



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Janita Junntila, Janina Kallio

Henkilökunnan turvallisuus magneetti- kuvantamisessa

Turvallisuusopas Yliopistolliselle Eläinsairaalalle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja

Radiografia ja sädehoito

Opinnäytetyö

18.04.2018

Tekijät	Janita Junttila, Janina Kallio
Otsikko	Henkilökunnan turvallisuus magneettikuvantamisessa
Sivumäärä	17 sivua
Aika	18.4.2018
Tutkinto	Röntgenhoitaja
Koulutusohjelma	Radiografia ja sädehoito
Suuntautumisvaihtoehto	Radiografia ja sädehoito
Ohjaajat	Lehtori Anne kangas Lehtori Sanna Törnroos
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Yliopistollisen Eläinsairaalan henkilökunnalle magneettikuvantamisen turvallisuudesta kertova turvallisuusopas uuden laitehankinnan yhteyteen. Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä henkilökunnan tietoutta turvallisista toimintatavoista magneettikuvantamisessa. Työssä keskitytään henkilökunnan turvallisuutta koskeviin asioihin.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä, jonka tuotoksena syntynyt turvallisuusopas toteutettiin PowerPoint -esityksen muodossa. Tuotos pohjautui asianmukaisista suomalaisista sekä kansainvälisistä lähteistä ja Yliopistolliselta Eläinsairaaltal saaduista käytännön esimerkeistä koottuun tietoperustaan. Raportissa tarkasteltiin työn lähtökohtia sekä magneettikuvantamista ja sen turvallisuutta henkilökunnalle. Magneettiturvallisuuden näkökulmasta tarkasteltiin staattisen magneettikentän vaikutuksia, ferromagneettisia esineitä, sekä magneettikuvantamisen toimintaympäristöä. Työssä tarkasteltiin myös magneettikenttien henkilökunnalle aiheuttamia fysiologisia vaikutuksia.</p> <p>Opinnäytetyön tuotoksena syntynyt ääniohjattu PowerPoint -esitys koostuu tekstistä, havainnollistavista kuvista, lyhyistä videoista, sekä suomen kielisestä selostuksesta. Kuvissa ja kuvateksteissä on päädytty käyttämään suomen kielen lisäksi englanninkieltä, jotta esitystä pystyisi hyödyntämään tarvittaessa myös ulkomaalaiselle yleisölle. Esityksessä on käytetty vain hankittuun tietoperustaan pohjautuvia luotettavia lähteitä.</p> <p>Tämä opinnäytetyö toteutettiin Yliopistollisen Eläinsairaalan toimeksiannosta. Valmis tuotos tulee käytettäväksi Yliopistolliselle Eläinsairaallalle uusien magneettikuvaustilojen käyttöönoton jälkeen. Turvallisuusopasta tullaan esittämään Yliopistollisen Eläinsairaalan henkilökunnalle ja opiskelijoille noin neljä kertaa vuodessa. Eläinsairaallalla aiemmin käytössä ollut matalakenttälaite ei ole vaatinut käyttäjiltään erityisiä turvallisuustoimia. Uuden magneettilaitteen myötä osaston magneettiturvallisuuskulttuuri muuttuu radikaalisti. Turvallisen työskentelyn takaamiseksi henkilökunnan täytyy tietää, kuinka uusissa magneettikuvaus tiloissa työskennellään Tämä luo turvallisuusoppaalle erityisen tarpeen. Opinnäytetyön teoriaosuudessa sekä tuotoksessa on pyritty huomioimaan eläinsairaalan ympäristön tuomat erityispiirteet.</p>	
Avainsanat	Magneettikuvantaminen, turvallisuusopas, eläinsairaala, turvallisuus

Authors	Janita Junttila, Janina Kallio
Title	Staff Safety in Magnetic Resonance Imaging - Safety Guideline for Helsinki University Animal Hospital
Number of Pages	17 pages
Date	18.04.2018
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Radiography and radiotherapy
Specialisation option	Radiography and radiotherapy
Instructors	Anne Kangas Senior Lecturer Sanna Törnroos Senior Lecturer
<p>Purpose of this thesis was to produce a safety guide about magnetic resonance imaging for the staff of Helsinki University Animal Hospital. Main goal of this thesis is to increase knowledge of work safety in the MRI. This thesis focuses on safety of the staff.</p> <p>The work was done as a practice-based thesis which result was a safety guide. The guide was made with a PowerPoint. Safety guide is based on theoretical frame of reference collected from the appropriate sources and practical examples. The baselines of the thesis and magnetic resonance imaging and its safety to the staff were examined for the theoretical frame of reference. Effects of the magnetic field, ferromagnetic objectives and operational environment were examined from MRI point of view. Thesis examined also the physiological effects of the staff.</p> <p>The Safety Guide consists of text, descriptive images, videoclips, and finnish commentary. Pictures and captions were decided to have also english beside finnish, so it could be shown also to foreign audience. Guide uses only sources based on reliable information.</p> <p>This thesis was made on the University Animal Hospital's request. Finished safety guide will be used in the hospital after introducing the new MRI premises. The safety guide will be presented approximately four times in a year to students and staff of the hospital. The previous low MRI machine required no special safety actions. The new MRI machine makes radical changes to the safety culture of the department. To ensure safe working environment, MRI staff needs to know how to operate in the new premises. This creates a special need for the safety guide. The special characteristics of the animal hospital were tend to consider in the theoretical and practical parts of the thesis.</p>	
Keywords	magnetic resonance imaging, safety guide, animal hospital, safety

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	2
3	Opinnäytetyön lähtökohdat	2
	3.1.1 Toiminnallinen opinnäytetyö	2
	3.1.2 Opinnäytetyö työelämälähtöisenä projektina	2
4	Magneettikuvantaminen ja turvallisuus	4
	4.1 Magneettikuvauksen perusteet	4
	4.2 Henkilökunnan turvallisuus magneettitutkimusympäristössä	5
	4.2.1 Staattisen magneettikentän vaikutukset	6
	4.2.2 Ferromagneettiset esineet	6
	4.3 Magneettikuvantamisen toimintaympäristö	7
	4.3.1 Turvallisuusvyöhykkeet	8
	4.3.2 Varoitusmerkinnät magneettikuvaustiloissa	9
5	Fysiologiset vaikutukset	10
	5.1 Magneettikentät	10
	5.2 Työskentely raskauden aikana	10
6	Tuotoksen tarkastelu	11
	6.1 Suunnittelu	11
	6.2 Toteutus ja arviointi	12
7	Pohdinta	15
	7.1 Opinnäytetyön työprosessi	15
	7.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	16
	7.3 Opinnäytetyön hyödynnettävyys	17
	Lähteet	18

1 Johdanto

Magneettitutkimus on lääketieteellinen kuvantamismenetelmä, joka on kehitetty tarkkojen anatomisten ja osittain toiminnallisten leikekuvien saamiseksi ihmiskehosta. Magneettikuvaus on käytössä myös eläinlääketieteessä, jossa sitä hyödynnetään pääasiassa eläimien selkärangan sairauksien ja aivojen tutkimuksiin (Yliopistollinen Eläinsairaala). Koska magneettitutkimuksessa ei käytetä ionisoivaa säteilyä, ei se aiheuta lainkaan säteilyaltistusta, kuten perinteiset röntgentutkimukset (STUK 2016). Magneettitutkimuksiin liittyy kuitenkin suuria turvallisuusriskejä, joista sairaalan henkilökunnan tulee olla tietoinen pystyäkseen takaamaan niin oman, kuin potilaidenkin turvallisuuden. Koska ihmisten ja eläinten kuvantaminen ei teknologialtaan juurikaan eroa toisistaan, voidaan päätellä, että eläinten kuvantamiseen liittyy samoja turvallisuusriskejä, kuin ihmisten kuvantamiseen.

Magneettitutkimukseen liittyviä monenlaisia vaaratilanteita aiheuttavat magneettilaitteen tuottamat voimakkaat magneettikentät. Magneettikuvauksessa käytetään kolmea magneettikenttää, joista voimakkain staattinen magneettikenttä on aina päällä. Tämän vuoksi magneettitutkimushuoneessa on noudatettava huolellisuutta ympäri vuorokauden. (STUK 2016.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Yliopistollisen Eläinsairaalan henkilökunnalle turvallisuusopas, jossa käsitellään henkilökunnan turvallisuutta magneettikuvantamisessa. Tuotos toteutetaan PowerPoint -esitysgraafiikkaohjelmalla. Oppaassa on tietoa magneettikuvantamisen perusteista, turvallisuudesta, turvallisuus- ja varoitusmerkinöistä, sekä hätätilanteista. Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä henkilökunnan tietoutta magneettiturvallisuudesta ja pyrkiä ehkäisemään magneettikuvantamiseen liittyviä mahdollisia vaaratilanteita.

Yliopistollisella Eläinsairaalla on aiemmin ollut käytössään 0,24T matalakenttälaite, joka ei matalan magneettikentän vuoksi ole vaatinut turvallisuustoimia henkilökunnalta. Laitteen tilalle päivitetään keväällä 1,5T korkeakenttälaite, jonka voimakkaampi magneettikenttä vaatii koko henkilökunnalta tarkempaa työskentelyä magneettikuvantamisen toimintaympäristössä.

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Yliopistollisen Eläinsairaalle turvallisuusopas, jossa käsitellään henkilökunnan turvallista työskentelyä magneetikuvantamisen toimintaympäristössä. Turvallisuusopas toteutetaan itseohjautuvana PowerPoint -esityksenä, jonka tavoitteena on kehittää henkilökunnan tietoutta magneettiturvallisuudesta ja ehkäistä mahdollisia vaaratilanteita.

3 Opinnäytetyön lähtökohdat

3.1.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä. Toiminnallinen opinnäytetyö on kehittämistyö työelämään, jolla tähdätään toiminnan kehittämiseen, ohjeistamiseen, järjestämiseen tai järkeistämiseen (Vilkkä – Airaksinen 2003: 9–11). Tässä opinnäytetyössä on keskitytty pääosin toiminnan kehittämiseen ja ohjeistamiseen. Opinnäytteen tavoitteena oli lähteä kehittämään toimintaa Yliopistollisessa Eläinsairaalla uuden laitehankinnan yhteydessä. Tuotoksen tarkoituksiksi katsottiin henkilökunnan ohjeistaminen oikeanlaiseen toimintamalliin. Toiminnallisen työn toteutustapoja on monia. Kohdeyhmän mukaan lopullinen tuotos voi olla esimerkiksi kirja, opas, CD-ROM, portfolio, messupiste, näyttely, tapahtuma, tai jokin muu tuotos, tuote tai projekti. (Vilkkä – Airaksinen 2003: 9, 51.) Tämän opinnäytteen tuotos toteutettiin henkilökunnalle tarkoitettuna turvallisuusoppaana PowerPointin muodossa.

Toiminnallinen opinnäytetyö koostuu toiminnallisen osuuden lisäksi myös kirjallisesta opinnäytetyöraportista. Opinnäytetyöraportissa dokumentoidaan ja arvioidaan opinnäyteteprosessia ja sen etenemistä tutkimusviestinnän keinoin. Raporttiin tulee sisältyä teoreettinen viitekehysosuus, jossa tarkastellaan ammatillista teoretietoa, johon käytännön-tuotos pohjautuu. (Vilkkä – Airaksinen 2003: 41–43, 65, 82–83.)

3.1.2 Opinnäytetyö työelämlähtöisenä projektina

Yliopistollinen Eläinsairaala on ainoa Suomessa toimiva eläinsairaala, joka toimii 24 tuntia vuorokaudessa, jossa avun saa vuosittain yli 20 000 eläinpotilasta. Yliopistollinen Eläinsairaala on osa Helsingin yliopiston Eläinlääketieteellistä tiedekuntaa, joka toimii

opetussairaalan eläinlääketieteen 5.vuosikurssin opiskelijoille käytännön eläinlääkärintaitoja varten. (Yliopistollinen Eläinsairaala).

Tätä opinnäytetyötä lähdettiin toteuttamaan Yliopistollisen Eläinsairaalan toimeksiantosta uuden laitehankinnan tullessa tietoon. Opinnäytetyöprosessi toteutui yhteistyössä eläinsairaalan röntgenosaston henkilökunnan kanssa, jolta tieto turvallisuusoppaan tarpeellisuudesta alkujaan tuli.

Laitteen ja tilojen uudistuksen myötä turvallisuusoppaalle on erityinen tarve. Henkilökunnan täytyy tietää, miten uusissa magneettikuvaustiloissa työskennellään. Sairaalassa on paljon henkilökuntaa, joiden koulutukseen ei kuulu opetusta magneettikuvantamisesta ja sen turvallisuudesta, tai tieto on voinut jäädä käyttämättä ja näin unohtunut. Turvallisuusoppaan kohderyhmänä ei ole vain röntgenin henkilökunta, vaan kaikki jotka mahdollisesti voivat magneettitutkimustiloissa työskennellä. Magneettikuvaustiloissa pääsääntöisesti työskenteleville työntekijöille pidetään tarkempi laitevalmistajan käyttö- ja turvallisuus-koulutus. Siitä syystä tämän opinnäytetyön tuotos kohdistuu erityisesti henkilöille, jotka eivät pääsääntöisesti työskentele magneettikuvantamistiloissa.

Yliopistollisessa Eläinsairaalassa potilaat useimmiten nukutetaan magneettitutkimusta varten. Tämän vuoksi yleisimmin magneettitutkimustiloissa työskentelee röntgenhoitajien lisäksi anestesia lääkäri ja anestesiahoitaja, joiden täytyy ymmärtää uuden laitteen työhön tuomat muutokset. Uuden laitteen voimakkaampi magneettikenttä vaatii huomattavasti enemmän tarkkuutta turvallisuuden kanssa, joten työtavat eivät voi olla samankaltaisia kuin ennen. Yliopistollisen Eläinsairaalan röntgenin osastonhoitajan mukaan, myös eläintenhoitaja tai eläinlääkäri saattaa olla mukana tutkimuksessa. Tämän vuoksi heidänkin on hyvä ymmärtää turvallisuusriskit, jotka magneettitutkimustiloihin kohdistuu. Hoitohenkilökunnan lisäksi magneettitutkimustiloissa käy päivittäin myös laitoshuoltajia, joiden täytyy tietää mitä tavaroita kuvaushuoneeseen saa viedä ja mitä ei. Eläinsairaalan röntgenin henkilökunta pitää suurimpana turvallisuusriskinä usein vaihtuvaa henkilökuntaa, sekä opiskelijoita. Turvallisuusriskinä pidetään myös sitä, ettei ymmärretä magneettikentän olevan aina päällä, eikä varoitusmerkkeihin reagoida tarpeeksi voimakkaasti.

4 Magneettikuvantaminen ja turvallisuus

4.1 Magneettikuvauksen perusteet

Eläinsairaalan henkilökunnan on hyvä tietää mitä magneettikuvaus on, mihin se perustuu ja mihin sitä käytetään, jotta he pystyvät hahmottamaan kokonaiskuvan myös turvallisuuden kannalta. Magneettikuvaus (MK, tunnetaan myös nimellä magneettiresonanssikuvaus, engl. magnetic resonance imaging, MRI) on lääketieteellinen kuvantamismenetelmä, joka perustuu vetyatomien ydinten ja protonien magneettisten ominaisuuksien hyödyntämiseen. Magneettikuvauksesta käytetään myös sanontaa magneettitutkimus. Tällä tarkoitetaan tutkimusta, joka suoritetaan magneettikuvauslaitteella. Magneettitutkimuksen tarkoituksena on saada tarkkoja leikekuvia anatomisista kohteista, yleisimmin ihmiskehosta, mutta magneettikuvaus on käytössä myös eläinlääketieteessä. (STUK 2016; Yliopistollinen Eläinsairaala.) Magneettikuvaus on erinomainen kuvantamismenetelmä pehmytkudosten kuvantamiseen sen hyvän kontrastin, paikanerotuskyvyn ja vapaavalintaisten kuvatasojen vuoksi, ja näin ollen sopii erityisesti keskushermoston, tuki- ja liikuntaelimestön, sekä vatsan tutkimiseen (STUK 2016; Koskinen 1998). Magneettikuvaus on myös herkkä virtauksille, sillä virtaus toimii kuvassa kontrastina ja tämän vuoksi se sopii myös verisuonten kuvantamiseen (Valanne 2005: 489). Koska magneettitutkimuksessa ei käytetä lainkaan ionisoivaa säteilyä, se antaa hyvät edellytykset myös toimenpiteiden ohjaukselle ja monitoroinnille (Koskinen 1998).

Magneettikuvauksessa käytetään kolmea erityyppistä magneettikenttää; ulkoista magneettikenttää (staattinen magneettikenttä), radiotaajuista magneettikenttää (RF-pulsseja eli radiotaajuuspulsseja) ja hitaasti muuttuvia magneettikenttiä gradientteja. Gradienttikeloja on kolme; leikkeenvalinta-, vaihe- ja taajuusgradienttikela. (STUK 2016; Jurvelin – Nieminen 2005: 60.) Magneettilaitte on ulkomuodoltaan putkilomainen. Staattinen magneettikenttä vallitsee voimakkaimmillaan putken sisällä ja on tavallisesti voimakkuudeltaan 0,15 – 3 teslaa (magneettivuon tiheyden yksikkö T). (ICNIRP 2009: 505). Kliinisessä käytössä olevat magneettilaitteet jaetaan magneettikentän voimakkuuden mukaan aiemmin johdannossakin mainittuihin matala- ja korkeakenttälaitteisiin. Matalakenttälaitteilla staattisen magneettikentän vuotiheys on <1.0 T ja korkeakenttälaitteilla >1.0 T. Kliinisessä käytössä laitteiden magneettivuontiheys on yleensä korkeintaan 3 T. (Jurvelin – Nieminen 2005: 68.) Radiotaajuuspulsseilla ja gradientteilla kytketään tutkimuksen aikana magneettikenttään pieniä muutoksia. Radiotaajuiset kentät ovat tavallisesti voimakkuudeltaan 10 – 128 MHz. (Jokela ym. 2006: 407.) Gradienttikelojen tarkoituksena on

luoda toisiaan vasten olevat kohtisuorat magneettikentät, joiden avulla magneettikentän voimakkuutta voidaan paikallisesti vaihdella (Jurvelin – Nieminen 2005: 60). Gradienttien muutosnopeudet ovat suuruusluokaltaan 20mT/ms (Jokela ym. 2006:407).

Kuvan muodostumiseen vaikuttavat kohteen vetyatomien ydinten määrä (protonitiheys), niiden molekyyliympäristö ja siinä tapahtuvat sähkömagneettiset vuorovaikutukset. Kuvauksen aikana kudoksen vety-ytimet ovat vuorovaikutuksessa magneettilaitteen ulkoisen magneettikentän kanssa ja lähettävät tällöin radiotaajuista (radiofrequency, RF) sähkömagneettista värähtelyä eli magneettiresonanssisignaaleja, joiden perusteella voidaan muodostaa magneettiresonanssikuva. (Jurvelin – Nieminen 2005: 58; Hari – Joensuu 2003.) Tämä tapahtuu Fourier- muunnoksen (engl. The Fourier transform, FT) avulla. Se on matemaattinen Richard Ernstin vuonna 1975 kehittämä menetelmä, jota käytetään magneettikuvauksen kuvanmuodostamiseen selvittämällä mm. mitä taajuuksia missäkin signaalissa on. (Westbrook ym. 2011: 86.)

4.2 Henkilökunnan turvallisuus magneettitutkimusympäristössä

Turvallisen työskentelyn varmistaminen magneettikuvantamisen toiminta-alueella edellyttää työntekijöiden turvallisuuskoulutusta ja perehdyttämistä oikeanlaisiin toimintatapoihin. Turvallisuuskoulutuksessa läpi käytävät asiat voivat muuttua työtehtävien mukaan, mutta vähimmäisvaatimuksena koulutuksessa on tietää staattisen magneettikentän aiheuttamat riskit, sekä oman työpaikan toimintatavat. (Alanko ym. 2015: 14.) Turvallisuuskoulutuksessa on kolme eri tasoa, mihin työntekijät jaetaan työtehtävien mukaan. Ryhmään yksi kuuluvat potilaiden saattajat, joita valvotaan jatkuvasti toiminta-alueella. Ryhmään kaksi (MK- työntekijä taso 1) kuuluvat siistijät ja potilasavustajat, jotka ovat saaneet koulutusta staattisen magneettikentän riskeistä, työpaikan toimintatavoista ja hätätilanteissa toimimisesta. Ryhmään kolme (MK-työntekijä taso 2) kuuluvat röntgenhoitajat, radiologit ja anestesiahenkilöt, joiden magneettiturvallisuuteen johtava koulutus on ollut laajempi. (Alanko ym. 2015: 14.)

Jokaiselle magneettikuvantamisyksikön toiminta-alueella työskentelevälle tulisi tehdä työhöntulotarkastus, jossa varmistetaan työntekijän turvallisuus työskennellä magneettiympäristössä (Alanko ym. 2015: 12). Tarkastuksessa käydään läpi mahdolliset proteesit, lääkinälliset laitteet, sekä muut metalliset osat pään ja kehon alueella, kuten esimerkiksi ammuksien sirpaleet. Tarkastuksessa täytyy huomioida myös fertiili-ässä ole-

vien naisten raskaus. (Alanko ym. 2015: 23.) Raskauden aikana työskentelystä kerrotaan lisää kappaleessa 5.1. Työhöntulotarkastuksessa voidaan määrittää myös työntekijälle annettavan magneetikoulutuksen taso, sekä millä alueella työntekijä saa liikkua (Alanko ym. 2015: 12).

Magneetikuvauslaite tuottaa voimakasta melua kuvauksen ollessa käynnissä. Jos henkilökuntaa joutuu olemaan kuvauksen aikana kuvaushuoneessa, on kuulo suojattava kuulosuojaimilla. Henkilökunnan on myös huolehdittava potilaan kuulon suojauksesta tutkimuksen aikana. (Lammentausta, Eveliina 2017). Sosiaali- ja terveysministeriön (2003:34) mukaan, jos melun määrä ylittää 85 dB tarkasteltuna 8 tunnin ajalta, on saatavilla oltava kuulosuojaimia.

4.2.1 Staattisen magneetikentän vaikutukset

Suurin turvallisuusriski magneetikuvantamisympäristössä on magneettiputken tuottama staattinen magneetikenttä, joka on päällä ympäri vuorokauden (Tunninen – Ryymin – Kauppinen 2008: 17). Staattinen magneetikenttä vetää voimakkaasti puoleensa ferromagneettisia esineitä, mikä voi aiheuttaa vakavia vaaratilanteita kuvaushuoneessa. Vaaratilanteiden välttämiseksi ferromagneettisia esineitä ei saa viedä magneetikuvaushuoneeseen. (Huurto – Toivo 2000: 24.) Vaaratilanteiden syntymistä pyritään ehkäisemään henkilökunnan hyvällä koulutuksella, potilaiden ja muun henkilökunnan haastatteluilla, esitietolomakkeilla ja mahdollisesti myös metallinpaljastimilla (Orchard 2015: 249). Magneetikuvausyksikön henkilökunnan tehtävänä on valvoa, että turvallisuusohjeita noudatetaan, eikä kuvaushuoneeseen viedä sinne sopimattomia esineitä. Henkilökunnan tehtävänä on myös varmistaa, että potilaiden, heidän omaistensa tai muun sairaalan henkilökunnan on turvallista mennä magneetikuvaushuoneeseen. Tällöin tulee varmistaa, ettei huoneeseen pääse henkilöitä, joilla on kehossaan sydämentahdistimia tai muita implantteja, joiden toiminta voisi häiriintyä magneetikentässä. (Huurto – Toivo 2000: 24.)

4.2.2 Ferromagneettiset esineet

Staattinen magneetikenttä vetää voimakkaasti puoleensa ferromagneettisia esineitä, joiden alkuaine on esimerkiksi rauta, koboltti tai nikkeli (Nikupaavo – Wood 2003: 11). Tällaiset ferromagneettiset esineet voivat aiheuttaa vakaviakin vaaratilanteita, jos esine lähtee magneetikentän tempaisemana liikkeelle. Esimerkiksi Yhdysvalloissa tällainen

tapaus on aiheuttanut jopa potilaan kuoleman, kun magneettitiloihin sopimaton happipullo on erehdyksissä tuotu kuvaushuoneeseen ja sinkoutunut kohti magneettiputkea. (Jokela ym. 2006: 414.) Myös Suomessa on sattunut vaaratilanteita, kun huoneeseen on eksynyt painoina käytettävien vaarattomien lyijyhäulipussien tilasta rautakuulapussija, jotka ovat lentäneet magneettiputkeen osuen melkein tutkittavan potilaan päähän. Ihmisiä on lisäksi jäänyt puristuksiin kuvaushuoneeseen tuodun raskaan magneettiin sopimattoman metalliesineen ja kuvauslaitteen väliin. (Tunninen ym. 2008: 17.) Pienet metalliset esineet kuten hiuspinnit ja paperiliittimet tulee muistaa poistaa päältä, sekä tasakuista ennen kuvaushuoneeseen menoa, sillä nekin voivat saada 1,5 Teslan magneettikentässä jopa 75 km/h sinkoutumisnopeuden (Nikupaavo 2005:24).

4.3 Magneettikuvantamisen toimintaympäristö

Yliopistollisessa Eläinsairaalassa on vuoteen 2017 käytetty eläinten magneettikuvantamiseen Esaote E-scan XQ 0,24 T matalakenttälaitetta. Magneettikuvantamislaitte ei ole matalan magneettikentän vuoksi vaatinut henkilökunnalta erityistä huolellisuutta laitteen toimintaympäristössä työskentelyyn. Uuden Philips Ingenia 1,5 T S laitteen saapuessa magneettikuvantamisen toimintaympäristöön tehdään suuria muutoksia valamalla uusi lattia, rakentamalla seinät uudestaan, sekä rakentamalla uusi Faradayn häkki. Tutkimus-huoneessa on aiemmin ollut matalakenttälaitteen ympäröivä Faradayn häkki, joka remontin yhteydessä laajennetaan koko huoneen ympäröiväksi. Faradayn häkki suojaa huonetta ulkopuoliselta esimerkiksi lamppujen, radioiden tai puhelinten aiheuttamilta radioaaltoilta. Laitteen RF-keilat voivat rekisteröidä läheisistä tiloista tulevia radioaaltoja, mikä voi aiheuttaa magneettikuviin artefakteja eli vääristymiä. (Jurvelin – Nieminen 2005: 68.) Magneettikuvaustilat tulee suunnitella siten, että valvonta-alue magneettiputken ympärillä on rajattu niin, että staattinen magneettikenttä sen ulkopuolella on vähemmän kuin 0,5 mT (Jokela ym. 2006: 415).

Magneettikuvauslaitteen kelat jäädytetään käyttämällä suprajohtavaa nestemäistä heliumia, jonka lämpötila on - 269 °C. Näin varmistetaan, että virta kulkee laitteen suprajohtavissa johtimissa vastuksetta. (Westbrook ym. 2011: 355; Aronen – Hamberg 1992.) Hätätilanteessa magneettikenttä saadaan poistettua kuvaushuoneesta tai säätöhuoneesta sijaitsevista hätäpainikkeista. Tällöin laitteen suprajohtavuus katoaa ja johtimien kuumeneminen aiheuttaa helium purkauksen, jota kutsutaan quenchiksi. Hätäpainikkeesta painamalla heliumkaasu saadaan ohjatusti purkautumaan putkistoa pitkin ulkoilmaan. Helium voi lähteä purkautumaan laitteesta myös vahingossa. Laitteviasta tai

muusta normaalista poikkeavasta syystä johtuen, heliumia voi purkautua laitteesta tai putkistosta suoraan huoneilmaan. Tämä aiheuttaa vakavan vaaratilanteen, sillä huoneilmaan joutuessa helium syrjäyttää hengitysilman hapen, mikä aiheuttaa huoneessa oleville henkilöille nopeasti tajuttomuuden. Tämän vuoksi magneettikuvaushuoneessa tulee olla happimonitori, joka hälyttää huoneilman happitason laskiessa liian matalalle. Heliumin purkautuessa huoneilmaan, tulee huoneessa olevat henkilöt ja eläimet evakuoida välittömästi. Koska helium syrjäyttää huoneilman hapen, voidaan johtopäätöksenä todeta, että ihmisiä tai eläimiä evakuoitaessa tulee käyttää happimaskia. Hätäpainiketta ei saa painaa kuin henkeä tai raajan menetystä uhkaavassa tilanteessa. Heliumkaasun manuaalinen poisto voi aiheuttaa magneettikuvauslaitteen suprajohtaville keloille korvaamatonta vahinkoa. (Westbrook ym. 2011: 355.)

4.3.1 Turvallisuusvyöhykkeet

Magneettikuvantamistilat jaetaan yleisesti neljään turvallisuusvyöhykkeeseen:

Vyöhyke 1: Tällä alueella potilaat, potilaiden omaiset, hoitajat ja muu sairaalan henkilökunta saa liikkua vapaasti. Vyöhyke kattaa kaikki yleiset tilat esimerkiksi parkkialueet ja yleiset käytävät magneettikuvantamistilojen ulkopuolella. Turvatoimia ei tällä alueella tarvitse ottaa huomioon. (Kanal ym. 2002: 1336.)

Vyöhyke 2: Tämä alue toimii kulkuväylänä valvomattoman vyöhykkeen 1 ja tiukasti valvottujen vyöhykkeiden 3 ja 4 välillä. Tällä vyöhykkeellä potilaat ja heidän omaisensa kulkevat vain henkilökunnan valvonnassa. Alueella suoritetaan tyypillisesti potilaan haastattelu ja valmistelu tutkimukseen. (Kanal ym. 2002: 1336.) Yliopistollisessa Eläinsairaus eläimet tullaan nukuttamaan ennen siirtymistä magneettikuvaushuoneeseen. Vyöhykkeen 2 ja 3 välillä tulee olla lukollinen ovi, sekä magneettiturvallisuuden ohjaavat yleiset varoitusmerkinnät. (Westbrook ym. 2011: 359.)

Vyöhyke 3: Tämä alue sisältää magneettikuvantamisen säätöhuoneen. Tälle alueelle on pääsy ainoastaan henkilöllä, jotka on tarkastuksella todettu heidän voivan liikkua alueella turvallisesti. Magneettikuvauslaitteella työskentelevät tason 1 MK-työntekijät ovat vastuussa vyöhykkeen 3 valvonnasta. Tämä vyöhyke tulee olla erotettu muista sairaalan tiloista lukolla tai esimerkiksi kulkukorttijärjestelmällä, sillä muulla kuin magneettikuvantamisen henkilökunnalla ei tulisi olla vapaata pääsyä kyseisiin tiloihin. (Kanal ym. 2002: 1336–1337.) Myöskään eläinpotilaiden omistajat eivät pääse tälle alueelle.

Vyöhyke 4: Tämä vyöhyke kattaa kokonaisuudessaan magneettitutkimushuoneen, jossa kuvaus tapahtuu. Alue on rajattu ja merkattu tarkoin varoituskylteillä, jotta voidaan välttää staattisen magneettikentän aiheuttamilta vaaratilanteilta. Huoneen ulkopuolella tulee olla varoitusvalot ilmaisemassa, milloin kuvauslaite on toiminnassa. Magneettikuvauslaitteiston tulee olla asennettuna huoneeseen niin, että henkilökunnalla on säätöhuoneesta selkeä näköyhteys potilaaseen koko kuvauksen ajan. (Kanal ym. 2002: 1336–1337.) Tälle alueelle potilaat ja muu henkilökunta saavat kulkea vain koulutetun tason 2 MK-työntekijän valvonnassa ja läsnä ollessa (Westbrook ym. 2011: 359).

4.3.2 Varoitusmerkinnät magneettikuvaustiloissa

Magneettitutkimushuoneen sisäänkäyntien läheisyydessä on oltava varoitusmerkit voimakkaasta magneettikentästä ja siihen liittyvistä riskeistä (Westbrook ym. 2011: 361). Voimakkaasta magneettikentästä varoittavan varoitusmerkin yhteydessä on syytä käyttää lisäksi ainakin kolmea seuraavaa kieltomerkkiä:

1. Pääsy kielletty henkilöiltä, joilla on sydämentahdistin
2. Pääsy kielletty henkilöiltä, joilla on metalli-implantteja
3. Metalliesineet ja kellot kielletty (STUK n.d.).

Magneettikuvantamisessa käytettäville staattisille sähkökentille ei ole vahvistettua kuvantunnusta. Tämän vuoksi niissä voidaan käyttää ionisoimattoman säteilyn varoitusmerkkiä. (STUK 2014: 4.)

Magneettitutkimushuoneessa käytettävät esineet jaetaan kolmeen turvallisuusluokkaan jotka ovat: *MK-turvallinen*, *MK-ehdollinen* ja *MK-vaarallinen* (engl. *MR safe*, *MR conditional*, *MR unsafe*) (Alanko ym. 2015: 11). MK-turvalliset esineet eivät aiheuta magneettiympäristössä vaaratilanteita ja ne voi turvallisesti viedä magneettikenttään. MK-ehdolliset esineet eivät aiheuta vaaratilannetta tietyssä magneettiympäristössä, mutta esineen MK-ehdollisuuteen vaikuttavat mm. gradienttikentät, RF-kenttä, SAR-arvo ja staattinen magneettikenttä. Kyseisten esineiden käyttäytyminen magneettiympäristössä tulee kuitenkin varmistaa riittäväillä testauksilla, esimerkiksi kestromagneetilla. MK-vaaralliset esineet aiheuttavat tiedettävästi vaaratilanteita magneettiympäristössä, eikä niitä saa viedä magneettitutkimushuoneeseen. (Alanko ym. 2015: 11.)

5 Fysiologiset vaikutukset

Magneettikuvantamisessa henkilökunta alistuu pääsääntöisesti vain staattisen magneettikentän tuottamalle hajakentälle, jonka voimakkuus ja laajuus riippuvat magneetin voimakkuudesta ja suojaustavasta. Suojauksessa kuvauslaitteen runkoon on rakennettu metalliverhoilu, jolla voidaan vaikuttaa hajakenttien voimakkuuteen ja vaikutusalueeseen. (Huurto – Toivo 2000: 36.) Magneettikuvauslaitteen läheisyydessä on hyvä välttää nopeita pään liikkeitä, sillä voimakkaassa staattisessa magneettikentässä liikkuminen voi aiheuttaa kehoon sähkökenttiä, jotka saattavat vaikuttaa tasapainoelimen toimintaan ja aiheuttaa huimausta tai pahoinvointia. (Säteilyturvakeskus 2016.)

5.1 Magneettikentät

Magneettikuvauksessa käytettävät gradientti- ja RF- kentät ovat vastaavasti käytössä ainoastaan kuvauksen aikana ja vaikuttavat lähinnä vain magneettiputken sisällä. Tämän vuoksi kyseisille magneettikentille henkilökunta altistuu harvoin. (Alanko ym. 2015: 16.) Gradientit tuottavat kehoon sisäisiä induktiovirtoja- ja kenttiä. Ne saattavat luoda nopeilla kuvaussekvensseillä lihas- ja hermosolujen stimulaatioita, jotka tuntuvat lihasten nykimisenä ja kihelmöintinä. (Jokela ym. 2006: 410.) RF-kentät taas voivat aiheuttaa kudosten lämpenemistä, joka voi tuntua huomattavana lämmöntunteena kehossa. (Alanko ym. 2015: 7.) Lämpötilavaikutukset ovat suurimmillaan ihossa ja pinnallisissa kudoksissa ja jäävät vähäisemmiksi kehon sisäosissa (Jokela ym. 2006: 410). Metallinen vierasesine voi RF-kentässä aiheuttaa jopa palovamman esineen ympärille (Alanko ym. 2015: 7). Tieteellisesti ei ole kuitenkaan todennettu, että magneettikuvauksessa käytettävillä magneettikentillä (staattinen-, gradientti- ja rf-kenttä) olisi pitkäaikaisia terveysvaikutuksia (STUK 2016).

5.2 Työskentely raskauden aikana

Terveystieteiden ammattihenkilölle on sallittua työskennellä magneettikuvantamisympäristössä kaikissa raskauden vaiheissa. Vaikka työskentely magneettikuvantamisympäristössä raskaana ollessa on sallittua, ei työskentelyä kuvaushuoneessa kuitenkaan suositella kuvauksen ollessa käynnissä. (Kanal ym. 2013: 510 – 511.) Sairaalaafysikko Jussi Aarnion mukaan tutkimuksista ei ole saatu näyttöä siitä, että staattisella magneettikentällä olisi sikiölle haitallisia vaikutuksia. Aiheesta tehdyssä tutkimuksessa ei havaittu

eroa magneettikuvantamisessa työskennelleiden työntekijöiden ja muiden raskaana olleiden samoissa tutkimusyksikössä työskennelleiden työntekijöiden raskauksien kuiluissa. Tutkimuksessa raportoitiin 1421 raskautta, joista 280 oli magneettikuvantamisessa työskennellyillä naisilla. (Aarnio 2014.)

Raskauden aikana magneettikuvaustiloissa työskentelyyn ei näin ollen ole yhtä määriteltyä toimintamallia. Tästä on toimintapaikoittain tehty omat johtopäätökset ja otettu periaate käytäntöön toimipaikan omaan toimintaympäristöön sopivalla tavalla. (Aarnio 2014.)

6 Tuotoksen tarkastelu

6.1 Suunnittelu

Tieto turvallisuusoppaan tarpeellisuudesta tuli alun alkaen Yliopistollisen Eläinsairaalan röntgenin osastonhoitajalta. Opinnäytetyön tuotoksen suunnittelu alkoi, kun kävimme tapaamassa osastonhoitajaa ja katsomassa nykyistä magneettikuvantamisen työympäristöä. Osastonhoitajan toiveena oli, että oppaasta tehtäisiin selkeä ja herättävä, sekä siinä tulisi käydä ilmi aina päällä olevan magneettikentän vaarat. Esitykseen saimme muuten vapaat kädet. Pohdimme osastonhoitajan kanssa myös, tulisiko työssä näkyä selvästi, että se on tarkoitettu eläinsairaalalle. Tähän emme saaneet selkeää vastausta, jonka vuoksi työn rajaus jäi osittain epäselväksi. Turvallisuusoppaan kohderyhmäksi selvitimme Yliopistollisen Eläinsairaalan henkilökunnan, jotka voivat työssään käydä magneettitutkimustiloissa.

Ajatuksena oli toteuttaa turvallisuusopas videon muodossa. Lähdimme suunnittelemaan tuotosta, etsien ideoita erilaisista jo olemassa olevista magneettiturvallisuusoppaista. YouTube -videopalvelusta löytyi englanninkielisiä henkilökunnalle tarkoitettuja turvallisuusvideoita, joista saimme ideoita turvallisuusoppaan sisältöön. Lähdimme keräämään ideoita Word -asiakirjalle, jonka avulla pohdimme tulevan tuotoksen sisältöä ja sen perustumista kysymykselle; mitä työntekijöiden tulee tietää työskennellessään magneettikuvaushuoneessa?

Alkuperäisenä ajatuksenamme oli toteuttaa turvallisuusvideo yhteistyössä Metropolia Ammattikorkeakoulun Mediatekniikan tutkinto-ohjelman henkilökunnan ja opiskelijoiden

kanssa. Idea ei kuitenkaan saanut toivomaamme vastaanottoa ja päätimme lähteä toteuttamaan tuotosta ilman ulkopuolista apua. Koska kummallakaan meistä ei ollut videoeditointitaitoja, päätimme toteuttaa tuotoksen käyttäen tuttua PowerPoint -esitysgraafikkaohjelmaa. Suunnittelimme tuotokselle käsikirjoituksen, jonka hyväksyimme ohjauksella opettajilla. Käsikirjoituksessa hahmotettiin tuotoksen sisältöä, ääniohjauksen vuorosanoja, sekä esityksen yleisilmettä.

6.2 Toteutus ja arviointi

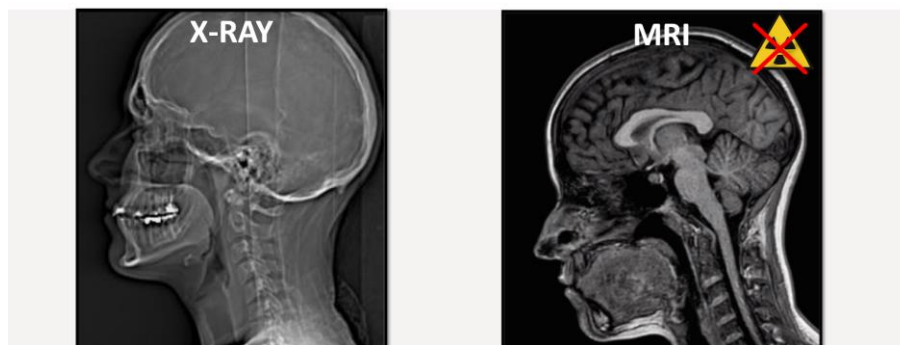
Saadessamme tietoperustan valmiiksi, aloitimme turvallisuusoppaan toteuttamisen. Tavoitteenamme oli PowerPoint -ohjelman animaatiotyökaluja käyttämällä saada esitykseen mahdollisimman paljon videolle ominaisia piirteitä. Emme tämän vuoksi käyttäneet esityksessä juuri ollenkaan tekstiä, vaan korvasimme sen puheella. Alkuperäinen suunnitelma oli, että meistä toinen toimii esityksen äänenä. Totesimme kuitenkin, että vahva miesääni toisi esitykselle enemmän uskottavuutta ja pyysimme erästä tuttuamme esityksen ääneksi. Aikataulullisista syistä johtuen jouduimme toteuttamaan äänityksen ennen kuin esityksen diat olivat valmiit. Aiemmin tehty käsikirjoitus mahdollisti äänityksen sujuvuuden, vaikka itse esitys ei ollutkaan vielä valmis. Äänitimme ja muokkasimme esityksen ääniraidan käyttäen äänieditointiin tarkoitettua Audacity -ohjelmaa.

PowerPoint -esityksestä olemme pyrkineet saamaan mahdollisimman havainnollistavan käyttämällä useita valokuvia, videoleikkeitä, animaatioita sekä ääntä. Olemme käyttäneet tuotoksessa itse kuvaamiamme videoleikkeitä ja valokuvia, jotka on kuvattu Canon 550D järjestelmäkameralla. Olemme käyttäneet myös Philipsiltä saatuja kuvia magneetikuvantamislaitteesta, sekä opiskelijakollegoiden luvalla heidän ottamiaan kuvia magneetikuvantamisessa käytetyistä turvallisuusmerkinnöistä. Lisäksi tuotoksessa on käytetty monia Internetistä löydettyjä vapaassa käytössä olevia kuvia.

Olimme pohtineet Yliopistollisen Eläinsairaalan röntgenin osastonhoitajan kanssa, kuinka saisimme oppaalle uskottavuutta, sillä suureksi uhaksi eläinsairaalaan koetaan se, ettei turvallisuusohjeita tai varoitusmerkkejä oteta tarpeeksi vakavasti. Olisimme halunneet tuotoksen sisältävän kuvia magneetikuvantamishuoneesta tapahtuneista onnettomuuksista, mutta emme löytäneet aiheesta jatkokäyttöön tarkoitettua materiaalia. Päätimme ratkaista asian havainnollistavalla animaatiolla, jossa metallia sisältäviä esineitä lentää magneettiputkeen.

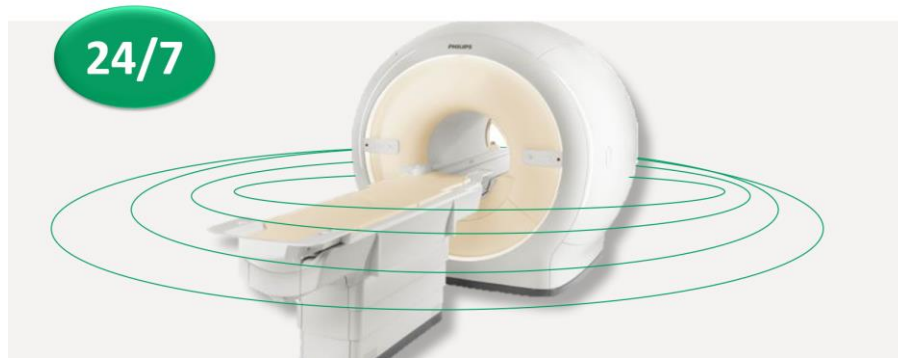
Lopullinen tuotos koostuu yhteensä 11 diasta, joissa kerrotaan magneettikuvauksen perusteista, magneettikentistä ja niiden turvallisuudesta, esineiden magneettiturvallisuudesta, varoitusmerkinnöistä, sekä hätätilanteista. (kuvio 1-2) Diasarjan kesto on noin 7,5 minuuttia ja se on tehty täysin itseohjautuvaksi, mikä helpottaa turvallisuusoppaan esittämistä. Tarkoituksena on ollut luoda mahdollisimman selkeä ja informatiivinen kokonaisuus, joka opinnäytetyön tavoitteiden mukaan auttaa kehittämään henkilökunnan tietoutta magneettiturvallisuudesta ja ehkäisemään mahdollisia vaaratilanteita. (kuvio 3) Olemme pyrkineet rajaamaan tuotoksen sisältämän tiedon tarkoin ajatellen varsinaista kohderyhmää, johon kuuluvat Yliopistollisen Eläinsairaalan työntekijät sekä opiskelijat, tarkemmin katsottuna sellainen henkilökunta, joka voi työssään mahdollisesti työskennellä magneettitutkimustiloissa. Tuotoksen lopullisen rajauksen on varmistanut eläinsairaalta tullut tieto siitä, että magneettitilojen henkilökunnalle pidetään myös oma laajempi laitevalmistajan perehdytys- ja turvallisuuskoulutus. Tämän vuoksi olemme keskittyneet tuotoksessa vain olennaisimpiin asioihin sellaisten työntekijöiden näkökulmasta katsottuna, jotka eivät pääsääntöisesti työskentele magneettikuvantamisen parissa. Tällaisia työntekijöitä ovat esimerkiksi eläintenhoitajat, laitoshuoltajat sekä eläinlääketieteen opiskelijat.

MAGNEETTIKUVAUS



Kuvio 1. Ruudunkaappaus PowerPoint -esityksestä, dia 3. Diassa käydään läpi magneettikuvan, sekä normaalin röntgenkuvan diagnostisia eroja.

MAGNEETIKENTÄT



Kuvio 2. Ruudunkaappaus PowerPoint -esityksestä, dia 5. Diassa käydään läpi magneettikuvauksen kolme magneettikenttää, sekä painotetaan aina päällä olevasta staattisesta magneettikentästä.

VAROITUSMERKINNÄT



Kuvio 3. Ruudunkaappaus PowerPoint -esityksestä, dia 9. Diassa käydään läpi magneettikuvantamisessa käytössä olevista varoitusmerkinnöistä.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Yliopistollisen Eläinsairaalan henkilökunnan turvallisuudesta magneettikuvantamisessa kertova turvallisuusopas PowerPoint-esityksen muodossa. Tuotoksen tavoitteena jonka oli kehittää henkilökunnan tietoutta magneettiturvallisuudesta ja ehkäistä mahdollisia vaaratilanteita. Aihe oli eläinsairaalan erittäin ajankohtainen uuden korkeakenttälaitteen saapuessa ja turvallisuuskäytäntöjen muuttuessa.

Halusimme tehdä opinnäytetyössä selvän aiheenrajauksen henkilökunnan turvallisuuteen, joten emme käyneet läpi opinnäytetyössä lainkaan eläinten kuvantamista. Tällä menetelmällä saimme tehtyä teoriapohjasta huomattavasti tiiviimmän ja turvallisuus tuotoksesta Yliopistollisen Eläinsairaalan tarpeita palvelevamman. Eläinsairaalan henkilökunnan mukaan opinnäytetyön tuotoksen olisi voinut tuottaa myös englanniksi, jotta se olisi palvellut paremmin ulkomaalaisia opiskelijoita ja henkilökuntaa. Tieto englanninkielisen tuotoksen tarpeellisuudesta tuli kuitenkin liian myöhään, jotta se olisi aikataulullisesti ollut mahdollista toteuttaa.

Olemme tyytyväisiä opinnäytetyön kattavaan tietoperustaan, jossa käymme läpi magneettikuvantamisen monia eri turvallisuustekijöitä magneettikentistä ihonsisäisiin implantteihin. Kaikki tuotoksessa kerrottava tieto perustuu raportissa esitettyyn tietoperustaan. Alkuun tietoperusta oli hieman oppikirjamaista, mutta olemme pyrkineet muokkaamaan sitä käytännönläheisemmäksi, jotta lukijalle selviää minkä vuoksi kustakin aiheesta on työssämme kerrottu. Työn raportoinnissa olemme käyttäneet tutkimusviestinnän keinoja.

7.1 Opinnäytetyön työprosessi

Opinnäytetyömme aihe vaihtui yllättäen ensimmäisessä tapaamisessa ohjaavien opettajien kanssa syksyllä 2017, kun saimme tietää Yliopistollisen Eläinsairaalan toivoneen magneettiturvallisuuteen liittyvää videota opinnäytetyönä. Magneettikuvantamisen turvallisuus kiinnosti kumpaakin ryhmän jäsentä, joten aiheen vaihto oli helppo päätös. Aloitimme opinnäytetyöaiheeseemme tutustumisen vierailemalla Yliopistollisessa Eläinsairaalassa ja keskustelemalla osastonhoitajan kanssa nykyisestä turvallisuuskulttuu-

rista, sekä tulevista muutoksista uuden laitteen saapuessa. Jaoimme ensimmäisiä ajatuksia turvallisuusesityksestä ja saimme lopulta lähes vapaat kädet esityksen suunnitteluun ja toteutukseen.

Pystyimme hyödyntämään opinnäytetyössä koulussa oppimiamme taitoja liittyen projektityöskentelyyn ja pilvipalveluiden käyttöön. Koimme erittäin mielekkääksi OneDriven Wordin, koska emme päässeet eri kaupungeissa sijaitsevien harjoittelujen vuoksi kirjoittamaan yhdessä samaan paikkaan. Pilvipalvelut tarjosivat loistavan keinon nähdä toisen jäsenen kirjoittama teksti reaaliajassa.

Hyödynsimme myös aiemmin opittua tietoa magneettikuvauksesta ja magneettikuvauksen fysiikasta. Tiedonhakuja tehdessä magneettikuvauksesta ja sen turvallisuudesta löytyy laajasti tietoa eri tietokannoista englanniksi, mutta oli haastavaa välillä tietää, onko lähde turvallinen käytettäväksi opinnäytetyössä. Myös vieraskielisen ammattikieli toi alkuun haasteita, mutta kävi nopeasti tutuksi opinnäytetyön edetessä. Vastaavasti kotimaista kirjallisuutta ja tutkimusta magneettikuvantamisen turvallisuudesta on olemassa niukasti. Opinnäytetyötä tehdessä syvensimme aiempaa tietoa magneettikuvauksen turvallisuudesta ja koemme opinnäytetyön parantaneen aiempaa tietoutta reilusti.

Opinnäytetyön sisäiset riskit liittyvät ryhmän jäsenten omaan aikataulutukseen. Opinnäytetyön toteutusvaihe sijoittui ajanjaksolle, jossa ryhmän molemmat jäsenet olivat työelämäharjoittelussa. Opinnäytetyö rakentui kuitenkin järjestelmällisesti, vaikka ajallisesti opinnäytetyölle oli erittäin vähän aikaa käytössä. Ulkoiset riskit liittyvät yhteistyöhön Yliopistollisen Eläinsairaalan kanssa. Jouduimme välillä odottamaan melko pitkään vastauksia tuotosta koskeviin yhteydenottoihin, sekä toiveita tuotoksen sisältöön alkoi ilmetä vasta työn ollessa lähes valmis.

7.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Olemme opinnäytetyössämme perehtyneet aiheeseemme ja pyrkineet noudattamaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Toteuttamamme turvallisuusopas tulee käyttöön työelämässä, joten tiedostimme jo opinnäytetyöprosessin alussa, että tuotoksessa käyttämämme tiedon tulee olla luotettavaa. Olemme huomioineet ja arvioineet työn luotettavuutta ja eettisyyttä koko opinnäytetyöprosessin ajan ja näin pyrkineet käyttämään työssämme alusta alkaen vain luotettavia lähteitä. Lähteinä olemme käyttäneet monipuoli-

sesti luotettavaa kotimaista ja kansainvälistä kirjallisuutta sekä tieteellisiä artikkeleita tarkistetuista tietokannoista. Olemme viitanneet kaikkiin lähdeluettelosta löytyviin lähteisiin tekstissä. Olemme tarkistaneet, että lähdeluettelossa lähteet on oikein merkattu ja ne löytyvät lähdeluettelosta aakkosjärjestyksessä.

Työn luotettavuutta olisimme pystyneet lisäämään aikatauluttamalla työskentelyämme paremmin, jolloin ohjaavat opettajat olisivat päässeet tutustumaan työhömmе syvemmin ennen ohjaustapaamisia. Näin olisimme saaneet ohjaustapaamisistamme enemmän irti, sekä osanneet muokata työtämme oikeaan suuntaan. Jotkut käyttämistämme lähteistä ovat yli 10 vuotta vanhoja, mutta kyseisistä lähteistä hankitut tiedot on todettu molempien ryhmän jäsenten puolesta työelämän harjoitteluissa edelleen paikkansapitäviksi.

Kuvien ja videoiden käytössä olemme huomioineet eettiset toimintatavat. Kaikki tuotoksen kuvat ja videoleikkeet ovat joko itse kuvattua materiaalia, tai tarkastettu jatkokäyttöön sopivaksi. Internetistä Google kuvahaku -palvelun avulla etsittyjen kuvien hakutyökaluina on käytetty valintaa ”saa käyttää uudelleen ja muokata”. Tämän lisäksi kuvien alkuperäiseltä sivulta on vielä tarkistettu, että kuva on vapaassa käytössä. Myös esityksessä käytetty ääniraita on itseäänitetty. Voimme siis todeta, että tekijänoikeuksia ei ole loukattu käyttämämme materiaalin kanssa.

7.3 Opinnäytetyön hyödynnettävyys

Opinnäytetyötä pystytään hyödyntämään eläinsairaalassa sekä uusien, että vanhojen opiskelijoiden ja työntekijöiden perehdyttämiseen. Uuden magneettikuvauslaitteen saapessa vanhojen työntekijöiden tiedot turvallisuuskäytännöistä voidaan päivittää turvallisuusoppaan avulla. Tästä eteenpäin tuotosta tullaan esittämään eläinsairaalassa noin 2-4 kertaa vuodessa uusille työntekijöille ja opiskelijoille. Eläinsairaalan röntgenin osastonhoitajan mukaan magneettitutkimustiloihin ei pääse, ennen kuin on perehtynyt tilojen turvallisuuskäytäntöihin ja nähnyt tekemämme turvallisuusesityksen.

Tuotosta pystyisi jatkossa kehittämään liittämällä mukaan potilasturvallisuuden eläinten kuvantamisessa ja tuomalla eläinten fysiologisia vaikutuksia mukaan työhön, sillä uuden voimakkaamman laitteen hankinta vaikuttaa huomattavasti myös potilasturvallisuuteen. Myös aiemmin mainittu englanninkielinen tuotos olisi erittäin tarpeellinen Yliopistollisen Eläinsairaalan käyttöön, sillä eläinsairaalan tiloissa liikkuu paljon ulkomaalaista henkilökuntaa ja opiskelijoita.

Lähteet

Aarnio, Jussi 2014. MRI ja raskaus? Sädeturvapäivät 2014. Verkkodokumentti. <www.sadeturvapivat.fi/file.php?859>. Luettu 8.4.2018.

Alanko, Tommi – Tiikkaja, Maria – Toppila, Esko – Hietanen, Maila – Lindholm, Harri – Airo, Erkki – Jussila, Kirsi 2015. Henkilöstön työhyvinvointia edistävät toimintatavat magneettikuvaustyössä. Helsinki: Työterveyslaitos, Säteilyturvakeskus. Verkkodokumentti. <<http://docplayer.fi/17758723-Henkiloston-tyohyvinvointia-edistavat-toimintatavat-magneettikuvaustyossa.html>>. Luettu 22.11.2017.

Aronen, Hannu – Hamberg, Leena 1992. Magneettikuvauksen perusteet ja tutkimusmenetelmät. Duodecim 108 (8). Verkkodokumentti. <<http://www.duodecim-lehti.fi/lehti/1992/8/duo20140>>. Luettu 9.4.2018.

Huurto, Laura – Toivo, Tim 2000. Terveysturvallisuuden laadunhallinta. Magneettitutkimukset ja niiden turvallisuus. Helsinki: Lääkelaitos. Verkkodokumentti. <https://www.valvira.fi/documents/14444/50159/LH-2000-1_magneettitutkimukset.pdf>. Luettu 20.11.2017.

ICNIRP 2009. Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Physics 96 (4). 504-514. Saatavilla myös sähköisesti osoitteessa: <<http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPstatgdl.pdf>>. Luettu 5.12.2017.

Jurvelin, Jukka S. – Nieminen, Miika 2005. Magneettikuvaus. Radiologia. Helsinki: WSOY.

Kanal, Emanuel – Borgstede, James P. – Borkovich, A. James – Bell, Charlotte – Bradley, William G. – Felmler, Joel P. – Froelich, Jerry W. – Kaminski, Ellisa M. – Keeler, Elaine K. – Lester, James W. – Scoumis, Elizabeth A. – Zaremba, Loren A. – Zinner, Marie D. 2002. American College of Radiology White Paper on MR Safety. American Journal of Roentgenology 178 (6). 1335–1347.

Kanal, Emanuel - Barkovich, A. James – Bell, Charlotte – Borgstede, James P - Bradley, William G Jr – Froelich, Jerry W. – Gimbel, J. Rod – Gosbee, John W. – Kuhni-Kaminski, Ellisa – Larson, Paul A. - Lester, James W Jr– MD – Nyenhuis, John – PhD – Schaefer, Daniel Joe – Sebek, Elizabeth A. – RN – BSN – Weinreb, Jeffrey – Wilkof, Bruce L. – Woods, Terry O. – Lucey, Leonard – Hernandez, Dina – BSRT 2013. Journal of magnetic resonance imaging. ACR guidance document on MR safe practices. 37:501–530. Saatavilla sähköisesti: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/jmri.24011>>. Luettu 2.4.2018.

Koskinen, Seppo 1998. Magneettikuvaus toimenpiteiden ohjauksessa. Verkkodokumentti. <<http://www.ebm-guidelines.com/xmedia/duo/duo90250.pdf>>. Luettu 4.12.2017.

Lammentausta, Eveliina 2017. Magneettikuvaus. Duodecim. Kliininen radiologia.

Nikupaavo, Ulla. 2005. Turvallisuuteen liittyvät vastuukysymykset magneettitutkimuksissa puhuttivat Tallinnassa. Radiografia 3/2005. Suomen röntgenhoitajaliitto RY:n julkaisu. Forssa: Auranen OY. 24–25.

Nikupaavo, Ulla – Wood, Päivi 2003. Magneettidiagnostiikkaa. Turvallisuutta ja tulevaisuutta Tallinnassa. Radiografia 3/2003. Suomen röntgenhoitajaliitto RY:n julkaisu. Forssa: Auranen OY. 10–12.

Jokela, Kari – Korpinen, Leena – Hietanen, Maila – Puranen, Lauri – Huurto, Laura, Pättikangas, Harri – Toivo, Tim – Sihvonon, Ari-Pekka – Nyberg, Heidi 2006. Säteilylähteet ja altistuminen. Teoksessa Nyberg, Heidi – Jokela, Kari: Sähkömagneettiset kentät. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 360–441.

Orchard, L.J. 2015. Implementation of a ferromagnetic detection system in a clinical MRI setting. Radiography 21 (2015). 248–253.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2003. Asumisterveysohje. Saatavilla sähköisesti: <https://www.finlex.fi/data/normit/14951/asumisterveysohje_pdf.pdf>. Luettu 15.4.2018.

STUK n.d. Säteilyn käyttäjälle. Varoitusmerkit. Verkkodokumentti. <<http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/toiminnan-valvonta/varoitusmerkit>>. Luettu 8.4.2018.

STUK 2013. Säteilylähteiden varoitusmerkit. Ohje ST 1.3. Verkkodokumentti. <<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST1-3>>. Luettu 8.4.2018.

STUK 2016. Säteily terveydenhuollossa. Magneettitutkimus. Verkkodokumentti. <<http://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>>. Luettu 4.12.2017.

Tunninen, Virpi – Ryymin, Pertti – Kauppinen – Tomi 2008. Lääketietoa Lääkelaitokselta. Magneettikuvauksen riskit ja vasta-aiheet. 16.(05) 16–19 Saatavana osoitteessa: <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134443/tabu_5_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 7.4.2018.

Valanne, Leena. 2005. Kuvausmenetelmät. Radiologia. Helsinki: WSOY.

Vilka, Hanna – Airaksinen, Tiina 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

Yliopistollinen Eläinsairaala. Tietoa meistä. Verkkodokumentti. <<http://elainsairaala.helsinki.fi/fi/tietoa-meista>>. Luettu 20.3.2018.

Yliopistollinen Eläinsairaala. Magneettikuvaus. Verkkodokumentti. <<http://elainsairaala.helsinki.fi/fi/magneettikuvaus>>. Luettu 14.4.2018.

Westbrook, Catherine – Roth, Carolyn Kaut – Talbot, John 2011. MRI in Practice, 4th Edition. West Sussex: Wiley-Blackwell.