. Opetusvideon käsikirjoitukseen tuli kuvaamishetkellä muutoksia. Opetusvideon käsikirjoitus pumpun käyttämisestä oli vaikea tehdä, sillä opinnäytetyön tekijöillä ei ollut aikaisempaa kokemusta pumpun käyttämisestä.

Opinnäytetyöprosessi oli kokonaisuudessaan kasvattava. Sen lisäksi, että opittiin laajasti teorian tietoa kyseisestä aiheesta, opittiin myös hyödyntämään eri tietokantoja lähteiden etsimisessä. Myös kieliasu parani prosessin loppua kohti. Kiitos yhteistyötaholle, Tampereen ammattikorkeakoululle, sekä opinnäytetyön ohjaajalle hyvästä yhteistyöstä.

8. LÄHTEET

Aantaa, R. & Scheinin, H. 2014. Inhalaatioanestesia ja laskimoanestesia. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) *Anestesiologia ja tehohoito 2014*. 3., uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 350–359.

Absalom, A. R., Mani, V., De Smet, T. & Struys, M. M. 2009. Pharmacokinetic models for propofol—defining and illuminating the devil in the detail. *British journal of Anaesthesia* 103 (1), 26–37

Absalom, A. R., Glen, J., Zwart, G., Schinder, T. & Struys, M. 2016. Target-Controlled Infusion. A Mature Technology. *Official Journal of the International Anesthesia Research Society* 112 (1), 70–78.

Ailio, J. 2015. Vähän parempi video. Opas laadukkaan videon suunnitteluun ja toteutukseen. Turku: Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaalia.

Aitkenhead, A. R., Rowbotham, D. J. & Smith, G. 2001. *Textbook of Anaesthesia*. Harcourt Publishers Limited.

Al-Rifai, Z. & Mulvey, D. 2016. Principles of Total Intravenous Anaesthesia: practical aspects of using total intravenous anaesthesia. *BJA Education* 16 (8), 276–280.

Antila, H. 2008. Tavoiteohjattu infuusio. Helsinki: *Spirium* 24 (1), 13–14.

Anttila, R. & Kuosa R. 2016. Maligni hypertermia – harvinainen anestesiologinen hätätilanne. *Finnest* 49 (3), 174–180.

Aston, D., Rivers, A. & Dharmadasa, A. 2013. *Equipment in Anaesthesia and Critical Care: A Complete Guide for the FRCA*. Banbury: Scion Publishing.

Aun, L. T., Ahmad, A., Leong, L. W., Krishnan, H., Yin, W. C., Praba, T., Hooi, K.T., Wan Hassan, W. M., Esa, N. B. & Majid, S. A. 2013. *Total Intravenous Anaesthesia. Using target controlled infusion. A pocket reference*. 2nd edition. Academy of Medicine of Malaysia.

Buchh, V., Saleem, B., Reshi, F., Hashia, A., Gurcoo, S., Shora, A. & Qazi, S. 2008. A Comparison of total intravenous anaesthesia (TIVA) to conventional general anaesthesia for day care surgery. *The Internet Journal of Anaesthesiology* 22 (1), 1–6.

Casas, F. D. & Fernandez, J. M. 2016. Evaluation of a closed loop total intravenous anaesthesia system with bis compared to an open loop target controlled infusion system (TCI): randomized controlled clinical trial. *Anaesthesia & Analgesia* 123 (3), 766–767.

Carefusion, n.d. Alaris PK –ruiskupumppu. Käyttöohje. Käyttöön liittyviä varoituksia.

Ching, T. S., Sivasubramaniam, S., Chan, L., Siew Kiau, F. L., Ismail, H., Shariffuddin, I. & Bagshaw, O. 2016. *Total Intravenous anaesthesia for paediatrics. A practical guidebook*. 1st edition. College of Anaesthesiologists. Academy of Medicine of Malaysia.

- Coetzee, J. 2009. Total intravenous anaesthesia to obese patients: largely guesswork? *European Journal of Anaesthesiology* 26 (5), 359–361.
- Donkor, F. 2010. The Comparative Instructional Effectiveness of Print-Based and Video-Based Instructional Materials for Teaching Practical Skills at a Distance. *International Review of Research in Open and Distance Learning* 11 (1), 96–116.
- Gaszynski, T. & Wieczorek, A. 2016. A comparison of BIS recordings during propofol-based total intravenous anaesthesia and sevoflurane-based inhalational anaesthesia in obese patients. *Anaesthesiology Intensive Therapy* 48 (4), 239–247.
- Grönlund, J., Antila, H. & Olkkola, K. 2009. Tavoiteohjattu infuusio – Target Controlled Infusion (TCI). *Finnanest* 42 (3), 224–230.
- Hammarén, E. 2006b. Laskimoanestesia kriittisesti sairailta. Helsinki: *Spirium* 41 (4), 5–9.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 19. Painos. Helsinki: Tammi.
- Jakobsson, J. 2009. *Anaesthesia For Day Case Surgery*. Oxford: OUP Oxford.
- Kangas-Saarela, T. & Mattila, K. 2014. Anestesia-aineet ja menetelmät päiväkirurgiassa. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) *Anestesiologia ja tehohoito 2014*. 3., uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 416–418.
- Keränen, V. & Penttinen, J. 2007. *Verkko-oppimateriaalin tuottajan opas*. Jyväskylä: WSOYpro.
- Kymäläinen, M. 2009. Monitorointi – unen syvyys. Helsinki: *Spirium* 44 (4), 14–15.
- Leponiemi, K. 2010. *Videokuvaus taitoa ja tekniikkaa*. Jyväskylä: WSOYpro Oy.
- Lammi, O. 2009. *Vaikuta visuaalisesti! Laadi selkeä esitys*. Jyväskylä: WSOYproOy. Docendo-tuotteet.
- Leslie, K., Clavisi, O. & Hargrove, J. 2008. Target-controlled infusion versus manually-controlled infusion of propofol for general anaesthesia or sedation in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008:CD00659.
- Liu, Y., Li, M., Yang, D., Zhang, X., Wu, A., Yao, S., Xue, Z. & Yue, Y. 2015. Closed-Loop Control Better than Open-Loop Control of Propofol TCI Guided by BIS: A Randomized, Controlled, Multicenter Clinical Trial To Evaluate the CONCERT -CL Closed-Loop System. China: Department of Anesthesiology, *PLoS ONE* 10 (4), 6–7.
- Lysakowski, C., Dumont, L., Pellégrini, M., Clergue, F. & Tassonyi, E. 2001. Effects of fentanyl, alfentanil, emifentanil and sufentanil on loss of consciousness and bispectral index during propofol induction of anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 86 (4), 523–527.

- Manner, T. & Taivanen, T. 2014. Anestesia-aineet ylläpidonaikana lapsilla. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) *Anestesiologia ja tehohoito 2014. 3., uudistettu painos*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 763–765.
- Morgan, M. 1983. Total intravenous anaesthesia. The association of anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Anaesthesia* 38 (2), 1–9.
- Morimoto, Y. 2016. Awareness during anesthesia: Current status in Japan. *World Journal of Anesthesiology* 5 (3), 62–66.
- Mustola, S. 2004. Tajuttomuuden, kivuttomuuden ja EEG:n purskevaimentuman mittaamisesta laskimoanestesian aikana. *Finnanest* 37 (5), 430–433.
- Naidoo, D. 2011. Target Controlled Infusions. University of Kwazulu-Natal. Department of Anaesthetics, 31/2016.
- Niemi-Murola, L. 2012 Yleisanestesian ylläpito ja herättäminen. Teoksessa Niemi-Murola, L., Jalonen, J., Junttila, E., Metsävainio, K. & Pöyhiä, R (toim.) *Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. 1. painos*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Niemi-Murola, L. 2016. Monitorointi. Teoksessa Niemi-Murola, L., Metsävainio, K., Saari, T., Vahtera, A. & Vakkala, M. *Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. 2016. 3., uudistettu painos*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Nimmo, A. F. & Cook, T. M. 2014. Total intravenous anaesthesia. Teoksessa Pandit, J. J. & Cook, T. M. NAP5. *Accidental Awareness during General Anaesthesia in the United Kingdom and Ireland. Report and finding*, 151–158.
- Nora, F. S. 2008. Total Intravenous Anesthesia as a Target-Controlled Infusion. An Evolutionary Analysis. *Rev Bras Anesthesiol* 58 (2), 179–192.
- Nurminen, M-L. 2011. *Lääkehoito*. Helsinki: WSOYpro Oy.
- Oikkonen, M. 2014. Maligni hypertermia. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) *Anestesiologia ja tehohoito 2014. 3., uudistettu painos*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 863–867.
- Oliveira, C., Bernardo, W. & Nunes, V. 2017. Benefit of general anesthesia monitored by bispectral index compared with monitoring guided only by clinical parameters. Systematic review and meta-analysis. *Brazilian Journal of Anesthesiology* 67 (1), 72–84.
- Olkkola, K. T. 2006a. Laskimoannostelun farmakokinetiikka ja farmakodynamiikka. *Finnanest* 39 (3), 191–198.
- Olkkola, K. T. 2006b. Lääkeaineiden yhteisvaikutukset anestesiologissa ja tehohoidossa. *Spirium* 41 (4), 12–17.
- Olkkola, K. T. 2014. Lihasrelaksantit. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) *Anestesiologia ja tehohoito 2014. 3., uudistettu painos*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 124–138.

Opetushallitus 2005. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Työryhmän raportti. Helsinki: Edita Prima.

Parviainen, I. & Bendel, S. 2016. Akuuttihoiton lääkkeet. Akuuttihoiton tietokannat. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Puustinen, M-L. 2013. Lapsilla käytettävät laskimoanesteetit. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) Anestesiahoitotyön käsikirja 2013. 1. Painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 255.

Rosenberg, P. 2014. Anestesia-aineet ja puudutteet. Teoksessa Pelkonen, O., Ruskoaho, H., Hakkola, J., Huupponen, R., MacDonald, E., Moilanen, E., Pasanen, M., Scheinin, M. & Vähäkangas, K. (toim.) Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia 2014. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Saari, T. 2015. Tavoiteohjattu infuusio. Helsinki: Spirium 50 (4), 32–34.

Salmenperä, M. & Yli-Hankala, A. 2014. Potilaan valvonta anestesian aikana. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito 2014. 3., uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 306–330.

Salomäki, T. 2014. Opioidit. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito 2014. 3., uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 116–121.

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turun ammattikorkeakoulu. Tampere: Juvenes Print.

Sandham, J. 2009. Total intravenous anaesthesia (TIVA). EBME Biomedical And Clinical Engineerin Website. <http://www.ebme.co.uk/articles/clinical-engineering/95-total-intravenous-anaesthesia-tiva>

Scheinin, H. & Valtonen, M. 2014. Laskimoanestesia-aineet ja sedaatiolääkkeet. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 100–113.

Schnider, T. W., Minto, C., Struys, M. M. & Absalom, A. R. The safety of Target-Controlled Infusions. 2016. International Anesthesia Research Society. *Anesthesia & Analgesia* 122 (1), 79–85.

Sivasubramaniam, S. K. 2007. Target controlled infusion [TCI] in Anaesthetic practise. University Hospitals of North Staffordshire. AnesthesiaUK. <http://www.frca.co.uk/article.aspx?articleid=101001>

Sivasubramaniam, S. K. 2014. Review of pharmacokinetic models for target controlled infusions in anesthesia. *International Journal of Basic & Clinical Pharmacology* 3 (3), 417–423.

Struys, M., Absalom, A. & Shafer, A. Intravenous Drug Delivery Systems. 2014. Teoksessa Miller, R. D., Cohen, N., Eriksson, L., Fleisher, L., Wiener-Kronish, J. & Young, W. Miller's Anesthesia 8gth edition. Elsevier, 919–958.

Suominen, R. & Nurmela, S. 2011. Verkko-opettaja. Helsinki: WSOYpro Oy.

Tekijänoikeuslaki 8.7.1961/404

Tella, S., Vahtivuori, S., Vuorento, A., Wager, P. & Oksanen, U. 2001. Verkko opetuksessa – opettaja verkossa. Helsinki: Edita.

Thomson, A. J., Morrison, G., Thomson, E., Beattie, C., Nimmo, A. F. & Glen, J. B. 2014. Induction of general anaesthesia by effect-site target-controlled infusion of propofol: influence of pharmacokinetic model and k_{eo} value. United Kingdom: Journal of the Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland 69 (5), 429–435.

Tunturi, P. 2013a. Tavoiteohjattu infuusio (TCI). Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) Anestesiahoitotyön käsikirja 2013. 1. Painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 84–86.

Tunturi, P. 2013b. Laskimoanesteetit. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) Anestesiahoitotyön käsikirja 2013. 1. Painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 111–112.

Tunturi, P. 2013c. Opioidit. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) Anestesiahoitotyön käsikirja 2013. 1. Painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 116–118.

Tunturi, P. 2013d. Lihaskrelaksantit. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) Anestesiahoitotyön käsikirja 2013. 1. Painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 120–122.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Luettu 18.1.2017. <http://www.tenk.fi/fi/htk-ohje>

Valtonen, M. 2014. UUDET I.V.-ANESTEETIT. Suomen Anestesiahoitajat ry – SASH Ry. Luettu 3.3.2017. http://www.sash.fi/images/Anestesiakurssi_2014/11_Valtonen_Mika_Uudet_iv_anesteetit.pdf

Varshney, P., Varshney, M., ja Bhadoria, P. 2008. Comparison of Total Intravenous Anaesthesia, Spinal Anaesthesia And Local Block For Day Care Inguinal Herniorrhaphy. The Internet Journal of Anesthesiology. 22 (1), 1–7.

Vasian, HN., Mărgărit, S., Ionescu, D., Keresztes, A., Arpăsteuan, B., Condruz, N., Coadă, C. & Acalovschi, I. 2014. Total Intravenous Anesthesia-Target Controlled Infusion for colorectal surgery. Remifentanil TCI vs sufentanil TCI. Romania Journal of Anaesthesia and Intensive Care 21(2), 87–94.

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

Vilkka, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. uudistettu painos. Jyväskylä: PS-kustannus.

Välilikylä, J. 2005. Digivideokoulu. Jyväskylä: Docendo Finland.

White, P. F. 2014. A History of Intravenous Anesthesia. Teoksessa Edmond, E., Lawrence, J. S. & Rod, N. W. 2014, The wondrous story of anesthesia. Los Angeles: Department of anesthesia, 629–639.

Yli-Hankala, A. 2003. EEG:n entropia anestesian syvyyden mittarina. *Finnanest* 35 (3), 430–433.

Yli-Hankala, A. 2015. Tahaton hereillä olo. *Finnanest* 48 (5), 448-452.

Yli-Hankala, A. & Scheinin, H. 2015. Voiko anestesian syvyyttä mitata aivosähkökäyrällä? *Duodecim*, 131 (20), 1929–1936.

Zhang, C., Xu, L., Ma, Y-Q., Sun, Y-X., Li, Y-H., Zhang, L., Feng, C-S., Luo, B., Zhao, Z-L., Guo, J-R., Jin, Y-J., Wu, G., Yuan, W., Yuan, Z-G. & Yue, Y. 2011. Bispectral index monitoring prevent awareness during total intravenous anesthesia: a prospective, randomized, double-blinded, multi-center controlled trial. *Chinese Medical Journal* 124 (22), 3664–3669.

Zhi-Fu, W., Guan-Shiung, J., Meei-Shyuan, L., Chin, L., Yi-Fang, C., Yi-Wen, C., Yuan-Shiou, H., Chen-Hwan, C. & Chueng-He, L., 2014. An Analysis of Anesthesia-Controlled Operating Room Time After Propofol-Based Total Intravenous Anesthesia Compared with Desflurane Anesthesia in Ophthalmic Surgery: A Retrospective Study. *China: Anesthesia & Analgesia* 119 (6), 1393–1406.

9. LIITTEET

Liite 1. Maat, joissa tavoiteohjattu infuusio -menetelmät ovat myynnissä sekä hyväksytyjä

Algeria	Hong Kong	Paraguay
Andorra	Unkari	Peru
Argentiina	Islanti	Filippiinit
Australia	Intia	Puola
Bahrain	Iran	Puerto Rico
Bangladesh	Irlanti	Qatar
Belgia	Israel	Réunion
Bolivia	Italia	Romania
Botswana	Japani	Venäjä
Brasilia	Jordania	Saudi Arabia
Brunei	Kuwait	Serbia
Bulgaria	Libanon	Singapore
Caymansaaret	Liettua	Slovenia
Chile	Luxemburg	Etelä-Afrikka
Ecuador	Marokko	Thaimaa
Egypti	Namibia	Tunisia
Estonia	Alankomaat	Turkki
Ghana	Pakistan	Vietnam
Itävalta	Indonesia	Portugali
Kanada*	Libya	Slovakia
Kiina	Malesia	Etelä-Korea
Kolumbia	Malta	Espanja
Kreikka	Panama	Sambia
Kroatia	Martinique	Swazimaa
Kuuba	Mauritania	Ruotsi
Kypros	Meksiko	Sveitsi
Ranska	Uusi-Seelanti	Ukraina
Ranskan Polyne- sia	Nigeria	Iso-Britannia
Saksa	Norja	Venezuela
Suomi	Uusi-Kaledo- nia	Arabiemiirikun- nat
Tanska	Mongolia	Taiwan
Tšekin tasavalta	Moldova	Syyria

*Kanadassa on myönnetty osittainen hyväksyntä. Tällä hetkellä ei aktiivista myyntiä

Absalom, A. Glen, J. Zwart, T. Schinder, T & Struys, M. 2016. Target-Controlled Infusion: A Mature Technology. Official Journal of the International Anesthesia Research Society: ANESTHESIA & ANALGESIA 2016, 112 (1), 70–78.

Liite 2. Videoinnissa tarvittavat välineet

Henkilöt

- Sairaanhoitaja
- Kuvaaja

Tilat

- Kuvaushuone

Tarvikkeet

- Videokamera
- TCI-pumppu
- Infuusioteline
- Infuusioruisku
- Infuusioletku
- Jalusta
- Lääkelisäystarra

Liite 3. Käsikirjoitus opetusvideosta

Teksti lisätään videoon jälkikäteen. Videolla näkyy ainoastaan TCI-pumppu ja hoitajan käsi. Videon kokonaiskesto on noin 6 minuuttia.

Kuva 1:

TCI-laite, johon on asetettu paikoilleen ruisku ja siinä oleva kolmitiehana ja infuusioletku. Kolmitiehana on kiinni tässä vaiheessa.

Teksti 1:

Kuvassa: 50 ml ruisku – kolmitiehana – infuusioletku x2 – takaiskuventtiili

Kuva 2:

TCI-laite kuvattuna lähempää. Kuvassa valmis ruisku ja kolmitiehana, joka on kiinni.

Teksti 2:

Huomioi kolmitiehana (kiinni ennen infuusion aloitusta)

Kohtaus 1:

Video alkaa TCI-pumpun kuvaamisella, sairaanhoitaja painaa pumpun virtanäppäimestä päälle. Sairanhoitaja aukaisee pumpun ruiskun kotelon, jonka jälkeen hän asettaa ruiskun paikoilleen, kiinnittää ruiskun ja tämän jälkeen sulkee kannen. Sairanhoitaja vahvistaa oikean ruiskun painamalla ok.

Teksti 3:

Ruiskun asettaminen. Käynnistä virta virtapainikkeesta. Pumppu tarkistaa automaattisesti itsensä. Sen jälkeen työnnin avautuu. Avataan salpa ensin vetämällä salpaa itseensä ja kääntämällä oikealle. Avataan kansi. Aseta ruisku paikoilleen. Palauta salpa. Tue ruiskua toisella kädellä. Sulje kansi. Valitse käytössä oleva ruisku eri vaihtoehdoista.

Kohtaus 2:

Hoitaja valitsee käytettävän TCI-moodin, asettaa pumpun pyytämät potilaan tiedot ja valitsee käytettävän mallin, vaikutuskohteen ja tavoitepitoisuuden. Hoitaja aloittaa infuusion.

Teksti 4:

TCI-moodin ohjelmointi. Pumppu kysyy käytetäänkö lääkekirjastoa? Valitaan kyllä. Valitaan TCI. Valitaan käytössä oleva lääkeaine, esim. Propofol. Valitaan vahvuus (anestesiologin määräämä). Valitaan käytettävä malli (anestesiologin tehtävää tästä eteenpäin). Valitaan vaikutuskohde: plasma tai kohde-elin. Kyseinen malli vaatii potilaan pituuden, sukupuolen, painon ja iän. Asetetaan tavoitepitoisuus. Näytöllä on yhteenveto infuusion tiedoista. Aloitetaan infuusio painamalla start. Pumppu ilmoittaa kun ruisku on tyhjä. Kuitataan hälytys: OK. Vaihdetaan nyt ruisku.

Kohtaus 3:

Hoitaja vaihtaa ruiskun kesken infuusion ja asettaa uuden ruiskun tilalle. Hoitaja näyttää, mistä voidaan tarkkailla pumpun ilmoittamia tietoja kesken infuusion.

Teksti 5:

Ruiskun vaihtaminen. Avataan salpa, kansi ja poistetaan ruisku. Vaihdetaan ruisku uuteen ruiskuun. Valitaan sen jälkeen taas käytössä oleva ruisku. Pumppu pyytää vahvistamaan käytettävän lääkeaineen ja sen vahvuuden. Infuusio jatkuu taas painamalla start. Alaspäin osoittava nuolinäppäin antaa tietoja infuusiosta pumpun vasempaan alalaitaan. Oikealle osoittavasta nuolinäppäimestä saadaan myös samoja tietoja. C_p = tämän hetkinen plasman konsentraatiopitoisuus. C_e = tämän hetkinen kohde-elin konsentraatiopitoisuus. C-painikkeesta palataan takaisin.

Kohtaus 4:

Hoitaja vaihtaa tavoitepitoisuutta ja vaikutuskohdetta nuolinäppäinten avulla. Hoitaja tauottaa infuusion ja muokkaa tauon pituutta. Hoitaja jatkaa tämän jälkeen infuusiota. Lopussa hoitaja poistaa ruiskun ja sammuttaa infuusiopumpun.

Teksti 6:

Tavoitepitoisuuden muuttaminen. Painetaan vasemmalle osoittavasta nuolinäppäimestä. Muutetaan tavoite. Infuusio voidaan tauottaa painamalla virtapainiketta pohjaan (tätä ei tehdä kesken anestesian, vaan esim. Herätysvaiheessa kun infuusio lopetetaan). Taukoaikaa on mahdollista muokata. Tauolta voidaan palata C-painikkeesta. Infuusio jatkuu kun painetaan start. Pumppu voidaan sulkea painamalla stop, poistamalla ruisku. Virta sammutetaan virtapainikkeesta.

Käytettyjä lähteitä:

Braun Perfusor Space Instructions For Use Manual 3; 29-31