



Markus Lönnqvist

Anestesiahoitajien magneettiturvalliset työskentelytavat ja poikkeamatilanteiden minimointi magneettikuvaushuoneessa

Scoping katsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja YAMK

Kliininen asiantuntijuus digitaalisissa sosiaali- ja terveyspalveluissa (YAMK)

Opinnäytetyö

22.10.2022

| | |
|---|--|
| Tekijä | Markus Lönnqvist |
| Otsikko | Anestesiahoitajien magneettiturvalliset työskentelytavat ja poikkeamatilanteiden minimointi magneettikuvaushuoneessa |
| Sivumäärä | 40 sivua + 2 liitettä |
| Aika | 22.10.2022 |
| Tutkinto | Röntgenhoitaja YAMK |
| Tutkinto-ohjelma | Kliininen asiantuntijuus digitaalisissa sosiaali- ja terveystal-veluissa |
| Ohjaajat | Yliopettaja Eija Metsälä, Dosentti, FT, RH |
| <p>Magneettikuvausten suurin turvallisuusriski on kuvaushuoneessa jatkuvasti päällä oleva voimakas staattinen magneettikenttä. Magneettikuvaushuoneessa ajoittain työskentelevien anestesiahoitajien edellytyksenä on, että he ovat saaneet riittävän turvallisuuskoulutuksen, jotta he voivat työskennellä turvallisesti magneettikuvaushuoneessa. Magneettikuvausympäristön turvallisia työskentelytapoja voidaan ylläpitää riittävällä ja säännöllisellä turvallisuuskoulutuksella.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on käsitellä anestesiahoitajien magneettiturvallisen työskentelyn kehittämistä. Tämän työn keskipisteenä on anestesiahoitajien magneettiturvalliset työskentelytavat ja poikkeamatilanteiden minimointi kuvaushuoneessa. Työn tavoitteena on tuottaa tietoa, jota voidaan hyödyntää anestesiahoitajien magneettiturvallisen työskentelyn ja magneettiturvallisuuskoulutuksen kehittämiseksi.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin scoping kirjallisuuskatsauksena. Katsauksen tiedonhaku suoritettiin seuraavista tietokannoista: Science Direct, Cinahl ja Medline. Valitut artikkelit täyttivät katsauksen ennalta määrätyt sisään- ja poissulkukriteerit. Lisäksi katsauksen artikkeleille tehtiin laadunarvio soveltaen suomenkielisiä Joanna Briggs instituutin kriteerejä. Aineisto analysoitiin aineistolähtökohtaisesti hyödyntämällä teema-analyysia.</p> <p>Tulosten perusteella turvallista magneettityöskentelyä voidaan parantaa anestesiahoitajien käytännönläheisellä, säännöllisellä ja standardisoidulla magneettiturvallisuuskoulutuksella. Yhtenäiset ja helposti saatavilla olevat magneettiturvallisuusohjeistukset ja tarkistuslistat anestesiaosastoilla vähentävät vaaratapahtumien syntymistä. Lisäksi magneettitilojen suunnittelulla, säännöllisillä turvatarkastuksilla ennen kuvaushuoneeseen pääsyä ja vaaratilanteiden vastuullisella raportoimisella voidaan parantaa ja kehittää magneettiympäristön turvallisuutta. Tuloksista saatuja tietoa voidaan hyödyntää anestesiaosastojen magneettiturvallisen työskentelyn kehittämiseen.</p> | |
| Avainsanat | anestesiahoitaja, magneettiturvallisuus, poikkeamatilanteet |

| | |
|--|--|
| Author | Markus Lönnqvist |
| Title | MRI Safety Practice of Anesthetic Nurses and Minimization of Hazard Situations in the Imaging Room |
| Number of Pages | 40 pages + 2 appendices |
| Date | 22.10.2022 |
| Degree | Master of Health Care Radiography and Radiotherapy |
| Degree Programme | Master's Degree Programme in Clinical Expertise in Digital Health Care and Social Services |
| Instructors | Eija Metsälä, Docent, PhD, RT, Principal Lectuer |
| <p>The biggest safety risk inside a magnetic resonance imaging (MRI) room is the strong static magnetic field that is always on. Anesthetic nurses occasionally work inside imaging rooms so adequate safety training is a requirement for a safe working environment. Safe work practices inside imaging rooms can be maintained with regular and sufficient safety training.</p> <p>The purpose of this study was to examine the development of safe work practice of anesthetic nurses and the minimization of hazard situations in MRI environment. Furthermore, the aim was to increase knowledge in order to improve the training and practice of anesthetic nurses working in MRI rooms at university hospitals.</p> <p>The method chosen for my Master's Thesis was a scoping literature review. Data research was performed in the following databases: Science Direct, Cinahl and Medline. Intake and exclusion criteria for articles were set in advance. In addition, the articles were evaluated according to the quality criteria of Joanna Briggs Institute. Finally, the material of articles was analyzed by using theme analyses.</p> <p>According to the results, safe work practice can be improved by practical, regular and standardized MRI safety training that is arranged for anesthetic nurses. Coherent and easily available MRI safety instructions and check lists at anesthetic units also decrease hazard situations. Furthermore, it is possible to improve and develop MRI safety with help of environment design, regular security checks and regular reporting system of safety incidents. In conclusion, the results of my Master's Thesis can be utilized when developing the safe work practice of anesthetic personnel in MRI environment.</p> | |
| Keywords | anesthesia nurse, MRI safety, hazard situations |

Sisällys

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Johdanto | 6 |
| 2 | Magneettikuvantaminen | 8 |
| 2.1 | Magneettikuvauslaite | 8 |
| 2.2 | Magneettikuvauksen fysikaaliset perusteet | 9 |
| 2.3 | Magneettikuvan muodostaminen | 10 |
| 3 | Magneettiturvallisuus | 11 |
| 3.1 | Magneettikuvauksen turvallisuus | 11 |
| 3.2 | Henkilökunnan turvallisuus magneettikuvaushuoneessa | 13 |
| 3.3 | Staattisen magneettikentän riskit | 14 |
| 3.4 | Magneettikentän fysikaaliset vaikutukset magneettikuvaushuoneessa | 16 |
| 4 | Anestesiahenkilökunnan työskentely magneettikuvaushuoneessa | 17 |
| 4.1 | Anestesiahenkilökunta | 17 |
| 4.2 | Anestesia magneettitutkimuksessa | 18 |
| 4.3 | Turvallinen anestesiatoiminta magneettikuvausympäristössä | 19 |
| 5 | Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite | 20 |
| 6 | Tutkimuksen toteutus | 20 |
| 6.1 | Scoping kirjallisuuskatsaus menetelmänä | 20 |
| 6.2 | Aineiston haku ja valinta | 22 |
| 6.3 | Aineiston laadunarviointi | 26 |
| 6.4 | Aineiston analyysi | 27 |
| 7 | Kirjallisuuskatsauksen tulokset | 28 |
| 7.1 | Anestesiahoitajien turvallisen magneettityöskentelyn kehittäminen tulevaisuudessa magneettikuvausympäristössä | 29 |
| 7.2 | Anestesiahoitajien magneettiturvallisuuteen liittyvien vaaratilanteiden ennaltaehkäisy tulevaisuudessa | 32 |
| 8 | Pohdinta | 35 |
| 8.1 | Tutkimuksen eettisyys | 35 |
| 8.2 | Tutkimuksen luotettavuus | 36 |
| 8.3 | Tulosten tarkastelu | 37 |
| 8.4 | Turvallisen magneettityöskentelyn edellytykset | 37 |
| 8.5 | Vaaratilanteiden ennaltaehkäisy MRI ympäristössä | 38 |

| | |
|---|----|
| 8.6 Johtopäätökset ja jatkotutkimushaasteet | 39 |
| Lähteet | 41 |
| | |
| Liitteet | |
| Liite 1. Laadunarviointitaulukot | |
| Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit | |

1 Johdanto

Magneettikuvantaminen on lisääntynyt ja kehittynyt nopeasti viimeisten kahden vuosikymmenen aikana. Se on kuvausmenetelmänä ottanut suuremman aseman radiologisten tutkimusten joukossa, koska sen kuvaustekniikka on ylivoimainen ilman, että potilaalle aiheutuu ionisoivan säteilyn riskiä. Suomessa magneettikuvauslaitteiden määrä oli vuonna 2018 150 kappaletta. Vuonna 2018 Suomessa tehtiin potilaille suunnattuja magneettikuvauksia yli 400 000 tutkimusta. Magneettikuvauslaitteiden laitekanta lisääntyy Suomessa muutamalla laitteella vuodessa. Magneettitutkimuksesta käytetään nimitystä MRI, joka tulee englanninkielisistä sanoista magnetic resonance imaging. Se on hyvin yleinen tutkimusmenetelmä, jolla saadaan tarkkoja leikekuvia ihmisen kehon eri osista. Yleisimpiä magneettikuvantamisen kohteita ovat tuki- ja liikuntaelimet, vatsan alueen tutkimukset ja keskushermoston alueelle tehtävät tutkimukset. (STUK 2018.) Magneettitutkimusten määrät kasvoivat 3,2 % Suomessa vuosina 2015–2018 (STUK 2019).

Magneettitutkimushuoneissa tapahtuu vuosittain erilaisia poikkeamatilanteita ja läheltäpiti tilanteita. Poikkeamatilanteet johtuvat pääosin magneettihuoneessa olevasta voimakkaasta staattisesta magneettikentästä, joka vetää puoleensa erilaisia ferromagneettisia esineitä. Ferromagneettiseksi esineeksi luokitellaan esine, jota staattinen magneettikenttä vetää voimakkaasti puoleensa. Pahimmassa tapauksessa onnettomuudet voivat johtaa joko magneettihoitajana työskentelevän henkilökunnan, potilaan tai muun röntgenosaston ulkopuolisen henkilökunnan loukkaantumiseen. Magneettikuvauslaitteisto voi myös vaurioitua onnettomuuden seurauksena. (Lammentausta 2017: 451.) Magneettikuvaushuoneessa tapahtuvia onnettomuustapauksia ja vaaratilanteita voitaisiin vähentää henkilökunnan jatkuvalla ja säännöllisellä koulutuksella (De Wilde & Grainger & Price & Renaud 2007: 47).

Magneettikuvaushuoneessa ajoittain työskenteleville anestesiahoitajille on tuotava ilmi magneettikuvaushuoneen turvallisuusriskit ja turvalliset työskentelytavat (Lehtinen & Rinta-Kiikka & Ryymin 2008: 10–12). Sairaalan anestesiayksiköiden henkilökunnalle ei välttämättä ole annettu tarpeeksi riittävää koulutusta ja tietoa turvallisista työskentelyta-voista magneettikuvaushuoneessa. He voivat tietämättömyyden ja vähäisen magneettiturvallisuuskoulutuksen vuoksi aiheuttaa läheltä piti -tilanteita tai vaaratilanteita anestesiapotilaan magneettitutkimuksen aikana.

Anestesiahoitajat voivat esimerkiksi vahingossa viedä potilaan mukana kuvaushuoneeseen ferromagneettisia esineitä ja välineitä tai heillä voi epähuomiossa olla unohtunut omaan taskuunsa metallista materiaalia, joka aiheuttaa vaaratilanteen potilaalle, röntgenhoitajalle tai heille itselleen magneettikentässä. (Ponder 2015: 110.)

Magneettikuvaushuoneessa työskentelee ajoittain myös muita hoitajia kuin kuvantamisen osaston henkilökuntaan kuuluvia röntgenhoitajia. Yksi röntgenosaston ulkopuolinen työntekijäryhmä ovat anestesiahoitajat, jotka tulevat anestesiapotilaan kanssa magneettitutkimukseen. Jokaiselle henkilökuntaryhmälle on kerrottava magneettikuvaushuoneiden turvallisuusriskeistä ja turvallisista työskentelytavoista. (Ponder 2015: 110.) Magneettiympäristössä työskentelevän anestesiahenkilökunnan edellytyksenä on, että he ovat saaneet riittävän perehdytyksen asiaan liittyviin riskeihin. Henkilön, joka työskentelee kuvaushuoneessa, tulee tiedostaa ja ymmärtää staattisen magneettikentän toimintaperiaatteet ja siihen liittyvät riskit. (Alanko, ym. 2015: 14.) Magneettikuvantamisen turvallisuusnäkökulma-asiat tiedostetaan hyvin röntgenosaston oman henkilökunnan sisällä, mutta siellä ajoittain työskentelevän osaston ulkopuolisen henkilökunnan osalta magneettiturvallisuuskoulutuksen järjestämisessä olisi parantamisen varaa (Pääkkö 2014: 57–58).

Magneettikuvauksessa ajoittain työskentelevien röntgenosaston ulkopuolisten hoitohenkilökunnan magneettiturvallisuustietämys ei ole yhtä rutiininomaista kuin itse siellä työskentelevillä röntgenhoitajilla. Tästä johtuen vaaratilanteiden todennäköisyysriski magneettikuvaushuoneen ympäristössä on suurempi. (Pääkkö 2014: 57–58.) Tutkittua tietoa anestesiahoitajien turvallisista magneettityöskentelytavoista ja poikkeamatilanteiden minimoinnista on saatavilla rajoitetusti ja asiaa on tutkittu kohtalaisen vähän. Lisätutkimus auttaisi kehittämään työkaluja, joiden avulla anestesiahoitajilla olisi turvallinen olo työskennellä potilaan kanssa magneettikuvausympäristössä. Myös tästä työstä saatujen tietojen perusteella magneettiturvallista työskentelyä ja koulutusta voidaan parantaa, yhtenäistää ja kehittää tulevaisuudessa. Tällöin voidaan vähentää magneettihuoneessa tapahtuvia vaaratilanteita.

Opinnäytetyön tarkoituksena on käsitellä anestesiahoitajien magneettiturvallisen työskentelyn kehittämistä. Tämän työn keskipisteenä on anestesiahoitajien magneettiturvalliset työskentelytavat ja poikkeamatilanteiden minimointi kuvaushuoneessa. Työn tavoitteena on tuottaa tietoa, jota voidaan hyödyntää anestesiahoitajien magneettiturvallisen työskentelyn ja magneettiturvallisuuskoulutuksen kehittämiseksi.

2 Magneettikuvantaminen

2.1 Magneettikuvauslaite

Magneettikuvauslaitteet jaetaan suljettuihin ja avoimiin laitteisiin. Kliinisessä käytössä olevat magneettikuvauslaitteet ovat suljettuja ja ne kuuluvat korkeakenttälaitteisiin. Magneettikuvauslaitteen osat ovat staattisen kentän tuottava magneetti, radiotaajuus eli RF (radiofrequency) vastaanotin- ja lähetinkelat sekä gradienttikelat. Lisäksi magneettikuvauslaitteeseen kuuluvat muun muassa ohjauskonsoli ja jäähdytysjärjestelmä. (Lamentausta 2017: 448.)

Magneettikuvauslaite voidaan sijoittaa huoneeseen, johon on rakennettu Faradayn häkki. Tämä huoneeseen rakennettu kuparimateriaalisuojaus estää kuvaushuoneen ulkopuolelta tulevien radiotaajuuspulssien tulon huoneeseen. Ulkopuolisia radiotaajuuspulsseja voivat lähettää kuvaushuoneen läheisyydessä olevat televisiot, radiot ja matkapuhelimet. Nämä pulssit voivat häiritä magneettikuvausta ja aiheuttaa magneettikuvaan liittyviä epätarkkuuksia. (Jurvelin & Nieminen 2005: 68–69.)

Magneettikuvauslaitteet jaetaan niiden staattisen magneettikentän voimakkuuden perusteella matala, keskikenttä- ja korkeakenttälaitteisiin. Laitteiden voimakkuudet ovat kasvaneet viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Magneettikentän voimakkuudesta (magneettivuon tiheydestä) käytetään yksikkö lyhennettä Tesla (T) (STUK 2020). Erittäin voimakkaat magneettikenttälaitteet ovat 3.0–7.0 Teslan vahvuisia. Ultravoimakkaat laitteet ovat puolestaan yli seitsemän Teslan vahvuisia. (Korvenoja 2020: 136.) Matalakenttälaitteet ovat alle 0.5 Teslan vahvuisia. Keskikenttälaitteet ovat 0.5–1 Teslan vahvuisia ja korkeakenttälaitteet ovat 1.0–3.0 Teslan vahvuisia. (Tesla-arvon suuruus kuvaa magneettikuvauslaitteen staattisen magneettikentän magneettivuon tiheyden). (Allen 2021). Suomessa jokaisessa yliopisto- ja keskussairaalassa sekä yksityisillä terveydenhoitoyksiköillä on käytössään magneettikuvauslaitteita. Suomessa sairaaloiden kliinisessä käytössä olevat magneettikuvauslaitteet ovat rutiinimaisesti 1.5 ja 3.0 Teslan magneettikuvauslaitteita.

Seitsemän Teslan vahvuiset magneettikuvauslaitteet ovat olleet käytössä ihmistutkimuksissa lähes kaksi vuosikymmentä. Yhdysvalloissa Minnesotan osavaltiossa on otettu ihmisen kuvantamiseen käytettävä magneettilaitteisto, joka on voimakkuudeltaan 10.5

Teslaa. Tutkimuskäyttöön tarkoitetut kuvantamislaitteistot voivat olla kenttävoimakkuudeltaan vielä paljon suurempia. Esimerkiksi eläinten magneettikuvauslaitteiston kenttävoimakkuus voi olla korkeimmillaan yli 20 Teslan vahvuinen. (Kauppinen 2018: 1, 8, 9.)

2.2 Magneettikuvauksen fysikaaliset perusteet

Magneettikuvaus on viime vuosina yleistynyt lääketieteellinen tutkimusmenetelmä, koska siinä ei käytetä ihmiselle haitallista ionisoivaa röntgensäteilyä. Magneettikuvauksen etuna voidaan myös pitää sitä, että laitteella saadaan kuvattavasta ihmiskehon kohteesta tarkkoja kaksi- ja kolmiulotteisia leikekuvia. Lisäksi magneettikuvauslaitteen kuvaussuunnat ovat myös vapaasti valittavissa kuvauskohteesta riippuen ja kuvauskohteen kehon osasta voidaan muodostaa kolmiulotteisia kuvarekonstruktioita. Magneettikuvausta käytetään hyvin yleisesti ihmisen keskushermoston alueen (aivot ja selkäranka) tutkimukseen. Se soveltuu myös nivelten kuvauksiin sen erinomaisen pehmytkudoksen erottelukyvyn ansiosta. Magneettikuvauksen toiminta perustuu ihmisen kehossa esiintyvien vetyatomien ydinmagneettisiin ominaisuuksiin, joten tutkittava kohde ei altistu terveyttä haittaavalle säteilylle, koska siinä ei käytetä perinteisessä röntgentutkimuksessa käytettävää ionisoivaa röntgensäteilyä. (Jokela ym. 2006: 407–411; STUK 2019.)

Magneettitutkimuksen perusajatuksena on vuonna 1946 löydetty ydinmagneettinen resonanssi ilmiö, joka perustuu ihmisen kehossa oleviin vetyatomien ydinten magneettisiin ominaisuuksiin. Ihmisen kehon kudoksissa on suuri määrä vetyatomien ytimiä eli protoneja, joita hyödynnetään magneettikuvaksessa. Ihmisen kehon kudosten vety-ytimet muodostavat vuorovaikutustilan ulkoisen magneettikentän kanssa. Protonilla on positiivinen sähköinen varaus ja sen pyörimisliike tapahtuu koko ajan oman akselinsa ympäri. Protonin hyrrämäinen pyöriminen luo heikon paikallisen magneettikentän. Tavallisesti protonit pyörivät satunnaisesti eri suuntiin. Jos protoneihin kohdistuu voimakas ulkoinen magneettikenttä, protonit järjestäytyvät ja suurin osa niistä suuntautuu ulkoisen magneettikentän suuntaisesti. Tämä aiheuttaa pyörivän hyrrämäisen liikkeen, jota kutsutaan spiniksi. Aluksi protonin satunnainen hyrrämäinen pyöriminen aiheuttaa voimakkaan sähköisen liike-energian, jonka seurauksena muodostuu pienimuotoinen magneettikenttä. Tässä vaiheessa protonit pyörivät satunnaisesti eri suuntiin. Protonien kohdassa voimakkaan ulkoisen magneettikentän ne alkavat järjestäytyä ja suuntautuvat

magneettikentän suuntaan tai sitä vastakkaiseen suuntaan. (Lammentausta 2017: 437–440.)

Magneettikuvauslaitteen staattisen magneettikentän vaikutuksesta protonit järjestäytyvät magneettikentän suuntaisesti. Lisäksi ne pyörivät ominaistaajuudella, joka riippuu magneettikentän voimakkuudesta. Tätä ilmiötä kutsutaan nettomagnetitumaksi, joka saadaan poikkeutettua alkuperäisestä magneettikentästä lähettämällä kohteeseen sopivan kestoisia ja tehoisia RF-radiotaajuuspulsseja hyödyntämällä sähkömagneettisia lähetinkeloja. Tästä on seurauksena ydinten virittyminen. RF-pulssin jälkeen tapahtuu nettomagnetituma palautuminen eli relaksaatio kohti alkuperäistä lähtötilannetta, jossa protonit palaavat tilaan, jossa ne olivat ennen virituspulsseja. Kudoksen magneettiset ominaisuudet vaikuttavat signaalin voimakkuuteen ja keston. (Lammentausta 2017: 441–442; Schild 1990: 39–45.)

Relaksoituminen tapahtuu kahdella eri mekanismilla. Ne ovat pitkäaikainen T1 relaksaatio (Time constant) eli aikavakio ja poikittainen T2 relaksaatio (Time constant) eli aikavakio. T1 relaksaatio on nettomagnetituman pitkäikäistä palautumista takaisin ulkoisen magneettikentän suuntaiseksi. Palautuminen on eksponentiaalista ja sitä kuvaa relaksaatioaika T1. Relaksaatioajan T1 kuluessa nettomagnetisaation pitkäikäinen komponentti on palautunut 63 prosenttiin alkuperäisestä lähtötilanteesta. T2 relaksaatioissa kaikki ytimet ovat viritystilan jälkeen saman suuntaisia. Ulkoisen magneettikentän ja ytimien vuorovaikutuksesta johtuen ne eivät pyöri samalla nopeudella, jolloin ne epävaiheistuvat. Poikittainen magnetisaation vaimentuminen on eksponentiaalista. Relaksaatioajan T2 kuluessa poikittainen magnetisaatio on pienentynyt 37 prosenttia lähtöarvosta. Nettomagnetituman täydellisestä palautumisesta aiheutuu vaihtovirtasignaali FID-signaali, (free induction decay), joka havaitaan kuvauskohteen lähelle tuodulla vastaanotinkelalla. (British Medical Journal 2021; Lammentausta 2017: 437–440.)

2.3 Magneettikuvan muodostaminen

Magneettikuvauksessa voidaan tuottaa kaksi- ja kolmiulotteisia leikekuvia ihmiskehosta. Magneettikuvan muodostamisessa tarvitaan ulkoisia muuttuvia magneettikenttiä, RF (radiofrequency) pulssia sekä kolmea erilaista gradienttikelaa, jotka tekevät toisiaan vasten kolmea kohtisuoraa magneettikenttää. Ensimmäiseksi leikkeenvälintagradienttia ja RF-

pulssia yhdessä käyttämällä valitaan halutusta kuvauskohteesta leiketaso ja leikepakkuus. Samalla saadaan aikaan haluttujen ytimien virittyminen. Kohtisuoraan leikesuuntaan vasten käytetään vaihegradienttia, jonka avulla RF-pulssille virittyy yksilöllinen vaihe. Tämän jälkeen taajuusgradientti laitetaan kohtisuoraan vasten yksilöllistä vaihe-suuntaa, joka aiheuttaa ytimille oikeasuuntaisen taajuuden. Taajuusgradientin ollessa toiminnassa FID signaaleista kerätään tieto, joka sisältää jokaisen taajuus- ja paikkakoodatun paikkainformaation. Tämä määrittää kuvauksessa valitun leiketason. (Lammentausta 2017: 440–442.)

Magneettikuvan kuvainformaatio kerätään taajuusvaihetietona niin sanottuun k-avaruuteen eli taajuusavaruuteen, joka voidaan muuttaa matemaattisesti anatomisen kohteen kuvaksi. Magneettikuvan painotukset ja kontrasti määräytyvät ihmisen kudoksen erilaisista relaksaatioajoista ja protonitiheydestä. Kuvattavan kohteen kudoksen vety-ytimet lähettävät signaaleja ulkoiseen magneettikenttään, jota kautta voidaan muodostaa magneettikuvaa. Tätä ilmiötä kutsutaan Fourier tapahtumaksi (The Fourier transform), jonka avulla voidaan muuttaa taajuusavaruuteen kerätty signaali kuvaksi. (Lammentausta 2017: 440–441.)

3 Magneettiturvallisuus

3.1 Magneettikuvauksen turvallisuus

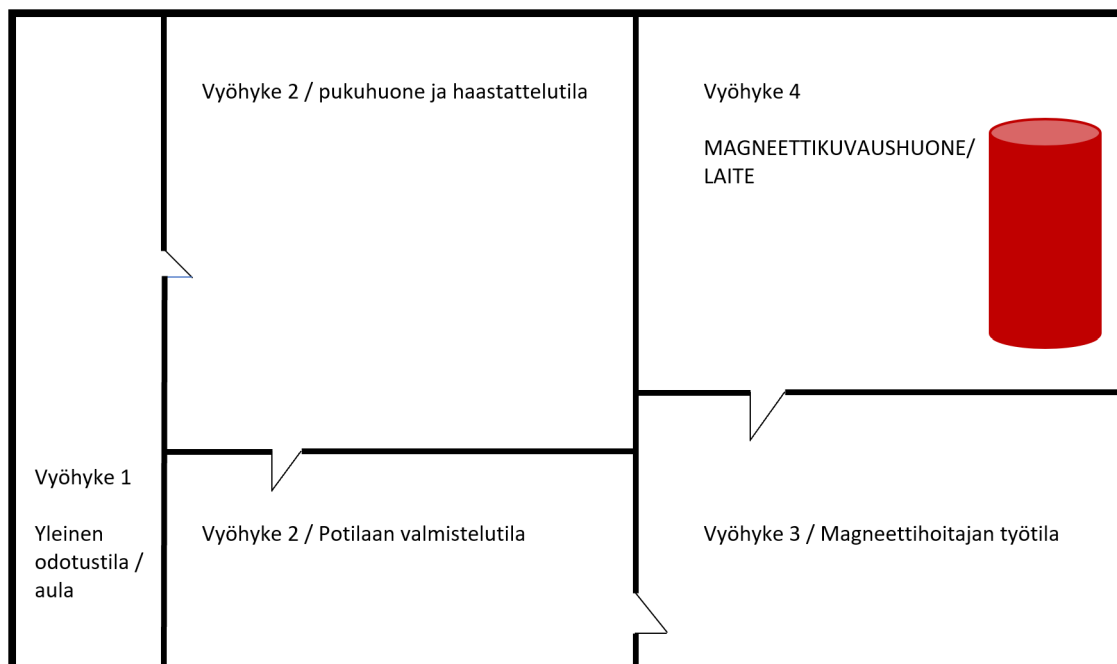
Magneettikuvauksen suuri turvallisuusriski on voimakas staattinen magneettikenttä. Magneettikenttä on aina päällä kuvaushuoneessa ja toiminnassa ympäri vuorokauden. Staattisen magneettikentän takia magneettikuvantamiselle on olemassa kontraindikaatioita eli vasta-aiheita, jotka estävät tutkimuksen tekemisen. Staattinen magneettikenttä vetää puoleensa ferromagneettisia esineitä, jotka voivat aiheuttaa vahinkoja ja vakavia vaaratilanteita potilaalle ja hoitohenkilökunnalle. Ferromagneettisia esineitä, jotka voivat aiheuttaa vaaraa ovat esimerkiksi potilaan vartalossa olevat metallisirpaleet. Myös erilaiset lääkinnälliset laitteet kuten potilaalla oleva insuliinipumppu, lämpökatri, potilaan mukana oleva metallinen tippateline tai valvontamonitori estävät tutkimuksen tekemisen. Ferromagneettinen esine on materiaaliltaan sellainen, jota staattinen magneettikenttä vetää voimakkaasti puoleensa. (Jokela ym. 2006: 407.)

Magneettikuvauslaitteessa on jatkuvasti päällä voimakas staattinen magneettikenttä ja se vetää puoleensa ferromagneettisesta materiaalista valmistettuja esineitä. Tämä voi johtaa hyvin vakaviin vaaratilanteisiin magneettikuvaushuoneessa. (Jokela ym. 2006: 413–415.) Magneettikuvauslaittekannan lisääntyminen lisää vaaratilanteiden riskiä työskenneltäessä magneettikuvaushuoneissa. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin magneettikuvauksen yksiköissä raportoitiin vuosien 2016–2019 välisenä aikana 76 erilaista poikkeamatapahtumaa, jotka aiheutuivat ferromagneettisen esineen päädyttyä magneettikuvaushuoneeseen (Timonen 2020).

Magneettikuvaus aiheuttaa potilaalle myös kehon lämpötilan nousua. Kehon lämpenemisestä käytetään yksikköä SAR (specific absorption rate). Tämä johtuu siitä, kun ihmiskehoon kudoksiin absorboituu radiotaajuuspulssi energiaa voimakkaassa magneettikentässä. Tästä seuraa ihmiskehon kudosten lämpeneminen magneettitutkimuksen aikana. SAR arvo määritellään jokaisen magneettitutkimuspotilaan kohdalla yksilöllisesti ja se on verrannollinen potilaan painoon. SAR arvot perustuvat International Electrotechnical Commission (IEC) ohjeistuksiin. (Huurto 2000: 26–27.)

1980-luvulla kliiniseen käyttöön tullessaan magneettikuvauksia pidettiin hyvin turvallisina, koska ne eivät aiheuttaneet potilaalle säteilyriskiä. Laitteiden yleistyessä niiden ominaisuuksista saatiin enemmän tietoa ja samalla niissä huomattiin olevan erilaisia riskitekijöitä. Voimakkaaseen staattiseen magneettikenttään joutuneet ferromagneettiset vierasesineet johtivat vakaviin vaaratilanteisiin. Myös RF pulsseihin ja gradienttikenttiin liittyvistä palovammoista tehtiin havaintoja ja niitä todettiin magneettitutkimuksessa olleiden potilaiden iholla. (De Wilde ym. 2007: 45–46.)

Magneettiturvallisuutta on lisätty sairaaloissa jakamalla magneettikuvausympäristö neljään eri turvavyöhykkeeseen (Kuvio 1). Vyöhyke 1 on röntgenosaston yleinen odotusaula, johon kaikilla ihmisillä on vapaa pääsy. Vyöhyke 2 on tila, jonne magneettikuvaushenkilökuntaan kuuluva ottaa vastaan magneettikuvaukseen tulevan potilaan, haastattelee hänet ja valmistelee kuvaukseen. Yleensä tämä tila on pukuhuonealuetta. Vyöhyke 3 on rajattua aluetta, joka on magneettihoitajien työtila. Tähän tilaan potilaat tuodaan, kun heidät on haastateltu tulevaa magneettitutkimusta varten. Vyöhykkeellä 4 tarkoitetaan magneettikuvaushuonetta, jossa tapahtuu tutkimus. Siellä on päällä staattinen magneettikenttä. Kuvaushuoneeseen ovat oikeutettuja menemään ainoastaan kuvantamisen henkilökunta ja magneettitutkimukseen tulevat potilaat. (ACR Safety Zones 2020.)



Kuvio 1. Magneettikuvausympäristön turvavyöhykkeet 1–4.

3.2 Henkilökunnan turvallisuus magneettikuvaushuoneessa

Työturvallisuuslaki 738/2002 määrittää, että työntekijän altistumista terveyttä vaarantaville tekijöille ja turvallisuudelle on rajoitettava, jotta vaaratilanteita ei pääsisi tapahtumaan. Työntekijän tulee osata toimia omassa työssään niin, että ei aiheuta potilaille tai muille henkilökuntaan kuuluville vaaraa. Vaaratilanteiden riskiä voidaan myös parantaa henkilökunnan koulutuksella, turvallisuusohjeilla ja turvallisuusmerkinnöllä. (Suomen Potilasturvallisuusyhdistys 2012: 13.)

Magneettikuvantaminen on yksi haastavimmista kuvantamismenetelmistä röntgenhoitajan näkökulmasta, kun asiaa tarkastellaan ohjeistuksien ja magneettiturvallisuuteen liittyvien asioiden kannalta. Magneettitutkimushuoneissa voi ajoittain työskennellä röntgenhoitajien lisäksi myös muita terveydenhoitoalan henkilökuntaan kuuluvia ammattilaisia. Yhteinen, turvallinen työskentelytapa kaikkien eri henkilökuntaryhmiin kuuluvien kanssa on tärkeää magneettitutkimuksen aikana. (Lehtinen & Rinta-Kiikka & Ryymin 2008: 10–11.)

Magneettikuvaushuoneessa työskentelevä henkilökunta altistuu voimakkaan staattisen magneettikentän hajakentälle. Magneettilaitteen Teslan voimakkuus on suoraan verrannollinen hajakentän voimakkuuteen ja sen ympäröimään alueeseen. Henkilön ollessa magneettilaitteen välittömässä läheisyydessä staattisessa magneettikentässä, hän voi tuntea huimausta tai lievää pahoinvointia. Edellä mainittuja oireita voivat aiheuttaa pään nopeat kääntämiset staattisessa magneettikentässä, mitkä vaikuttavat ihmisen sisäkorvan toimintaan ja tilapäisesti tasapainoelimen häiriöön. (Wilson ym. 2019: 643)

Magneettikuvaushuoneessa työskentelevä henkilökunta altistuu myös voimakkaalle melulle kuvauksen ollessa käynnissä. Magneettikuvaushuoneen melu johtuu kuvauslaitteissa olevista gradienttikeloista, joiden vaihtelu aiheuttaa meluhaittaa. Tätä tapahtuu etenkin silloin, kun anestesiapotilasta pitää valvoa magneettikuvaushuoneessa kuvauksen aikana. Magneettilaitteen keskimääräinen melutaso on 89–95 desibeliä (1,5 Teslan magneettikentässä). Kuvauslaite ei saa myöskään ylittää yli 140 desibelin äänenpainetasoa. Yli 87 desibelin melulle altistuminen voi aiheuttaa pysyviä kuulovaurioita. Henkilökunnan on suojattava kuulo käyttämällä kuulosuojaimia ja niiden lisäksi vielä korvatulpia, jotka tuovat lisävaimennusta henkilön korviin. Myös magneettikuvauksessa olevan potilaan kuulo pitää suojata korvatulpilla ja kuulosuojaimilla. (Keevil & Gilk & Woods 2021: 74–75.)

3.3 Staattisen magneettikentän riskit

Suurimman riskin magneettikuvauksen aikana aiheuttaa erittäin vahva staattinen magneettikenttä. Magneettikenttä vetää puoleensa ferromagneettisia esineitä, mistä voi aiheutua vaaratilanteita magneettikuvaushuoneessa. Ferromagneettisia esineiden materiaalia ovat esimerkiksi raudasta valmistetut esineet. Staattinen magneettikenttä aiheuttaa suuren vääntö- ja vetovoiman ferromagneettisiin esineisiin, minkä seurauksena voi aiheutua vaaraa potilaalle ja henkilökunnalle. Magneettihenkilökunnan tehtävä on varmistaa, että kuvaushuoneeseen ei päädy mitään ferromagneettista materiaalia. Kaikki kuvaukseen tulevat potilaat, heidän omaisensa/saattajat ja anestesiahenkilökunta haastatellaan ja tarkastetaan aina ennen kuin he pääsevät kuvaushuoneeseen. Tällä tavalla varmistetaan, että kuvaushuoneeseen on turvallista mennä eikä sinne pääse esineitä, jotka voivat aiheuttaa vaaratilanteita. (Wilson ym. 2019: 639–641.)

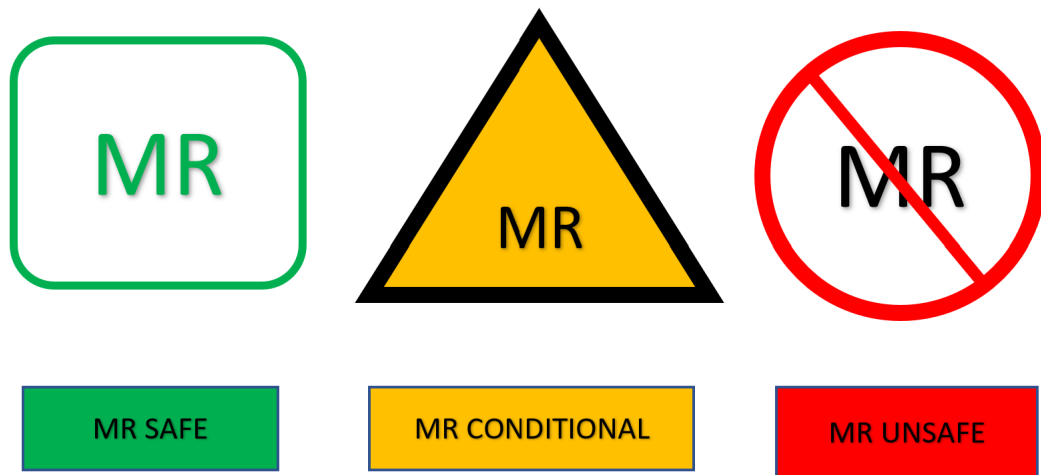
Sairaalassa käytettäviä ja potilaan hoitamiseen tarkoitettuja välineitä ovat esimerkiksi tippatelineet, kaasupullot, sakset ja sydänvalvontaan käytettävät elektroniset laitteet sekä potilaan sisälle asennetut kehossa olevat vierasesineet esimerkiksi sydämentahdistimet. Esineet on jaettu magneettiturvallisuuden perusteella kolmeen luokkaan. Kaikilla maailmassa termeistä käytetään kansainvälistä ilmaisua. Luokkien nimitykset tulevat englannin kielestä ja ne ovat käytössä myös Suomessa. Luokittelulla voidaan helpottaa ja minimoida vaaratilanteita sekä estää magneettihuoneeseen kuulumattomien esineiden pääsyä. (Kanal ym. 2020: 21.)

Esineiden magneettiturvallisuus luokat ovat MR safe, MR conditional ja MR unsafe (Kuvio 2). MR safe luokka tarkoittaa, että esine tai potilaan sisälle asennettu implantti on turvallinen käyttää magneettikuvauksessa, eikä siitä ole todettu aiheutuvia haittoja. MR safe esineillä ei ole materiaalin puolesta magneettisia ominaisuuksia. Ne ovat esimerkiksi titaanisia valmistettuja ruuveja, joka on asennettu potilaaseen. (Kanal ym. 2020: 20.)

MR conditional luokan esine tai implantti on tietyin ehdoin turvallinen käyttää magneettikuvauksessa, mutta ehtojen täytyminen tulee aina varmistaa ennen kuin esine voidaan viedä kuvaushuoneeseen. Esimerkkinä näistä ovat potilaalle leikkauksen yhteydessä asennetut lonkkaproteesit. (Kanal ym. 2020: 22.)

MR unsafe luokkaan kuuluvat ferromagneettiset esineet, jotka eivät ole turvallisia magneettikuvauksessa. Tähän luokkaan kuuluvat esimerkiksi happipullot, metalliset sairaalavälineet kuten sakset, tippatelineet ja potilassängyt. (Kanal ym. 2020: 22.)

HUS Diagnostiikkakeskuksessa tehdään magneettikuvaukseen tulevalle potilaalle ennakoon fyysikon vierasesine selvitys, jos kuvantamisen henkilökunta ei pysty varmuudella varmistamaan potilaan kehossa olevaa esinettä magneettikelpoiseksi. Tällä menetelmällä voidaan varmistaa se, että potilaan magneettitutkimuksen suorittaminen on turvallista. (Timonen 2020.)



Kuvio 2. Esineiden ja laitteiden magneettiturvallisuusluokat.

3.4 Magneettikentän fysikaaliset vaikutukset magneettikuvaushuoneessa

Magneettikuvaushuoneessa terveydenhuollon henkilökunta altistuu jatkuvasti päällä olevalle staattiselle magneettikentälle, gradienttikentille sekä radiotaajuisille magneettikentille. Magneettikuvaushuoneen staattinen magneettikenttä on päällä koko ajan ja gradientti- ja radiotaajuuskentät aktivoituvat vain silloin kun magneettikuvaus on käynnissä. Voimakas staattinen magneettikenttä voi altistaa kuvauslaitteen suuaukolla olevan hoitohenkilökunnan lievästi huimaukselle, pahoinvoinnille, päänsärylle ja harmittomille silmien valonvälähdyksille eli magnetofosfeeneille. Tästä johtuen hoitohenkilökunnan on muistettava välttää nopeita pään liikkeitä magneettikuvausputken suuaukolla. Edellä mainitut haittavaikutukset ovat ohimeneviä eikä niitä ole pystytty osoittamaan pysyviksi. (Jokela ym. 2006: 410–411.)

Magneettitutkimuksessa käytetään muuttuvia gradienttikenttiä. Gradienttikentät voivat aiheuttaa erilaisia riskejä ja oireita. Gradienttikentät ovat voimakkaimmillaan kuvausalueella eli keskellä magneettikuvausputkea, jossa potilas makaa. Lisäksi gradienttikentät vaikuttavat vain itse magneettikuvausputken ollessa käynnissä magneettikuvaushuoneessa. Gradienttikenttä voi aiheuttaa lihassolujen ja hermosolujen stimuloitua, joka aiheuttaa kihelmöinnin ja lihasten nykimisen tunteen. Magneettikuvauslaitteen gradienttikentät eivät ulotu ollenkaan kuvaushuoneen ulkopuolelle, joten on epätodennäköistä,

että työntekijöille aiheutuisi niistä oireita, vaikka työntekijä joutuisi poikkeuksellisesti oleskelemaan kuvauksen aikana magneettikuvaushuoneessa. (Alanko ym. 2015: 16–17.)

Radiotaajuuskentästä voi aiheutua riskejä magneettikuvauksessa. Ne ovat biologisia vaikutuksia, jotka voivat ilmetä potilaan pintakudosten lämpenemisenä kuvauksen aikana. Tämä ilmiö tapahtuu, kun radiotaajuuskentästä siirtyy magneettikuvauksen aikana energiaa potilaaseen. Radiotaajuuskentän vaikutus rajoittuu magneettikuvausputkeen ja sen suuaukolle. Lämpenemisen määrään vaikuttavat muun muassa magneettikentän voimakkuus, potilaan koko sekä radiopulssien taajuus. Pitkänomainen johdin, esimerkiksi sydämentahdistin, voi kuumentua radiotaajuuskentässä antenniefektin kautta ja aiheuttaa magneettitutkimuksessa olevalle potilaalle vammoja. Palovammoja voi tapahtua myös, jos potilaan iho on kuvauksen aikana suoraan kosketuksissa kelajohtimen tai magneettikuvauslaitteen putken sisäreunan kanssa. (Westbrook & Talbot 2018: 343–347.)

4 Anestesiahenkilökunnan työskentely magneettikuvaushuoneessa

4.1 Anestesiahenkilökunta

Anestesiahoitaja on koulutukseltaan sairaanhoitajan (AMK) tutkinnon suorittanut hoitotyön ammattilainen, joka omaa korkeatasoisen kliinisen osaamisen. He hoitavat kaikkia potilaita tasavertaisesti noudattaen Suomen terveydenhuollon lainsäädännössä olevia ohjeita ja asetuksia. (Suomen anestesiahoitajat ry 2017.) Anestesiahoitaja on vastuussa potilaasta ja turvallisesta anestesiasta potilaan hoidon aikana. Hoitajan työympäristönä toimivat leikkaussalit, heräämöt ja anestesiaosaston ulkopuoliset potilaille tehtävät anestesiati. Heräämö on huone, jossa potilasta ja hänen elintoimintojaan valvotaan leikkauksen jälkeen. Anestesiaosaston ulkopuolella tehtävät anestesiati ovat esimerkiksi radiologiset toimenpiteet, erilaiset kuvantamisen tutkimukset, vuodeosastolla, teho-osastolla tai päivystyksessä tapahtuvat anestesiati. (Lukkari & Kinnunen & Korte 2013: 305–308.)

Sairaalan anestesiaosaston henkilökunta muodostuu anestesiologiaan ja leikkaussalitoimintaan erikoistuneista sairaanhoitajista ja anestesia-ääkäreistä. Anestesiahoitaja ja

anestesiaalääkäri toimivat yhdessä tiiminä, jossa he valvovat potilaalle tehtävän toimenpiteen anestesian aikaisia vitaalielintoimintoja. Hoitajan vastuulla on potilaan tarkkailu anestesian aikana. Hoitajan tulee ylläpitää riittävää ja potilaan terveydentilan kannalta optimaalista anestesiatiilaa. Anestesiahoitaja myös noudattaa anestesiaalääkärin suosittelemaa hoitolinjaa potilaan anestesian aikana. Anestesiaalääkäri puolestaan vastaa potilaan anestesian lääketieteellisestä toteutustavasta ja sen suorittamisesta. (Lukkari & Kinnunen & Korte 2013: 305–308.)

4.2 Anestesia magneettitutkimuksessa

Yleisanestesiaa tai sedaatiota tarvitaan silloin, kun magneettitutkimukseen tuleva potilas on levoton, pelokas (klaustrofobinen), tajunnan taso on laskenut tai potilas on kriittisesti sairas. Sairaalan vuodeosaston tai teho-osaston potilaat voivat tarvita myös akuuttia magneettikuvausta, jos heidän vointinsa on äkillisesti heikentynyt. Potilaan ollessa kivulias tai jos terveydentila vaatii sitä, niin hänet voidaan sedatoida tai laittaa yleisanestesiaan magneettikuvauksen ajaksi. Potilaan valvonta anestesiassa magneettitutkimuksen aikana on haastavaa, koska potilaan elintoimintoja pitää tarkkailla koko tutkimuksen ajan. Lähtökohtana on se, että potilaalle saadaan tehtyä turvallinen magneettitutkimus. (Wilson ym. 2019: 644–645.)

Anestesian eri muotoja ovat yleisanestesia ja sedaatio. Yleisanestesian aikana potilas on laitettu tarkoituksenmukaisesti tilaan, jossa hän on tajuton, ei reagoi eikä hän tunne kipua. Potilas saadaan anestesiaan antamalla hänelle lääkeainetta suonensisäisesti tai hän voi hengittää sitä suun kautta happinaamarin avulla. Yleisanestesian aikana potilas ei tunne eikä reagoi toimenpiteestä aiheutuvaan kipuun. Toimenpiteen aikana potilaan anestesiasta vastaavat yhteistyössä anestesiaalääkäri ja anestesiahoitaja. Potilaalle tehtävään yleisanestesiaan vaikuttavat tehtävän toimenpiteen kesto ja kiireellisyys. Myös potilaan yleiskunto, ikä, sen hetkiset sairaudet ja lääkitys vaikuttavat hänelle tehtävään anestesiaan. Yleisanestesiassa potilas nukutetaan happinaamarin avulla lisähapetuksella. Potilaan nukuttamisen yhteydessä hänen oma hengityksensä lamaantuu. Tämän jälkeen potilas intuboidaan eli hänelle asennetaan hengityspotki tai hänelle laitetaan laryngosmaski. Tämän jälkeen potilaan hengitystä tarkkaillaan ventilaattorin eli hengityskoneen kautta. Hengityskoneen avulla potilaan hengitystä ja vitaalielintoimintoja voidaan valvoa tehtävän toimenpiteen ajan elektronisesti ohjatun hengityskoneen monitorin kautta. (Ilola & Hoikka & Heikkinen & Honkanen & Katomaa 2013: 306–310.)

Potilaan tilaa seurataan koko ajan tarkasti erilaisten tarkkailuvälineiden avulla. Anestesian aikana seurataan sydämen sykettä, sydämen sähköistäkäyrää (EKG), verenpainetta ja sisään- ja uloshengityksen hiilidioksiditasapainoa. Potilaalla on anestesian aikana suoniyhitys, johon hänelle voidaan antaa tarvittaessa lääkitystä ja pitää elimistön nestetasapainoa yllä. Sedaatioissa eli kevyessä nukutuksessa potilas on koko tutkimuksen vapaalla hengityksellä, unenomaisessa tilassa, tajuissaan, mutta ei täysin hereillä. Kevyt nukutus tehdään yleensä rauhoittavan lääkityksen avulla, joka on oiva tapa pelokkaille potilaille. (Heikkinen ym. 2013: 301–305.)

4.3 Turvallinen anestesiatoiminta magneettikuvausympäristössä

Anestesiapotilaan magneettikuvauksessa pitää ottaa huomioon erilaisia turvallisuusnäkökohtia. Kuvauksen suorittamiseen tarvitaan moniammatillinen tiimi, johon kuuluvat kuvantamisen magneettikuvaushenkilökunta ja anestesiahenkilökunta, jonka mukana on anestesiapotilas. Anestesiahoitajilla pitää olla suoritettuna magneettiturvallisuuskoulutus, jotta he voivat työskennellä magneettikuvaushuoneessa anestesiapotilaan kanssa. Koulutuksen tarkoituksena on se, että anestesiahenkilökunta saa riittävän tiedon työskennelläkseen turvallisesti magneettikuvausympäristössä. Anestesiahenkilökunnan on myös hyvä tiedostaa, ennakoida ja huomioida magneettiturvallisuuden liittyvät riskit ja vaaratilanteet. Tällä pyritään siihen, että tunnistetaan mahdolliset läheltä piti -tilanteet ja vaaratilanteet, millä voidaan vähentää magneettikuvaushuoneessa tapahtuvia onnettomuuksia. Magneettikuvaushuone on anestesiahoitajille vieras paikka, koska he eivät työskentele siellä usein. Anestesiahenkilökunta ei saa työskennellä magneettikuvaushuoneessa ilman suoritettavaa turvallisuuskoulutusta. (Wilson ym. 2019: 644–648.)

Turvallisia magneettityöskentelyn työtapoja voidaan parantaa pitämällä kuvantamisen ulkopuoliselle henkilökunnalle magneettiturvallisuuskoulutuksia. Koulutuksen sisältö vaihtelee henkilöiden työtehtävien perusteella. Kaikissa koulutuksissa pitää olla tietoa staattisen magneettikentän aiheuttamista riskeistä ja siihen liittyvistä turvallisista työskentelytavoista. Kaikkien sairaalan henkilökuntaan kuuluvien henkilöiden, jotka työskentelevät magneettikuvaushuoneessa on tiedostettava magneettiturvallisuuteen vaikuttavat riskit ja turvalliset työskentelytavat. (Timonen 2020.) Magneettitutkimuksissa vaaratapahtumat liittyvät yleensä henkilökunnan työskentelytapoihin, joita ei ole tiedostettu oikealla tavalla sen hetkisessä työtilanteessa. Magneettikuvaushuoneessa turvallisen

työskentelyn perusedellytys on, että jokainen siellä liikkuva henkilö on saanut magneettiturvallisuuskoulutuksen ja perehdytyksen magneettikuvaushuoneen työympäristön erityisriskeihin. Tämän koulutuksen sisältö ja informaatio voivat olla erilaisia johtuen työntekijöiden erilaisista työtehtävistä (De Wilde ym. 2007: 46–47). Kuitenkin vähimmäisvaatimuksena sen pitää sisältää voimakkaan staattisen magneettikentän toiminnan ymmärtäminen ja siihen liittyvät riskitekijät. Magneettiturvallisuuskoulutusta tulisi päivittää säännöllisesti ja työntekijöille pitäisi järjestää kertausta säännöllisin väliajoin. (Alanko ym. 2015: 14.)

5 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena on käsitellä anestesiahoitajien magneettiturvallisen työskentelyn kehittämistä. Tämän työn keskipisteenä on anestesiahoitajien magneettiturvalliset työskentelytavat ja poikkeamatilanteiden minimointi kuvaushuoneessa.

Työn tavoitteena on tuottaa tietoa, jota voidaan hyödyntää anestesiahoitajien magneettiturvallisen työskentelyn ja magneettiturvallisuuskoulutuksen kehittämiseksi.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset:

1. Miten anestesiahoitajien turvallista magneettityöskentelyä voitaisiin kehittää tulevaisuudessa?
2. Miten anestesiahoitajien magneettiturvallisuuteen liittyviä vaaratilanteita voitaisiin paremmin ehkäistä tulevaisuudessa?

6 Tutkimuksen toteutus

6.1 Scoping kirjallisuuskatsaus menetelmänä

Valitsin tämän työn menetelmäksi scoping katsauksen. Scoping katsauksen vahvuutena pidetään sitä, että se pyrkii olemaan systemaattinen, avoimesti kuvattu ja toistettavissa. Katsauksen avulla kartoitan yleiskuvan tutkittavasta aihealueesta jo tehtyjen tutkimusten kautta. Scoping katsaus mahdollistaa olemassa olevan tiedon kokoamisen yhteen ja

tässä katsauksessa muodostan yleiskuvan magneettiturvallisen työskentelyn ja koulutuksen tärkeydestä anestesiahoitajille. Lisäksi scoping kirjallisuuskatsaus mahdollistaa sen, että voi löytää tutkittua ja ajankohtaista tietoa magneettiturvallisen työskentelyn ja koulutuksen kehittämistä anestesiahoitajille. (Stolt & Axelin & Suhonen 2016: 11.)

Scoping katsauksen valinta työni tutkimusmenetelmäksi on perusteltua kahdestakin erisyydestä. Ensinnäkin sen avulla saadaan tutkittua ja ajankohtaista tietoa anestesiahoitajien magneettiturvallisista työskentelytavoista magneettikuvausympäristössä. Toiseksi kirjallisuuskatsauksen avulla on mahdollista saada selville, miten aihetta on tutkittu maailmalla aikaisemmin. (Stolt ym. 2016: 11.)

Scoping kirjallisuuskatsausta tehdessäni olen tiedostanut sen eri työvaiheet sekä laadullisen toteutuksen prosessin. Olen kuvannut kaikki prosessin työvaiheet tarkasti ja yksityiskohtaisesti. Tässä työssä noudatin Joanna Briggs Instituutin (JBI) metodologista viitekehystä (Taulukko 1) scoping kirjallisuuskatsauksen teossa. Määrittelin ensiksi tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset. Sen jälkeen määrittelin tutkimuksien sisäänottokriteerit. Seuraavaksi suunnittelin tiedonhakustrategian ja toteutin sen. Tämän jälkeen valitsin katsaukseen mukaan otetut tutkimukset, jonka jälkeen taulukoin ne ja kirjoitin tulokset auki. Lopuksi tein johtopäätökset katsauksesta saaduista tuloksista ja vertasin niitä työn tavoitteeseen. (Peters ym. 2020.)

Taulukko 1. Scoping katsauksen vaiheet Peters ym. (2020).

| | |
|----|--|
| 1. | Tutkimuksen tavoitteen määrittely ja tutkimuskysymysten laadinta |
| 2. | Tutkimusten sisäänottokriteerien määrittely |
| 3. | Tiedonhakustrategian suunnittelu |
| 4. | Tiedonhaun toteuttaminen |
| 5. | Tutkimuksien valinta |
| 6. | Tutkimuksen taulukointi |
| 7. | Aineiston analyysi |
| 8. | Tutkimustulosten esittely ja johtopäätökset |

PICo-kysymys

Miten anestesiahoitajien (P) magneettiturvallisista työskentelytapoja (I) voidaan kehittää magneettikuvaushuoneessa (Co)?

Käytin tässä työssä apuna PICo-työkalua, kun muodostin kirjallisuushaun hakusanoja ja hakulauseita. PICo menetelmä auttaa opinnäytetyön tekijää kirjallisuushaun hakusanojen laatimisessa ja järkevien rajausten tekemisessä. PICo-työkalu auttoi minua tekemään tutkimuskysymyksen hakusanoiksi. PICo lyhenne tulee seuraavista sanoista. P = (population / problem / patient): potilas tai asiakasryhmä, jota ollaan tutkimassa. I = (intervention): Ilmiö, jota tutkitaan tai asia, johon pyritään vaikuttamaan. Co = (Context): konteksti. (Stolt ym. 2016: 36.)

Tässä opinnäytetyössä PICo tehtiin seuraavasti:

P = anestesiahoitajat

I = magneettiturvallisuus

Co = turvallisten työskentelytapojen kehittäminen magneettikuvaushuoneessa

6.2 Aineiston haku ja valinta

Työn tutkimuskysymykset antavat suunnan, jonka mukaan tein aineiston valinnan ja hakusanat (Stolt ym. 2016: 25). Kirjallisuuskatsauksen luotettavuuden lisäämiseksi on hyvä tehdä ennalta suunniteltu hakustrategia (Stolt ym. 2016: 25). Näin ollen laadin tutkimuksen hakustrategiaan mukaanotto- ja poissulkukriteerit (Taulukko 2). Tutkimuksen haussa käytetyn aikajanan tein 1.1.2010–11.3.2022 väliselle ajalle. Valittujen artikkeleiden tuli vastata molempiin työni tutkimuskysymyksiin. Lisäksi hyödynsin katselmukseni tiedonhaussa Metropolia ammattikorkeakoulun tarjoamaa kirjaston informaattikkoa 11.3.2022. Informaatikon avulla sain muodostettua oikeat hakusanat ja niistä tehtävät lausekkeet.

Taulukko 2. Tutkimuksen kirjallisuushaun rajaukset.

Sisäänottokriteerit

- Aikaväli 1.1.2010-11.3.2022
- Tutkimukset liittyvät terveydenhoitoalan julkaisuihin
- Julkaisukieli on suomen tai englannin kielellä
- Julkaisu käsittelee anestesiahenkilökunnan tai terveydenhoitohenkilökunnan magneettiturvallista työskentelyä
- Julkaisu käsittelee läheltä-piti ja poikkeamatilanteita magneettikuvausympäristössä

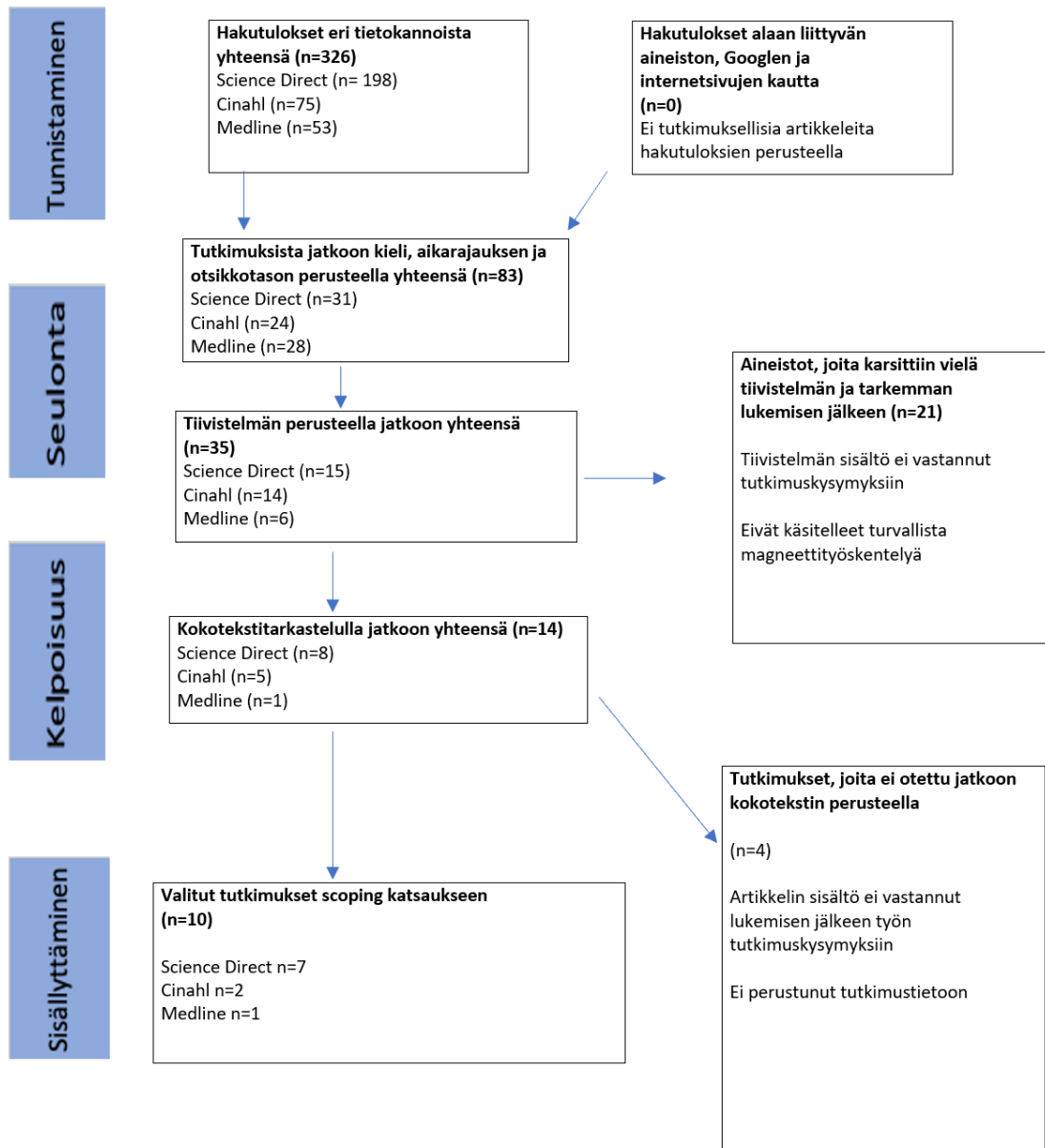
Poissulkukriteerit

- Aiemmin kuin vuonna 2010 tehdyt tutkimukset
- Julkaisukieli ei ole suomi tai englanti
- Julkaisut eivät käsittele magneettiturvallista työskentelyä

Katsauksen hakusanat muodostin seuraavasti Taulukossa 3 esitetyn tavan mukaisesti. Anestesiahoitajat olivat tutkimuksen kohderyhmä, josta muodostettiin englanninkielisiä hakutermejä. Magneettiturvallisuus oli tutkimuksen ilmiö, jota tutkittiin ja josta muodostettiin englanninkielisiä hakutermejä. Turvallisten työskentelytapojen kehittäminen magneettikuvaushuoneessa oli tutkimuksen konteksti, jota tutkittiin ja siitä muodostettiin englanninkielisiä hakutermejä. Hakutermit kirjoitettiin hakukoneiden hakukenttään käyttämällä OR ja AND sanaa niiden välissä.

Taulukko 3. Kirjallisuushakujen hakutermit.

| Anestesiahoitaja (P) | Magneettiturvallisuus (I) | Turvallisten työskentelytapojen kehittäminen magneettikuvaushuoneessa (Co) |
|--|--|--|
| Anestesiahoitaja Anesthesia nurse Anesthesia Personnel Staff | Magneettiturvallisuus Magnetic resonance imaging MRI safety MRI accident MRI zone MRI ferromagnetic | Turvallinen työskentelytapa MRI safety processes MRI environment MRI safety guidelines MRI safety education MRI personnel training Quality Management |



Kuvio 3. Kirjallisuushaun toteutuksen kuvailu the Prisma flow diagrammin menetelmän mukaan (British Medical Journal 2021: 372).

Tein tiedonhaun kuvaamisesta ja prosessista visuaalisen Prisma taulukon (Kuvio 3). Suoritin katsauksen tiedonhaun maaliskuussa 2022. Tämän katsauksen hakustrategiassa käytin kolmea erilaista sähköistä tietohakukantaa. Tietohakukantoja, joita käytin, olivat ScienceDirect, Cinahl ja Medline. Hakukoneissa käytin niistä löytyviä hakurajauksia, joilla sain rajattua ja optimoitua hakuja. Nämä hakurajaukset liittyivät tutkimuksen sisään- ja poissulkukriteereihin (Taulukko 2). Sain hakusanojen ja niiden yhdistelemisen

tuloksena käytetyistä hakukoneista yhteensä 326 aiheeseen liittyvää hakutulosta. Science Direct n =198, Cinahl n =75 ja Medline n =53. Luin kaikki saadut hakutulokset läpi otsikkotasolla. Suoritin käsihaulla myös hakukone Googlen kautta hakuja käyttämällä määriteltyjä tutkimuksen hakutermejä. Kyseisen haun perusteella aiheeseen liittyviä tutkimuksellisia artikkeleita ei löytynyt.

Luin tutkimukset otsikkotasolla, minkä jälkeen rajasin pois ne tutkimukset, jotka eivät täyttäneet valintakriteerejä. Tämän jälkeen otin mukaan yhteensä 83 aiheeseen liittyvää tutkimusta. Seuraavaksi luin jäljelle jääneistä tutkimuksista tarkasti läpi tiivistelmät, minkä jälkeen valittuja tutkimuksia oli jäljellä n = 35. Tämän jälkeen tarkastelin vielä jatkoon valittujen tutkimusten sisältöä tarkemman lukemisen avulla. Sen perusteella karsin n = 21 artikkelia jatkosta, koska niiden sisältö ei vastannut tutkimuskysymykseen ja artikkeli ei käsitellyt turvallista magneettityöskentelyä.

Kokotekstitarkastelulla valitsin jatkoon n = 14 artikkelia. Luin kaikki nämä valitut artikkelit huolellisesti läpi ja tarkastelin niiden tekstiä liittyen työni tutkimuskysymyksiin. Kävin valittujen artikkelien lähdeluettelot osittain läpi mutta en tehnyt tarkastelun jälkeen lisähakuja. Jatkoon valittujen artikkelien lukemisen jälkeen karsin vielä pois n = 4 artikkelia. Karsittujen artikkelien sisältö ei vastannut työn tutkimuskysymyksiin tai se ei perustunut tutkimustietoon. Tutkimukseen valikoitui lopulta n = 10 artikkelia.

6.3 Aineiston laadunarviointi

Tein kirjallisuuskatsaukseen valittujen kymmenen artikkelin laadunarvioinnin soveltaen suomenkielisiä Joanna Briggs instituutin kriteerejä. JBI tarjoaa useita erilaisia tarkastuslistoja, joiden tarkoituksena on tukea näyttöön perustuvia päätöksiä, jotka parantavat terveydenhuollon ja sosiaalialan palveluita (JBI). Arvioin jokaisen tutkimukseen valitun artikkelin sille määritellyn katsaustyyppin perusteella. Laadunarviossa toin esille artikkeleissa saatujen tulosten luotettavuutta ja painoarvoa. (Stolt ym. 2016: 67.) Käytin tämän katsauksen artikkelien laadunarvioinnissa poikkileikkaustutkimuksen, laadullisen tutkimuksen, järjestelmällisen katsauksen sekä asiantuntijoiden näkemyksen ja narratiivisen tekstin laadunarvioinnin kriteerejä. Valittujen artikkelien laadunarvioinnin mukainen pisteytys on esitetty liitteessä 1. Artikkeleista yhdeksän oli tutkimuksia ja yksi oli asiantuntijoiden laatima ohjeistus.

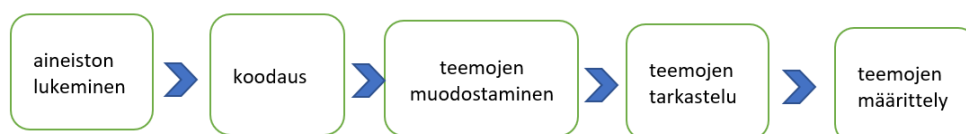
Katsauksen artikkeleista kolme oli laadullisia tutkimuksia. Artikkeleista viisi oli poikkileikkaustutkimuksia ja yksi järjestelmällinen tutkimus. Yksi artikkeli oli asiantuntijoiden laatima ohjeistus.

Tähän opinnäytetyöhön valitut artikkelit olivat sekä määrällisiä että laadullisia, mikä vahvisti tutkimustulosten arvoa. Artikkeleista kuusi oli kyselytutkimuksia, joiden vahvuuksia olivat kyselyiden kautta saadut vastaukset magneettitutkimuksia tekevilta ammattilaisilta. Tietoa saatiin muun muassa anestesiahenkilökunnan magneettiturvallisuudesta, koulutuksen kehittämistä, tilojen turvallisuudesta ja vaaratapahtumien ennalta ehkäisystä. Mielestäni artikkeleiden vahvuus oli myös monikansallisuus. Artikkelit oli julkaistu seitsemässä eri maassa. Tämän johdosta saatiin hyvin monipuolisia toimintamalleja ja kehitysideoita turvallisiin magneettityöskentelytapoihin.

Osassa katsaukseen valitsemisani artikkeleissa kyselyn otanta oli määrällisesti pieni $n=20$. Tämän johdosta suhtauduin erityisellä kriittisyydellä kyseisten tutkimusten tuloksiin. Tutkimuksen pienestä otannasta huolimatta tulokset ovat relevantteja ja tarjoavat kehitysideoita turvallisia magneettityöskentelytapoja kehittämien.

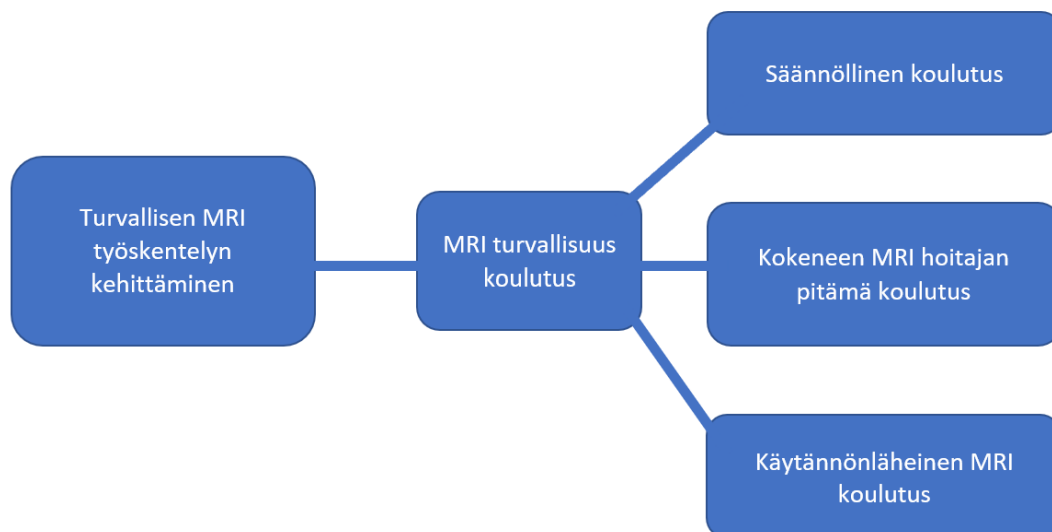
6.4 Aineiston analyysi

Analysoin katsauksen valittujen artikkelien tulokset aineistolähtökohtaisesti hyödyntämällä teema-analyysin vaiheita (Kuvio 4). Teema-analyysissä pyrin löytämään aineistosta esiin tulevia teemoja. Ensimmäisenä analyysin vaiheena kuvasin tutkimuksen tärkeää sisältöä eli tutustuin aineistoon. Luin valitut artikkelit tarkasti läpi ottaen huomioon oman opinnäytetyöni tutkimuskysymykset. Taulukoin scoping kirjallisuushaun avulla valitsemani artikkelit ja niiden tulokset eli toisin sanoen kirjasin ylös tutkimusten tärkeimmät tiedot, kuten artikkelin kirjoittajan, julkaisuvuoden, tutkimuksen julkaisumaan, tarkoituksen, kohdejoukon, tavoitteen ja tulokset (liite 2). Toisessa vaiheessa luin tutkittavaa aineistoa ja muodostin merkintöjen avulla aineistosta erilaisia teemoja ja yksityiskohtia. (Stolt ym. 2016: 30–31.)



Kuvio 4. Teema-analyysin vaiheet.

Kolmannessa vaiheessa muodostin aineistosta teemoja ja etsin yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia sekä kirjoitin synteessin. Tähän katsaukseen valikoidusta aineistosta pyrin löytämään oleellisia asioita työni tutkimuskysymyksiin. Neljännessä vaiheessa tarkastelin teemoja. Tämän jälkeen muodostin artikkelien tuloksista kummallekin tutkimuskysymykselle omat pääluokat, yläluokat ja alaluokat. (Kuvio 5). (Stolt ym. 2016: 30–31.)



Kuvio 5. Esimerkki valitun aineiston luokkien muodostuksesta. Oikealla alaluokka, jonka jälkeen yläluokka ja pääluokka.

7 Kirjallisuuskatsauksen tulokset

Valitsin tutkimukseen kymmenen artikkelia, jotka oli julkaistu seitsemässä eri maassa. Seitsemässä artikkelissa oli kvantitatiivinen tutkimusote. Yksi tutkimus oli tehty systemaattisella kirjallisuuskatsauksella ja yksi artikkeleista oli Iso-Britannian ja Irlannin anestesiyhdistyksen tekemä virallinen ohjeistus anestesiahoitajan turvallisen työskentelyn käytänteistä anestesiapotilaan kanssa magneettikuvausympäristössä. Valikoidut artikkelit käsittelivät anestesiahoitajien turvallisen magneettityöskentelyn kehittämistä tulevaisuudessa ja vaaratilanteiden ennalta ehkäisyä magneettikuvaushuoneessa.

7.1 Anestesiahoitajien turvallisen magneettityöskentelyn kehittäminen tulevaisuudessa magneettikuvausympäristössä

Anestesiahoitajien turvallisen magneettityöskentelyn kehittäminen tulevaisuudessa magneettikuvausympäristössä voitiin luokitella yläluokkiin magneettiturvallisuuskoulutus, magneettiturvallisuusohjeistus ja anestesiahoitajien turvalliset toimintatavat. Taulukossa neljä on kuvattu alaluokat, joista yläluokat muodostuivat.

Yläluokka magneettiturvallisuuskoulutus muodostui neljästä alaluokasta (Taulukko 4). Magneettiturvallisuuskoulutuksen kehittämiseksi saatiin seuraavaksi kuvattavia tuloksia. Standardisoitu ja säännöllisin väliajoin järjestettävä magneettiturvallisuuskoulutus anestesiahoitajille parantaa MRI turvallisuutta ja sitä pitää järjestää myös muille sairaalan henkilökuntaryhmille, jotka työskentelevät MRI ympäristössä. Magneettiturvallisuuskoulutus pitää järjestää työntekijöille ennen kuin he menevät työskentelemään magneettikuvaushuoneeseen. Kokeneen MRI hoitajan pitämä magneettiturvallisuuskoulutus tarjoaa parasta tietämystä staattisen magneettikentän riskeistä käytännön esimerkkien kautta. (Nugent 2014: 22–24; Goolsarran & Martinez & Garsia 2018: 1–4.) Magneettiturvallisuuskoulutuksessa tulisi painottaa käytännön esimerkkejä MRI unsafe esineistä, joita ei saa viedä magneettikuvaushuoneeseen olevaan staattiseen magneettikenttään (Blankholm & Hansson 2019: 148). Magneettiturvallisuuskoulutus tulee olla yhtenäistä ja sitä pitää osata kehittää raportoitavien MRI vaaratapahtumien perusteella (Piersson & Gorleku 2017: 6). Magneettiturvallisuuskoulutuksessa pitää nostaa esille tiedossa olevien MRI vaaratapahtumien esille nostamista sairaalan muille henkilökuntaryhmille, minkä avulla voidaan vähentää MRI vaaratapahtumia (Blankholm & Hansson 2019: 151).

Yläluokka magneettiturvallisuusohjeistus muodostui kolmesta alaluokasta (Taulukko 4). Sen kehittämiseksi saatiin seuraavaksi kuvattavia tuloksia. Anestesiaosastoilla pitää olla yhtenäiset magneettiturvallisuusohjeet, joissa on selkeät ja yhtenäiset toimintaohjeet jokaisen osaston työntekijän käyttöön ennen magneettikuvausympäristöön menoa (Piersson & Gorleku 2017: 6). Ohjeiden helppo saatavuus ja siitä tiedottaminen pitää varmistaa kaikkien työntekijöiden kannalta ja saada ohjeistus jokaisen työntekijän tietoon omalla osastolla, kun he sitä tarvitsevat (Blankholm & Hansson 2019: 150). Niiden on oltava selkeitä ja kaikkien osastojen työntekijöiden pitää noudattaa MRI ohjeistuksia (Pickup & Nugent & Bowie 2019: 343).

Yläluokka anestesiahoitajien turvalliset toimintatavat muodostuivat viidestä eri alaluokasta (Taulukko 4). Anestesiahenkilökunnalle pitää tehdä yhtenäinen turvatarkastus ennen magneettihuoneeseen pääsyä. Samalla anestesiahenkilökunnan on jätettävä kaikki henkilökohtaiset tavarat, kuten puhelin, avaimet ynnä muut tavarat magneettihuoneen ulkopuolelle. MRI kuvaushuoneen valmistelutilassa on järjestetty lokero, johon henkilökunta voi jättää tavarat. Vaarallisten esineiden pääsyä magneettikuvaushuoneeseen voidaan minimoida myös sillä, ettei anestesiahenkilökunnan työvaatteissa ole taskuja, kun mennään työskentelemään kuvaushuoneeseen. (Pickup & Nugent & Bowie 2019: 340–344.) Magneettiturvallisuusasioihin liittyvien tarkistuslistojen käyttäminen on tärkeää sekä anestesiapotilaan että anestesiahenkilökunnan osalta ennen pääsyä magneettikuvaushuoneeseen. (Blankholm & Hansson 2019: 149–150.) Mahdollisten MRI vaaratapahtumien riskiä voidaan myös minimoida sillä, että anestesiassa tapahtuvaan magneettikuvauksen valmisteluun käytetään enemmän aikaa. Tällä tavalla magneettiturvallisuusasioihin voidaan kiinnittää enemmän huomiota ja sitä kautta pienentää kuvaushuoneessa tapahtuvia riskejä. (Schroeck & Welch & Rowner & Johnson & Schroeck 2018: 95–98.)

Taulukko 4. Anestesiahoitajien turvallisen magneettityöskentelyn kehittäminen tulevaisuudessa magneettikuvausympäristössä.

| | | |
|--|--|---|
| Pääloukka Anestesiahoitajien turvallisten magneettityöskentelyn kehittäminen MRI ympäristössä tulevaisuudessa | | |
| Yläluokat | | |
| Magneettiturvallisuus- koulutus | Magneettiturvallisuus- ohjeistus | Anestesiahoitajien turvalliset toimintatavat |
| Alaluokat | | |
| <p>Säännöllisen koulutuksen järjestäminen ja sen lisääminen anestesiahoitajille</p> <p>Koulutus ennen työskentelyä MRI ympäristössä</p> <p>Kokeneen MRI hoitajan pitämä magneettiturvallisuus koulutus anestesiahoitajille</p> <p>Koulutus käytännön esimerkkejä hyödyntäen, jossa havainnollistetaan magneettikentän vetovoimaa</p> | <p>Yhtenäiset ohjeet anestesiaosastoilla</p> <p>Ohjeiden saatavuuden varmistaminen anestesiaosastolla</p> <p>Ohjeiden ymmärtäminen ja niiden noudattaminen</p> | <p>Anestesiahoitajille yhtenäinen turvatarkastus ennen MRI kuvaushuoneeseen pääsyä</p> <p>Anestesiahoitajien vaatetus ilman taskuja, kun työskennellään MRI kuvaushuoneessa</p> <p>Käytetään enemmän aikaa anestesia MRI tutkimuksen esivalmisteluun ja käydään ennakoidusti läpi MRI turvallisuusasiat</p> <p>Tarkistuslistojen käyttö magneettiturvallisuusasioista ennen kuvaushuoneeseen menoa</p> <p>Yhtenäiset magneettiturvallisuus toimintamallit jokaiselle sairaalan osastoille</p> |

7.2 Anestesiahoitajien magneettiturvallisuuteen liittyvien vaaratilanteiden ennaltaehkäisy tulevaisuudessa

Anestesiahoitajien magneettiturvallisuuteen liittyvien vaaratilanteiden ennaltaehkäisy tulevaisuudessa luokiteltiin yläluokkiin staattinen magneettikenttä, magneettikuvausympäristön turvalliset tilat ja poikkeamatilanteiden ennaltaehkäisy magneettikuvausympäristössä. Taulukossa viisi on kuvattu alaluokat, joista yläluokat muodostuivat.

Yläluokka staattinen magneettikenttä muodostui kolmesta alaluokasta (Taulukko 5). Staattisen magneettikentän ymmärtämisestä ja sen tiedostamisen lisäämisestä saatiin seuraavaksi kuvattavia tuloksia. Staattisen magneettikentän riskien tunnistaminen ja ymmärtäminen on tärkeää, kun työskennellään magneettikuvausympäristössä (Blankholm & Hansson 2019: 152). Sairaaloissa työskentelevillä hoitajilla on eniten tietämystä magneettiturvallisuudesta (Alelyani ym. 2020: 281). Ferromagneettisten esineiden ja välineiden tietäminen, tunnistaminen ja tiedostaminen on äärimmäisen tärkeää anestesiahenkilökunnan osalta, kun työskennellään magneettikuvausympäristössä. Anestesiaosastoilla on oltava tarkistuslista esineistä ja välineistä, joita ei saa viedä staattiseen magneettikenttään. (Wilson ym. 2019: 638, 643.)

Yläluokka magneettikuvausympäristön turvalliset tilat muodostuivat kuudesta alaluokasta (Taulukko 5). Magneettikuvausympäristön turvallisten tilojen kehittämiseksi saatiin seuraavia tuloksia. Magneettikuvausympäristön turva-alueet pitää olla selkeästi eroteltuna toisistaan esimerkiksi lattian värin muuttamisella (Pickup & Nugent & Bowie 2019: 342). Jokaiselle kuvantamisen ulkopuoliselle työntekijälle pitää tehdä turvatarkastus ennen magneettikuvaushuoneeseen pääsyä. Magneettikuvaushuoneen ovesa tulee olla kyltti, jossa lukee, että staattinen magneettikenttä on aina päällä. Lisäksi suositellaan erilaisten varoituskylttien/valojen käyttöä magneettikuvausympäristössä. Magneettikuvaushuoneen oven tulee olla lukittu kuvantamisen ulkopuolisilta henkilöiltä. (Street Beam ym. 2019: 226–234.) Metallipaljastimien/porttien käyttäminen turvatarkastuksessa anestesiahenkilökunnalle ennen pääsyä työskentelemään magneettikuvaushuoneeseen vähentää vaaratilanteita (Pickup ym. 2019: 342).

Yläluokka poikkeamatilanteiden ennaltaehkäisy magneettikuvausympäristössä muodostui neljästä alaluokasta (Taulukko 5). Magneettitutkimuksen ehdottomien kontraindikatioiden tietäminen on tärkeää ja niistä tulee olla olemassa kirjallinen lista anestesiaosas-

toilla (Wilson ym. 2019: 639). Magneettikuvaushuoneessa tapahtuvien poikkeamatilanteiden tiedottaminen sairaalan kaikille osastoille ennaltaehkäisee näitä tilanteita (Blankholm & Hansson 2019: 152). Lisäksi anestesiahenkilökunnan henkilökohtaisten tavaroiden kerääminen pois ennen pääsyä MRI kuvaushuoneeseen vähentää poikkeamatilanteiden syntymistä (Wilson ym. 2019: 644). Tämän lisäksi suositeltiin pakollista raportointia jokaisesta magneettikuvaushuoneessa tapahtuneesta vahinkotapauksesta sekä niiden läpikäyntiä anestesiaosastoilla (Ayarash 2021: 5). Anestesiatiimissä on oltava niin sanottu vastuuhoitaja, joka ohjeistaa anestesiapotilaan mukana olevat anestesiahoitajat olemassa olevien magneettikuvauksen esivalmistelun turvallisuusohjeiden mukaisesti (Wilson ym. 2019).

Taulukko 5. Anestesiahoitajien magneettiturvallisuuteen liittyvien vaaratilanteiden ennalta ehkäisy tulevaisuudessa.

| | | |
|---|---|---|
| Päälukka Anestesiahoitajien magneettiturvallisuuteen liittyvien vaaratilanteiden ennalta ehkäisy tulevaisuudessa | | |
| Yläluokat | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> Staattinen magneettikenttä </div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> Magneettikuvausympäristön turvalliset tilat </div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> Poikkeamatilanteiden ennalta ehkäisy magneettikuvausympäristössä </div> |
| Alaluokat | | |
| <p>Staattisen magneettikentän vaarojen ja riskien tunnistaminen ja ymmärtäminen</p> <p>Ferromagneettisten esineiden ja välineiden tunnistaminen ja ymmärtäminen</p> <p>Anestesiaosastoilla on oltava tarkistuslista esineistä, joita ei saa viedä staattiseen magneettikenttään</p> | <p>Turva-alueiden selkeä erottelu MRI ympäristössä</p> <p>Turvataarkastus tehdään anestesiahoitajille ennen MRI kuvaushuoneeseen pääsyä</p> <p>Staattisen magneettikentän varoituskyltti pitää olla MRI kuvaushuoneen ovelta</p> <p>Varoituskylttien käyttäminen MRI ympäristössä</p> <p>MRI kuvaushuoneen lukitseminen ulkopuolisilta</p> <p>Metallinpaljastimien/porttien käyttäminen ennen pääsyä MRI kuvaushuoneeseen</p> | <p>MRI kuvauksen ehdottomien kontraindikaatioiden tietäminen</p> <p>Kuvaushuoneessa tapahtuvien poikkeamatilanteiden tiedottaminen</p> <p>Anestesiahenkilökunnan henkilökohtaisten tavaroiden kerääminen pois ennen MRI huoneeseen pääsyä</p> <p>Anestesiatiimissä on oltava vastuuhoidtaja, joka ohjeistaa anestesiatiimin tulevaan potilaan MRI kuvaukseen olemassa olevien turvallisuusohjeiden mukaisesti</p> |

8 Pohdinta

8.1 Tutkimuksen eettisyys

Katsauksen tekemisessä noudatin hyvin tutkimuskäytäntöihin pohjautuvia tutkimuseettisiä periaatteita. Omassa työssäni ne näkyivät ja toteutuivat rehellisyytenä, tarkkuutena ja huolellisuutena kaikissa työn prosessin eri vaiheissa. Noudatin tieteellisen tutkimuksen mukaisia eettisiä tiedonhankintamenetelmiä ja kerroin niistä avoimesti työssäni. Opinnäytetyön tekijänä tiedostin eettisesti kestävätkä tutkimus- ja arviointimenetelmät sekä vastuullisuuden käytettävien aineistojen julkaisussa. Kunnioitin toisten tutkijoiden tekemiä tutkimuksia ja viittasin niihin hyvää ja eettistä tieteellistä käytäntöä noudattamalla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2013: 6.)

Tässä työssäni pidin huolta siitä, että työni eteni tutkimussuunnitelman mukaisesti ja raportoin siitä sovitusti työhön liittyvien eri osapuolten kanssa. Työn teoreettisen viitekehysten uskottavuutta lisää myös se, että sain konsultointiapua magneettiturvallisuuteen ja fysiikkaan liittyvissä asioissa Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin Peijaksen sairaalan fyysikolta. Opinnäytetyöni tiedonhankinnassa noudatin tieteellisen tutkimuksen periaatteita. Lisäksi vältin toisen henkilön tekstin luvaton lainaamista eli plagiointia. Pidin huolta siitä, että lainattu teksti on osoitettu asianmukaisiin lähdetietoihin viitaten. Työni lähdevitteissä ja lähdetiedoissa käy ilmi alkuperäisen kirjoittajan julkaisutiedot. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2013: 7.)

Opinnäytetyössäni eettisyys on koko toiminnan ydin. Aiheen valinta oli mielekäs ja innostava, koska olin toiminut monta vuotta röntgenhoitajana magneettikuvaushuoneessa. Oman työni aineiston valitsin huolella ja paneuduin siihen tarkasti etukäteen. Lisäksi kiinnitin huomiota lähteiden alkuperään ja perustin katsauksen tutkittuun tietoon, joka lisää työn luotettavuutta ja uskottavuutta. (Hirsjärvi ym. 2018; 26; Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2013; 7.) Opinnäytetyön edistymistä edisti osittainen opintovapaani. Pyrin kirjoittamaan työni tulokset avoimesti, puolueettomasti ja oikeudenmukaisesti mitään yksityiskohtia salaamatta (Allea 2020: 4).

8.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tämän työn luotettavuutta kuvastaa se, että noudatin systemaattisesti scoping katsauksen jokaista työn vaihetta. Kuvasin koko työni prosessin avoimesti ja se eteni tieteellisen tutkimustyön suunnitelmani mukaisesti. Aiheen valinnassa kiinnitin huomiota siihen, että se on itseäni kiinnostava ja motivoiva. Lisäksi aiheen valinnan suuntaan vaikuttivat myös tarpeet kehittää anestesiahoitajien työelämän turvallista magneettityöskentelyä. Mietin tutkimuskysymykset tarkasti vastaamaan työn tavoitteita ja tarkoitusta, jotta ne palvelevat parhaiten anestesiayksiköitä, joiden potilaille tehdään magneettikuvauksia anestesiassa (Stolt ym. 2016: 23–25.)

Kuvasin katsauksen haku- ja valmisteluprosessin systemaattisesti ja avoimesti. Määritelin aiheiden sisään- ja poissulkukriteerit tarkasti ja noudatin niitä. Kirjoitin käytetyt hakutermit selvästi esille. Tutkimusartikkelien julkaisuajankohdat rajattiin viimeisen kymmenen vuoden sisään. Näin saatiin tuoretta tietoa aiheesta ja pystyin myös karsimaan tietoa pois. Edellisen johdosta prosessi on toistettavissa. Käytin artikkelien hauissa käytettiin kansainvälisiä ja luotettavia tutkimustietokantoja. Artikkelien valinnassa pidin mielessä tutkimuskysymykset, jotka ohjasivat artikkelien valinnassa. Sain lisää luotettavuutta työhöni käyttämällä tiedonhaussa Metropolian informaattikkoa. Metropolian informaattikko sanoi myös, että aiheeni on harvinainen ja vähän tutkittu aihe, joten aiheeseen liittyvien artikkelien saatavuus on rajallinen. Lisäksi tein valittuihin tutkimusartikkeleihin laadunarvioinnin, joka lisäsi opinnäytetyöni luotettavuutta. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017: 211–212.)

Esitin opinnäytetyöni tulokset rehellisesti mitään salaamatta. Katsausta tehdessäni pyrin tiedostamaan ja välttämään omien ennakkoasenteiden vaikutusta ja tarkastelin tutkittavaa aihetta mahdollisimman objektiivisesti. Huomion erilaisia näkökulmia, niin että omat mahdolliset ennakkoasenteeni eivät päässeet aiheuttamaan vinoumaa katsauksen tuloksiin. Opinnäytetyöni on käynyt läpi plagiaatintunnistusjärjestelmän ennen sen palauttamista theseus tietokantaan. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2021.)

8.3 Tulosten tarkastelu

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kansainvälinen kirjallisuuskatsaus anestesiahoitajien magneettiturvallisen työskentelyn kehittämiseen ja vaaratilanteiden ennaltaehkäisyyn tulevaisuudessa. Aiemman tutkimustiedon mukaan lähtötilanteena oli se, että sairaaloiden anestesiayksiköiden henkilökunnalle ei ole välttämättä annettu riittävä koulutusta ja tietoa turvallisista työskentelytavoista magneettikuvaushuoneessa (Ponder 2015: 110). Lisäksi aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että MRI turvallisuusasiat on tiedostettu röntgenosaston oman henkilökunnan osalta, mutta siellä ajoittain työskentelevän röntgenosaston ulkopuolisen henkilökunnan magneettiturvallisuuskoulutuksen järjestämisessä olisi parantamisen varaa (Pääkkö 2014). Aihe on tärkeä lisääntyvien MRI tutkimuksien johdosta ja tämän vuoksi on myös tärkeää, että jokaisella kuvaushuoneessa työskentelevällä anestesiahoitajalla olisi turvalliset työskentelytavat.

8.4 Turvallisen magneettityöskentelyn edellytykset

Opinnäytetyöni ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä etsittiin vastauksia anestesiahoitajien turvallisen MRI työskentelyn kehittämiseen tulevaisuudessa. Tärkeimmiksi teemoiksi nousivat esiin koulutus, ohjeistus ja turvalliset toimintatavat. Tällä hetkellä Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin kuvantamisen ulkopuolisille työntekijöille järjestetään MRI turvallisuusluento, jonka pitää magneettikuvantamiseen erikoistunut fyysikko (Timonen 2020). Erillistä turvallisuuskoulutusta ei ole tällä hetkellä järjestetty kuvantamisen puolesta. Järjestetyn koulutuksen sisältö on kaikille työntekijöille samanlainen, eikä sen sisältöä ole erikseen muokattu anestesiahenkilökunnalle. MRI koulutuksen sisältöä voitaisiin kehittää työntekijöiden työtehtävien mukaan (De Wilde ym. 2015: 46–47). Anestesiatyöntekijöille voitaisiin kehittää heille suunniteltua MRI koulutusta, joka painottuisi heidän käyttämiinsä välineisiin ja esineisiin (Wilson ym. 2019: 638, 643). Kohdenetun koulutuksen johdosta voitaisiin anestesiahenkilöille tehdä MRI tarkistuslistat esineistä ja välineistä. Tämän avulla voitaisiin parantaa työntekijöiden turvallista työskentelyä kuvaushuoneessa. Lisäksi voitaisiin paremmin huomioida heidän työnkuvaansa vastaavat turvallisuusasiat, joita koulutuksessa voitaisiin painottaa (Goalsarran ym. 2018: 4–5). Tämä asetelma vaatisi hyvän yhteistyön kuvantamisen ja anestesiaosastojen välillä. Oman kokemukseni mukaan parhaan käytännönläheisen turvallisuuskoulutuksen osaa antaa kokenut röntgenhoitaja, jolla on monen vuoden kokemus magneettikuvantamisesta.

Anestesiaosastoilla on saatavilla yhteisiä magneettiturvallisuusohjeita, mutta niiden käyttämiseen ja tiedostamiseen pitäisi kiinnittää enemmän huomiota. Selkeät ja ennalta suunnitellut toimintamallit turvallisuusasioissa sekä hyvä ohjeiden saatavuus käytettävyyttä tukisivat anestesiahoitajien turvallista MRI työskentelyä. Ohjeet eivät itsestään takaa turvallista työskentelyä kuvaushuoneessa, mutta ne antavat tärkeää informaatiota MRI turvallisuudesta. Ohjeita pitää myös noudattaa ja ymmärtää, kun valmistaudutaan työskentelemään MRI ympäristössä. Tämän toimivuutta voisi parantaa se, että anestesiayksikössä olisi nimetty vastuuhenkilö, joka vastaisi turvaohjeiden saatavuudesta, tiedottamisesta ja niiden noudattamisesta koko osastolla.

Anestesiahoitajien MRI turvallisilla toimintatavoilla pyritään siihen, että välttyttäisiin vaaratilanteilta ja ferromagneettisten esineiden päätyemiseltä kuvaushuoneeseen. Tähän voidaan vaikuttaa kehittämällä yhtenäiset turvalliset työskentelytavat (Piersson ym. 2017: 12). Anestesiaosastojen käyttöön tulisi suunnitella tarkistuslistat, jotka käydään läpi ennen siirtymistä MRI ympäristöön. Tarkistuslistat tehdään yhteistyössä kuvantamisen organisaation kanssa. Lisäksi kehitetään yhtenäiset turvatarkastus käytännöt anestesiahoitajille MRI ympäristössä ennen kuvaushuoneeseen pääsyä. Tämä vaatisi sen, että kuvantamisen henkilökunnalla olisi standardisoitu tarkastusta asioista, jotka pitää huomioida anestesiahoitajien turvatarkastuksessa.

8.5 Vaaratilanteiden ennaltaehkäisy MRI ympäristössä

Anestesiahoitajien magneettiturvallisuuteen liittyvien vaaratilanteiden ehkäisyyn liittyvien tulosten tarkastelussa esiin nousivat staattinen magneettikenttä, MRI ympäristön turvalliset tilat ja poikkeamatilanteiden ennaltaehkäisy. Anestesiahoitajien olisi hyvä tiedostaa magneettikentän voimakkuus ja sen jatkuva päällä olo (Blankhom & Hansson 2019: 148). Kyseistä asiaa voidaan painottaa ainoastaan säännöllisellä koulutuksella. Lisäksi olisi tiedostettava ferromagneettiset esineet, joita kuvaushuoneeseen ei saa viedä. Kuvantamisen henkilöiden ja anestesiaosaston työntekijöiden yhteistyötä tehostamalla voidaan lisätä tietämystä vaarallisista esineistä kuvaushuoneessa. Lisäksi kehittämisen kohteena voisi olla se, että merkitään vihreällä MRI Safe tarralla esineet ja välineet, jotka saa viedä kuvaushuoneeseen (Street Beam ym. 2019: 226). Tämä toimisi oman kokemuksen mukaan ainakin anestesiapotilaan magneettitutkimuksessa tarvitsemissa välineissä, kuten potilasmonitorit ja tippatelineet.

Magneettiympäristössä käytetään kansainvälisesti neljää eri turvavyöhykettä (ACR Safety Zones 2020). Suomessa nämä alueet eivät ole virallisesti käytössä, ne ovat vain suositus (Timonen 2020). Kuvantamisen ulkopuolisen henkilökunnan magneettiympäristön turvallisuutta voitaisiin lisätä ottamalla nämä turva-alueet käyttöön ja merkitsemällä ne selkeästi esimerkiksi eri väreillä. Vyöhykkeiden lattiat voitaisiin maalata eri väreillä, jotta anestesiahenkilökunta tiedostaisi värin perusteella vyöhykkeen merkityksen (Pickup ym. 2019: 342). Jokaiselle turvavyöhykkeelle laadittaisiin oma turvallisuustoiminto kuvantamisen henkilökunnan toimesta, mikä tehdään ennen kuin anestesiahoitaja voi siirtyä seuraavalle vyöhykkeelle. Ne olisivat yhteiset toimintaohjeet, joiden avulla voitaisiin parantaa turvallista työskentelyä MRI ympäristössä. Tämän avulla voitaisiin myös välttää ferromagneettisten esineiden pääsy kuvaushuoneeseen. Lisäksi MRI kuvantamisen yksikön toimesta erilaisten varoituskylttien käyttöä voitaisiin lisätä kuvaushuoneessa (Street Beam ym. 2019: 226). Isoissa sairaaloissa voisi kehitysideana ottaa käyttöön metallinpaljastin portit, jotka voisivat tuoda lisäturvallisuutta sekä potilaiden että anestesiahenkilökunnan turvatarkastukseen (Pickup ym. 2019: 342).

Turvallisuutta voidaan tehostaa avoimella tiedottamisella ja sillä että MRI huoneessa tapahtuneista poikkeamatilanteista jaetaan tietoa anestesiaosastoille. Jokaisesta MRI vaaratilanteesta tulisi raportoida vastuullisesti ja tiedottaa eteenpäin kaikille sairaalan osastoille. (Ayasrah 2021: 4.) Tässä tilanteessa vastuu on kuvantamisen organisaatiolla. Tapauksien tiedottamisen etu on se, että niistä voidaan oppia ja sitä kautta kehittää MRI koulutusta, jotta vältytään tulevaisuudessa vastaavilta tilanteilta (Piersson & Gorleku 2017: 6).

8.6 Johtopäätökset ja jatkotutkimushaasteet

Katsauksesta saatujen tulosten perusteella anestesiahoitajien turvallista MRI työskentelyä magneettikuvaushuoneessa voidaan parantaa säännöllisellä koulutuksella, selkeällä ohjeistuksella ja ottamalla käyttöön yhtenäiset työskentelytavat MRI ympäristössä. Koulutusta kehittämällä ja lisäämällä voidaan parantaa anestesiahoitajien työskentelytapoja turvallisempaan suuntaan MRI ympäristössä. Turvallisuuskoulutuksen sisällöstä voisi tehdä anestesiahoitajille kohdennetun kokonaisuuden. Lisäksi koulutus pitäisi järjestää käytännönläheisesti ja siinä pitäisi olla oma turvallisuusosio kokeneen MRI hoitajan opastuksella. Kuvaushuoneessa tapahtuvia vaaratilanteita voidaan puolestaan vähentää tiedostamalla ja ymmärtämällä jatkuvasti päällä olevan staattisen magneettikentän toimintaperiaate ja sen riskit. Lisäksi MRI ympäristön tilojen visuaalisella ja turvallisella

suunnittelulla voidaan minimoida vaaratilanteiden syntymistä ja fyysisillä rakenteilla ennalta ehkäistä niiden tapahtumista.

Anestesiahoitajien MRI turvallisia työskentelytapoja on tutkittu vähän, niin kansallisesti kuin kansainvälisesti, joten siitä oli rajallisesti tietoa saatavilla. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että katsauksen artikkelit olivat kansainvälisiä ja kaikissa maissa on erilaiset toimintamallit turvalliselle magneettityöskentelylle. Kansallisesti voidaan myös pohtia mahdollisuutta ottaa oppia muiden maiden hyvistä toimintatavoista. Hakukriteerejä täyttäviä artikkeleita löytyi suhteellisen vähän. Kaikissa artikkeleissa käsiteltiin laajasti ja monipuolisesti opinnäytetyössä tarkasteltavia teemoja. Katsaus tuotti tietoa MRI turvallisuuden kehittämiseksi ja lisäksi saatiin tietoa siitä, miten vaaratilanteita voidaan minimoida. Tämä opinnäytetyö täsmensi ja kokosi yhteen sitä tietoa, joka anestesiahoitajien MRI turvallisesta työskentelystä oli olemassa ennen tätä katsausta. Tutkimuksen tulokset vahvistivat käsitystä siitä, että anestesiahoitajille annettu kohdennettu MRI koulutus luo turvallisemmat työskentelyolosuhteet. Lisäksi se vähentää vaaratilanteita kuvaushuoneessa. Kaiken onnistumisen kannalta on tärkeää, että tehdään kuvantamisen ja anestesiaosastojen kanssa moniammatillista yhteistyötä, jolla voidaan luoda MRI ympäristöön turvalliset toimintatavat ja kohdennetut koulutusjärjestelmät.

Opinnäytetyössä nousi esiin monia kehitysideoita parantamaan anestesiahoitajien magneettiturvallista työskentelyä, minimoimaan vaaratilanteita ja kehittämään anestesiahenkilökunnalle annettavaa koulutusta. Työstä saatujen tulosten pohjalta voidaan lähteä suunnittelemaan ja toteuttamaan kuvantamisen ulkopuolisen henkilökunnan MRI turvallisuutta. Jatkotutkimushaasteena voisi olla mielenkiintoista tutkia, että saadaanko anestesiahoitajille kohdennetulla koulutuksella kehitettyä MRI ympäristön työturvallisuutta turvallisempaan suuntaan ja vähennettyä vaaratilanteita.

Lähteet

ACR safety zones. Questions and Answers in Mri. What are the ACR safety zones. <<http://mriquestions.com/acr-safety-zones.html>>. Viitattu 21.4.2021.

Alanko, Tommi & Tiikkaja, Maria & Toppila, Esko & Hietanen, Maila & Lindholm, Harri & Airo, Erkkö & Jussila, Kirsi & Kännälä, Sami & Toivo, Tim 2015. Henkilöstön työhyvinvointia edistävät toimintatavat magneettikuvaustyössä. Helsinki: Työterveyslaitos. 14–17. <<https://docplayer.fi/17758723-Henkiloston-tyohyvinvointia-edistavat-toimintatavat-magneettikuvaustyossa.html>>. Viitattu 20.2.2021

Allea. All European Academies 2020. The European Code of Conduct for Research Integrity. <<https://www.allea.org/wp-content/uploads/2017/05/ALLEA-European-Code-of-Conduct-for-Research-Integrity-2017.pdf>>. Viitattu 28.8.2022.

Allen D. Elster. MRI Question and answer 2021. Characterizing Field Strength. How do you define low-mid- and high-field? Verkkójulkaisu. <<http://mriquestions.com/low-v-mid-v-high-field.html>>. Viitattu 1.4.2021.

Alelyani, Magbool & Alqahtani, Mohammed & Sultan, Alamri, Sultan & Alghamdi, Ali & Alghamdi, Ahmad, Joman & Asiri, Abdullah A. & Alshehri, Noha & Shafei, Amani & Asiri, Amwaj. 2020. Saudi Arabian health workers perception and attitudes toward magnetic resonance imaging safety. *Journal of Radiography Nursing* 40 (2021) 279-285.

Ayasrah, Mohammed. 2021. Analysis of collected magnetic resonance imaging incidents in Jordan. *Materials Today: Proceedings*. 1–5.

Blankholm, A.D & Hansson, B. 2019. Incident reporting and level of safety education: A Danish national study. *Radiography* 26 (2020) 147–153.

British Medical Journal 2021. The PRISMA 2020 statement: an update guideline for reporting systematic reviews. <<https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>>. Viitattu 25.2.2022.

British Medical Journal. 2021. Understanding MRI: basic MR physics for physicians. <<https://pmj.bmj.com/content/89/1050/209>> Viitattu 15.4.2021.

De Wilde, J.P. & Grainger, D. & Price, D. L. & Renaud, C. 2007. Magnetic resonance imaging safety issues including an analysis of recorded incidents with the UK. *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*. (51). 37–48.

Goolsarran, Nirvani & Martinez & Jose, Garsia & Christine 2014. Using nearmiss events to improve MRI safety in a large academic centre. *BMJ Quality Improvement Report*. New York. 1–5.

Hirsjärvi, Sirkka & Remes & Pirkko & Sajavaara, Paula 2018. Tutki ja kirjoita. Porvoo: Bookwell Oy.

Huurto, Laura 2000. Magneettitutkimukset ja niiden turvallisuus. 26–27. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/133273/tabu2000_3.pdf?sequence=1&isAllowed>. Viitattu 25.1.2021.

Ilola, Tiina & Hoikka, Arja & Heikkinen, Katja & Honkanen, Riitta & Katomaa, Johanna 2013. Anestesiahoitotyön käsikirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Jokela, Kari & Korpinen, Leena & Hietanen, Maila & Puranen, Lauri & Huurto, Laura & Pättikangas, Harri & Toivo, Tim & Sihvonen, Ari-Pekka & Nyberg, Heidi. 2006. Säteilystä ja ydinturvallisuus- kirjasarja. Sähkömagneettiset kentät. Säteilylähteet ja altistuminen. Teoksessa Nyberg, H. & Jokela, K (toim.) Ionisoimaton säteily – Sähkömagneettiset kentät. Hämeenlinna: Karisto, 360–452. <https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/6_1_1.pdf/c1de870c-bc49-42d5-bc8d-83b6c4ddab9a>. Viitattu 10.2.2021.

Jurvelin, J.S & Nieminen M. 2005. Magneettikuvaus. Teoksessa: Soimakallio Seppo & Kivisaari Leena & Manninen Hannu & Svedström Erkki & Tervonen, Osmo (toim.) Radiologia. WSOY.

Kanal, Emanuel & Greenberg, Todd & Hoff, Michael N. & Gilk, Tobias B. & Jackson, Edward & McKinney, Alexander M. & Och, Joseph & Pedrosa, Ivan & Rampulla, Tina & Reeder, Scott B. & Rogg, Jeffrey & Sherlock, Frank G. & Watson, Robert E. & Weinreb, Jeffrey C. 2020. ACR Manual on MR Safety 2020. ACR Committee on MR Safety. American college of radiology. Quality is Our Image. <<https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Radiology-Safety/MR-Safety/Manual-on-MR-Safety.pdf>>. Viitattu 10.5.2022.

Kankkunen, Päivi & Vehviläinen – Julkunen, Katri 2017. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Kauppinen, Risto, 2018. Seitsemän teslaa – ultravoimakkaat magneettikentät ihmiskuvantamisessa. Lääketieteellinen aikakauskirja. Duodecim.

Keevil, S. & Gilk, T. & Woods, T.O. 2021. Safety Guidelines for Magnetic Resonance Imaging Equipment in Clinical Use. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency. 74–75. <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/958486/MRI_guidance_2021-4-03c.pdf>. Viitattu 15.3.2021.

Korvenoja, Antti 2020. Kolme, seitsemän, kymmenen teslaa. Lääketieteellinen aikakauskirja. Duodecim. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo15544>>. Viitattu 10.3.2021.

Lammentausta, Elina. 2017. Kliininen radiologia. Magneettikuvaus. Teoksessa Aronen, Hannu & Blanco, Sequeros Roberto, & Koskinen, Seppo & Lundbom, Nina & Tervonen, Osmo & Vanninen, Riitta (toim.). Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 437–452.

Lehtinen, Tiina & Rinta-Kiikka, Irina & Ryymin, Pertti 2008. Turvallinen työskentely magneettikuvantamisessa. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin julkaisu 12/2008. Pirkanmaan Sairaanhoitopiiri. Tampere. 10–12. <<https://www.tays.fi/download/noname/%7B341DE0E0-2424-449F-B14D-A86927528CEC%7D/1822>>. Viitattu 25.1.2021.

Lukkari, Liisa & Kinnunen, Timo & Korte, Ritva 2013. Perioperatiivinen hoitotyö. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

Nugent, Barbara 2014. The need for MRI safety education in the NHS. Rad review of protection and safety. RAD Magazine 45, 529, 22–24. <<https://www.radmagazine.com/wp-content/uploads/2019/07/June-2019-The-need-for-MRI-safety-education-in-the-NHS-Barbara-Nugent.pdf>>. Viitattu 15.4.2022.

Peters, Micah D.J. & Godfrey, Christina M. & Khalil, Hanan & McInerney, Patricia & Parker, Deborah & Soares, Cassia Baldini 2015. Guidance for conducting systematic scoping reviews. International Journal of Evidence-Based Healthcare 13 (3). 141–146. <https://journals.lww.com/ijebh/Fulltext/2015/09000/Guidance_for_conducting_systematic_scoping_reviews.5.aspx>. Viitattu 2.5.2022.

Pickup, L & Nugent, B & Bowie, P 2019. A preliminary ergonomic analysis of the MRI work system environment: Implications and recommendations for safety and design. Radiography. 25 (2019) 339–345.

Piersson, Albert, Daylor & Gorleku, Philip, Nii. 2017. A national survey of MRI safety practices in Ghana. Heliyon 3 (2017) e00480. 1-13.

Ponder, Meghan 2015. Magnetic Resonance Safety Practices: The New Normal. Radiologic Technology 87 (1). 109–111.

Pääkkö, Eija 2014. Lääkärin vastuu magneettiturvallisuudesta. Sädeturvapäivien luento materiaali. Puheenvuoro 6.10.2014 Magneettiturvallisuuksen koulutuksen merkityksestä. 57–58. Viitattu 25.1.2021.

Schild, Hans H. 1990. MRI made in easy... well almost. Schering. Berliini. Saksa: H. Heeneman GmbH & Co.

Schroeck, Hedwig & Welch, Tasha L. & Rowner, Michelle S. & Johnson, Heather A. & Schroeck, Florian R. 2018. Anesthetic challenges and outcomes for procedures in the intraoperative magnet resonance imaging suite: Systematic Review. Journal of Clinical Anesthesia 54 (2019) 89–10.

Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turku 2016.

Street Beam, Asher & M. Ketchum, James & Wilson, Audrey & Scoles, Chris & Celestine, Ikiä & Philips, Layna & Partrick, Tyler & Gray, Zack. 2019. Safety Resources and Processes in MR Imaging Departments. *Radiologic Technology*, January/February 2019, Volume 90, Number 3. 225–236.

Suomen anestesiasairaanhoitajat ry 2017. Yleiset osaamisvaatimukset. <<https://sash.fi/julkaisut/osaamisvaatimukset/>>. Viitattu 10.1.2022.

Suomen Potilasturvallisuusyhdistys 2012. Vakavien vaaratapahtumien tutkinta. Opas sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioille. Turku. Multiprint Oy. <<https://docplayer.fi/187518-Vakavien-vaaratapahtumien-tutkinta-opas-sosiaali-ja-terveydenhuollon-organisaatioille.html>>. Viitattu 19.2.2021.

Säteilyturvakeskus 2018. Teoksessa Tim, Toivo. Säteily terveydenhuollossa. <<https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>>. Viitattu 7.2.2021.

Säteilyturvakeskus 2019. Teoksessa Verner, Ruonala /toim. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2018. <<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/138743/STUK-B242.pdf?sequence=1&isAllowed=y.j>>. Viitattu 3.1.2021

Säteilyturvakeskus 2020. Säteily terveydenhuollossa. Magneettitutkimus. <<https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>>. Viitattu 18.2.2021.

Timonen, Marjut 2020. Turvallinen työskentely magneetissa. Sairaalfysiikan pitämä-magneettiturvallisuuskoulutuksen luentomateriaali.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. <<https://tenk.fi/fi/ohjeet-ja-aineistot>>. Viitattu 17.3.2021.

Työturvallisuuslaki 2002/738. Finlex. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>>. Viitattu 19.2.2021.

Westbrook, Catherine & Talbot, John 2018. MRI in Practice. Fifth edition. Wiley-Blackwell.

Wilson, S.R & Shinde, S. & Appleby, I & Boscoe, M. & Conway, D. & Dryden, C. & Ferguson, K. & Gedroyc, W. & Kinsella. & Nathanson, M.H. & Thorne, J. & White, M. & Wright, E. 2019. Guidelines for the safe provision of anaesthesia in magnetic resonance units 2019. *Anaesthesia* 2019, 74, 638–650. <<https://associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/anae.14578>>. Viitattu 29.3.2022.

Liite 1. Laadunarviointitaulukot

Laadulliset tutkimukset.

| Tutkimus nro. | Tutkimuksen tyyppi | Arviointi-kriteerit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | JBI pisteet |
|---------------|----------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|-------------|
| 1 | Laadullinen tutkimus | K | K | K | K | K | E | K | E | K | K | K | 8/10 |
| 3 | Laadullinen tutkimus | K | K | K | K | K | E | K | K | NA | K | K | 8/10 |
| 6 | Laadullinen tutkimus | K | K | K | K | E | E | K | K | NA | K | K | 7/10 |

Poikkileikkaustutkimukset.

| Tutkimus nro. | Tutkimuksen tyyppi | Arviointi-kriteerit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | JBI pisteet |
|---------------|-------------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|
| 2 | Poikkileikkaus tutkimus | K | K | E | K | K | K | K | K | K | 7/8 |
| 4 | Poikkileikkaus tutkimus | K | K | K | K | K | K | K | K | K | 8/8 |
| 5 | Poikkileikkaus tutkimus | K | K | K | K | K | K | K | K | K | 8/8 |
| 7 | Poikkileikkaus tutkimus | K | K | K | K | K | K | K | K | K | 8/8 |
| 9 | Poikkileikkaus tutkimus | K | K | K | K | E | E | K | K | K | 6/8 |

Järjestelmällinen tutkimus.

| Tutkimus nro | Tutkimuksen tyyppi | Arviointi-kriteerit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | JBI pisteet |
|--------------|----------------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|----|---|---|----|----|-------------|
| 8 | Järjestelmällinen tutkimus | K | K | K | K | K | K | K | NA | K | E | K | K | 9/11 |

Asiantuntijoiden näkemys ja narratiivinen katsaus.

| Tutkimus nro | Tutkimuksen tyyppi | Arviointi-kriteerit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | JBI pisteet |
|--------------|--|---------------------|---|---|---|---|---|---|-------------|
| 10 | Asiantuntijoiden näkemys ja narratiivinen teksti | K | K | K | K | K | K | K | 6/6 |

Käytetyt lyhenteet

K=Kyllä

E=Ei

Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit

| Artikkelin otsikko | Tekijät, julkaisumaa, ajankohta | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusmenetelmät, aineistonkeruu | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|--|---|--|---|--|
| 1. Using near-miss events to improve MRI safety in a large academic centre. | Goolsarran, Nirvani, Martinez, Jose, Garcia, Christine Yhdysvallat 2018 | Parantaa magneettikuvauksen laadun turvallisuutta ja analysoida läheltä piti tilanteita, jonka kautta kehitetään magneettiturvallista työskentelyä paremmaksi. | Root cause analysis (RCA). Tämän avulla luotiin MRI turvallisuuden parannusohjelma. | Poikkeamatilanteet vähenivät 22:sta nolnaan tapaukseen yhden vuoden aikana. Käytössä on MRI tarkistuslista ennen potilaan kuvausta Henkilöstön MRI säännöllisen koulutuksen järjestäminen. MRI kontraindikaatioista ja epäso-pivista MRI unsafety välineistä kertominen anestesiaosaston magneettitutkimuksen tilaajille. |
| 2. The need for MRI safety education in the NHS | Nugent, Barbara Skotlanti 2014 | Selvittää, aiheuttaako standardisoidun MRI koulutuksen puute riskiä MRI ympäristössä työskenteleville henkilöille ja potilaille | Kyselytutkimus Skotlantilaisille röntgenhoitajille (n=100) magneetikoulutuksen koulutuksen tarpeellisuudesta, jotka työskentelevät MRI kuvaushuoneessa. | Standardisoitu MRI koulutus parantaa turvallisuutta ja sitä pitää järjestää kaikille MRI ympäristössä työskenteleville. MRI vaaratapauksien raportointi jää ajoittain tekemättä. Kokeneen MRI osaajan koulutus olisi kaikille parasta informaatiota käytännön esimerkein. |

Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit

| Artikkelin otsikko | Tekijät, julkaisumaa, ajankohta | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusmenetelmät, aineistonkeruu | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|--|--|--|---|---|
| <p>3.</p> <p>A preliminary ergonomic analysis of the MRI work system environment: Implications and recommendations for safety and desing</p> | <p>Pickup, L., Nugent, B. Bowie, P.</p> <p>Skotlanti</p> <p>2019</p> | <p>Tarkoitus oli tutkia kuinka HFE (Human Factors and Ergonomics) voi edistää ja kehittää turvallisuutta MRI ympäristössä.</p> | <p>Monimetodinen Safety Engineering Initiative for Patient Safety (SEIPS) tutkimus, jossa käytettiin kirjallisuuden tutkimusta, MRI työntekijöiden haastatteluja ja tiedon analysointia MRI turvallisuuden kannalta.</p> <p>N=20 haastateltavaa henkilöä, joihin kuuluivat röntgenhoitajia, radiologeja ja anestesiahoitajia.</p> | <p>MRI ympäristön toimintamallin kehittäminen:</p> <p>Turvallisuusohjeet ja niiden saataavuus hyvin kaikkien osastojen tiedossa.</p> <p>Zone 2 turva-alueen huomioiminen, jossa toiminta ei saa olla kii-reistä.</p> <p>Metallinpaljastimet ennen pääsyä magneettikuvaushuoneeseen (lentokentän malli).</p> <p>Turva-alueiden selkeä erottelu, lattian värin muuttaminen.</p> <p>Henkilökunnan vaatetus ilman taskuja, kun työskennellään magneettihuoneessa.</p> <p>Potilaille MRI ”passi” josta löytyvät potilaan mahdolliset kehon sisäiset implantit.</p> |

Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit

| Artikkelin otsikko | Tekijät, julkaisumaa, ajankohta | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusmenetelmät, aineistonkeruu | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|--|--|---|---|---|
| <p>4.</p> <p>Incident reporting and level of MRI safety education: A Danish national study</p> | <p>Blankholm, A.D, Hansson, B.</p> <p>Tanska</p> <p>2019</p> | <p>Tanskalainen kansallinen tutkimus magneettikuvauksen vaaratapahtumista. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, miten magneettiturvallisuskoulutusta voidaan kehittää magneettikuvaushuoneessa raportoitavien vaaratapahtuvien avulla. Tavoitteena myös tunnistaa mahdollisia ennusmerkkejä, jota ennustavat vaaratapahtuman mahdollisuutta.</p> | <p>Tutkimuksessa käytettiin kansallista tietokantaa mri vahinkoraporteista, jossa analysoitiin yhteensä 393 vaaratapahtumaa vuosina 2015–2017. Lisäksi tehtiin kyselytutkimus magneettihoitajille, jonka avulla kartoitettiin, millaiset tekijät ennakoivat tai lisäävät vaaratapahtumia. Vastaus saatiin n= 208 magneettikuvaushoitajalta.</p> | <p>Anestesiapotilaiden kuvaus ja siihen liittyvä anestesiahenkilökunnan toiminta lisäävät vaaratapahtumien riskiä.</p> <p>Suositellaan yhtenäistä ja säännöllisin väliajoin suoritettavaa magneettiturvallisuskoulutusta anestesiahenkilökunnalle ja muille henkilökuntatyhmille, jotka työskentelevät magneettiympäristössä.</p> <p>Kyselyyn vastanneista 40 % oli ollut mukana vaaratapahtumassa</p> <p>Yhtenäiset toimintamallit, koulutuksen lisääminen, MRI fasiliteettien rakentaminen ja suunnittelu.</p> <p>Tarkistuslistat anestesiapotilaan ja anestesiahenkilökunnan välineistöä/tavaroista ennen mri kuvaushuoneeseen pääsyä.</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | <p>Tiedossa olevien vaaratapahtumien esille nostaminen muille sidosryhmille, joiden avulla voidaan vähentää vaaratapahtumia.</p> <p>Turvallisuuskoulutuksessa käytännön esimerkit mri unsafe esineistä, joita ei saa viedä mri kuvaushuoneeseen.</p> <p>Magneettiturvallisuusohjeiden saatavuus omassa yksikössä.</p> <p>Tiedostaa staattisen magneettikentän riskit.</p> |
|--|--|--|--|---|

Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit

| Artikkelin otsikko | Tekijät, julkaisumaa, ajankohta | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusmenetelmät, aineistonkeruu | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|---|--|--|--|--|
| <p>5.</p> <p>Saudi Arabian health workers perception and attitudes toward magnetic resonance imaging safety</p> | <p>Alelyani, Magbool & Alqahtani, Mohammed & Sultan, Alamri, Sultan & Alghamdi, Ali & Alghamdi, Ahmad, Joman & Asiri, Abdullah A. & Alshehri, Noha & Shafei, Amani & Asiri, Amway.</p> <p>Saudi Arabia</p> <p>2020</p> | <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia terveyden ammattihenkilöiden tietämystä ja asenteita magneettiturvallisuudesta. Tutkimus toteutettiin vuonna 2020 maaliskuu- toukokuu.</p> | <p>Survey- sähköinen online verkko kyselytutkimus. N=194 kyselyyn vastaajaa. Kyselyssä esitettiin erilaisia kysymyksiä liittyen magneettiturvallisuuteen. Kyselyn vastaajien ammattiryhmät olivat anestesia- ja sairaanhoitajat ja lääkärit ja muut terveydenhoitoalan hoitajat. Kyselyn ikäjakauma oli 22–59-vuotiaat.</p> <p>Kyselylomakkeessa esitettiin mri turvallisuuteen liittyviä asioita.</p> | <p>Vastaajista 60 prosentilla oli hyväksyttävät tiedot magneettiturvallisuudesta. Paras tietämys oli 30–39-vuotiailla. Tuloksista huomattiin myös se, että eniten aiheen tietämystä oli sairaanhoitajilla verrattuna muihin ammattiryhmiin.</p> <p>Merkittävä yhteys koulutus oli statuksen ja mri turvatietämyksen välillä.</p> |

Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit

| Artikkelin otsikko | Tekijät, julkaisumaa, ajankohta | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusmenetelmät, aineistonkeruu | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|--|--|---|---|---|
| 6. Safety Resources and Processes in MR Imaging Departments | Street Beam, Asher & M. Ketchum, James & Wilson, Audrey & Scoles, Chris & Celestine, Ikia & Philips, Layna & Partrick, Tyler & Gray, Zack Yhdysvallat 2019 | Tunnistaa/kartoittaa magneettiturvallisuuden liittyviä käytäntöjä, resursseja ja poikkeamia mri osastoilla. | havainnointitutkimus 3 viikon ajan, 7 eri paikassa (sis. 15 magneettihuonetta), havainnot analysoitiin open coding analysis metodilla | Laadullisia teemoja olivat: 1) henkilökunnan huolimattomuus, 2) tilojen suunnittelun liittyvät viat ja 3) turvallisuuteen liittyvien käytäntöjen ja henkilöstöhallinnan epäjohtonmukaisuudet Turvallisuutta voidaan parantaa kunnollisen turvatarkastuksen avulla (kaksivaiheinen kirjallinen ja suullinen tarkastus), fyysisten esteiden asianmukainen käyttö mri-tiloissa (varoituskyltit, ovet lukossa, laitteiden merkinnät), metallinpaljastimien käyttö Ulkopuolisen henkilökunnan (esim. anestesia henkilökunta) turvatarkastukset ja pääsy zone III ja IV tiloihin vain mri henkilökunnan valvonnassa |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | <p>Zone 4 alueella magneettikuvaushuoneen ovesta, että magneettikenttä on aina päällä.</p> <p>Magneettikuvaushuoneen oven lukitseminen ulkopuolisilta.</p> |
|--|--|--|--|--|

Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit

| Artikkelin otsikko | Tekijät, julkaisumaa, ajankohta | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusmenetelmät, aineistonkeruu | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|--|--|---|--|--|
| 7. A national survey of MRI safety practices in Ghana | Piersson, Albert, Daylor & Gorleku, Philip, Nii Ghana 2017 | Tutkimuksessa arvioitiin nykyisiä magneettikuvauksen turvallisuuskäytäntöjä MRI yksiköissä ja niiden yhtenäisyyttä American Collage of Radiologyn ohjeistukseen koskien MR turvallisuuskäytäntöjä | Kyselylomake, joka lähetettiin 13 magneettikuvausyksikköön. Kyselyn vastausprosentti oli 92 % | 50 % magneettikuvausyksiköistä oli yhteinen mri turvallisuusasioita koskeva käytäntö, joka oli helposti saatavilla henkilökunnan käyttöön. Monissa yksiköissä oli käytössä röntgenosaston ulkopuolisen henkilökunnan (screening) kyselylomake. Tutkimus paljasti, että esimerkiksi anestesiahenkilökunta tulevat magneettikuvaushuoneeseen ilman minkäänlaista yhtenäistä turvatarkastusta Seitsemässä yksikössä (58 %) oli zone 4 selkeästi merkattu punaisella valolla ja varoituksella, että magneettikenttä on aina päällä Projektiili ilmiöiden raportoiminen ja niistä tiedottaminen muille henkilökuntaryhmille vähentää vaaratilanteiden syntymistä. Tärkeänä asiana nähtiin magneettiturvakoulutuksen kehittäminen ja standardisointi. |

Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit

| Artikkelin otsikko | Tekijät, julkaisumaa, ajankohta | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusmenetelmät, aineistonkeruu | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|--|--|--|---|--|
| 8. Anesthetic challenges and outcomes for procedures in the intraoperative magnet resonance imaging suite: Systematic Review | Schroeck, Hedwig & Welch, Tasha L. & Rowner, Michelle S. & Johnson, Heather A. & Schroeck, Florian R. Yhdysvallat 2018 | Tutkimuksen tarkoitus oli kartoittaa olemassa olevaa tietoa terveydenhoitohenkilöstön kannalta magneettikuvausympäristössä anestesiapotilaan kanssa. | Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tuki-jatyryhman toimesta. Tutkimukseen valitut artikkelit julkaistu ajalta 1.1.1994- 24.8.2017. Artikkelit (n=47) | Tutkimuksen tulokset painottivat anestesiahenkilökunnalle järjestetyn standardisoidun magneettiturvallisuuskoulutuksen järjestämistä. Suositeltiin Check listojen käyttöä anestesiapotilaan ja anestesiahenkilökunnan kannalta ennen magneettitutkimusta. Suositeltiin, että anestesiapotilaan magneettikuvauksien esivalmisteluun käytetään enemmän aikaa, joka pienentää magneettikuvaushuoneessa tapahtuvia vaaratilanteita. |

Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit

| Artikkelin otsikko | Tekijät, julkaisumaa, ajankohta | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusmenetelmät, aineistonkeruu | Tutkimuksen keskeiset tulokset |
|---|--|--|---|---|
| <p>9.</p> <p>Analysis of collected magnetic resonance imaging incidents in Jordan</p> | <p>Ayasrah, Mohammed</p> <p>Jordan</p> <p>2021</p> | <p>Tutkimuksen tarkoitus oli tutkia magneettikuvaushuoneessa tapahtuvia vahinkotapauksia viimeisen viiden vuoden ajalta.</p> | <p>Kyselylomake, joka lähetettiin (n=85) magneettikuvausyksikön johtajalle</p> <p>Vastausprosentti oli 48 %</p> | <p>Yleisimmät vaaratapahtumat olivat</p> <p>Quench (potilassänky viety mri huoneeseen, pyörätuoli viety mri huoneeseen</p> <p>Muu turvallisuuteen liittyvä syy projektiili-ilmiö</p> <p>Magneettikuvaushuoneeseen on viety epähuomiossa ferromagneettisia esineitä.</p> <p>Varjoainereaktio potilaalla</p> <p>Suositeltiin tehtävää pakollista raportointia magneetin vahinkotapauksista ja niiden läpikäyntiä osastoilla</p> <p>Magneettiympäristössä työskentelevien henkilöiden standardisoitu kouluttaminen</p> |

Liite 2. Kirjallisuuskatsauksen artikkelit

| Artikkelin otsikko | Tekijät, julkaisumaa, ajankohta | Tutkimuksen tarkoitus | Tutkimusmenetelmät, aineistonkeruu | Tutkimuksen/ohjeistuksen keskeiset tulokset |
|--|--|--|---|--|
| 10. Guidelines for the safe provision of anaesthesia in magnetic resonance units 2019 | Wilson, S.R & Shinde, S & Appleby. I & Boscoe, M & Conway, D & Dryden, D & Ferguson, K & Gedroyc, W & Kinsella, S.M & Nathanson, M.H & Thorne. J & White. M & Wright. E Great Britain and Ireland 2019 | Ohjeistuksen tarkoitus on antaa suosituksia anestesiapotilaan turvallisesta tutkimuksessa magneettikuvausympäristössä. | Ohjeistuksen on tehnyt Iso-Britannian ja Irlannin anestesiayhdistys (Critical Care Society) Ohjeistus anestesiapotilaan magneettitutkimuksen turvallisiin käytäntöihin | Standardisoitu magneettiturvallisuus koulutuksen järjestäminen anestesiahenkilökunnalle Ymmärtää magneettiturvallisuuden merkitys. Tunnistaa ja tiedostaa ferromagneettiset esineet ja välineet Anestesiatiimissä ns. vastuuhenkilö, joka ohjeistaa muut tiimin jäsenet tulevaan anestesiapotilaan mri kuvaukseen. MRI perehdytys vaaditaan anestesiahenkilön työskentelyyn magneettikuvaushuoneessa. Anestesiahenkilökunnan yhtenäinen turvatarkastus ennen magneettikuvaushuoneeseen pääsyä Anestesiahenkilökunnan henkilökohtaisten tavaroiden kerääminen pois ennen pääsyä mri huoneeseen. Suositellaan mri check listan käyttöä. |

