

Opinnäytetyö (AMK)

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

Röntgenhoitaja

2015

Jarmo Manerus

POTILASTURVALLISUUSRISKIT MAGNEETTIKUVANTAMISESSA

– materiaalipaketti röntgenhoitajaopiskelijalle



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jarmo Manerus

POTILASTURVALLISUUSRISKIT MAGNEETTIVANTAMISESSA – MATERIAALIPAKETTI RÖNTGENHOITAJA OPISKELIJALLE

Tämä opinnäytetyö on tehty kehittämään röntgenhoitajaopiskelijan magneettiturvallisuusosaamista ja samalla potilasturvallisuutta magneettikuvantamisympäristössä. Nämä teemat toimivat opinnäytetyön keskiönä. Työn tarkoituksena on luoda materiaalipaketti röntgenhoitajaopiskelijalle, sekä lisäksi kertauskysymyspatteristo, jonka avulla opiskelija voi testata oppimaansa ennen käytännön magneettiharjoitteluun tai työelämään siirtymistään.

Materiaalipaketti on koottu alan kirjallisuudesta ja sitä on täydennetty alan uusimmilla tutkimuksilla. Keskeisenä sisältönä ovat magneettikuvantamislaitteen erilaiset magneettikentät eli staattinen magneettikenttä, gradienttikenttä ja radiofrekvenssikenttä ja se miten ne vaikuttavat ympäristöön ja potilaaseen. Materiaalipaketissa käydään läpi magneettitutkimusvarjoaineiden mahdolliset riskit ja se miten ne vaikuttavat raskaana olevaan potilaaseen ja imeväisikäiseen lapseen. Potilas itsessään voi olla myös riskitekijä magneettikuvantamisessa. Materiaalipaketissa selviää millaisia kokemuksia potilas voi kokea kuvantamisen aikana ja kuinka niitä voidaan ehkäistä, sekä potilaan raskauteen ja imetykseen liittyvät riskit. Potilaalla voi olla sisällään mahdollisesti vierasesineitä, kuten sydämentahdistin, ehkäisykierukka tai vaikkapa sirpale sotaveteraanilla. Nämä aiheuttavat potentiaalisen turvallisuusriskin.

Materiaalipaketin ja hyvän kysymyksen kriteerien perusteella on luotu kertauskysymyspatteristo, jonka sisältö tukee röntgenhoitajaopiskelijan oppimista. Kysymykset on lajiteltu aihepiireittäin sujuvuuden lisäämiseksi.

Keskeisinä johtopäätöksinä tämä työn perusteella voidaan sanoa olevan haasteet uusiutuvan ja mahdollisesti myös ristiriitaisen tiedon kanssa. Lisäksi turvallisuus magneettikuvantamisen saralla on keskeneräinen aihe, sillä alasta on vielä paljon tutkimattomia alueita.

ASIASANAT:

röntgenhoitaja, magneettiturvallisuus, varjoaine, gadolinium

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in radiography and radiotherapy | Radiographer

December 2015 | 36 + 7

Jarmo Manerus

PATIENT SAFETY RISKS IN THE MAGNETIC RESONANCE IMAGING – MATERIAL SET FOR THE RADIOGRAPHER STUDENT

The purpose of this thesis is to develop the magnetic resonance imaging (MRI) safety know-how of radiographer students as well as the safety of the patients in MRI environment. These themes form as the core of the thesis. The purpose of this thesis is also to create a material set and set of questions for the students. With the questions students can test what they have learned before moving into practical training or working life.

The material set is collected from the MRI literature and the latest MRI research. The different magnetic fields of the MRI scanner; static magnetic field, gradient field and radiofrequency field and their affect on their environment as well as on to the patient are the pivotal contents of this thesis. The possible risks of the MRI contrast media and their affect on the pregnant patients and infants are introduced in the material set. It is important to notice that also the patient him/herself can form a risk in the MRI. The different experiences that the patient may have during the imaging and how to prevent unpleasant experiences are all clarified in the material set. Also the possible risks of the pregnancy or the lactation are covered. Possible foreign objects inside the patient's body, like a pacemaker, a intrauterine device, or a grenade fragment all pose as a potential risk for the patient safety.

From the material set and the criteria for a good questionnaire, the question set has been created to support the students in their learning. The questions have been categorized by their themes to increase the fluency of the question set.

How to deal with the challenges of the recurring and possibly contradicting information are the vital conclusions of this thesis. On addition, the safety of the MRI is an incomplete topic, since there are still a lot of areas uncovered by the research.

KEYWORDS:

radiographer, MRI safety, contrast media, gadolinium

SISÄLTÖ

SISÄLTÖ	4
1 JOHDANTO	6
2 RÖNTGENHOITAJAN ROOLI MAGNEETTIVANTAMISESSA TURVALLISUUDEN NÄKÖKULMASTA	8
2.1 Röntgenhoitajan rooli magneettikuvantamisessa	8
2.2 Magneettikuvantamisopinnot ammattikorkeakoulussa	10
3 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS	13
4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	14
4.1 Magneettikuvantamisen turvallisuusriskien kuvaaminen	14
4.2 Oppimista tukevien kysymysten laatiminen	15
5 POTILASTURVALLISUUSRISKIT MAGNEETTIVANTAMISESSA	17
5.1 Magneettikuvantamislaitteen luomat riskit	17
5.1.1 Staattisen magneettikentän luomat vaikutukset ja riskit	17
5.1.2 Gradienttikenttien vaikutukset ja riskit	19
5.1.3 Radiofrekvenssikentän vaikutukset ja riskit	20
5.2 Potilaasta lähtöisin olevat riskit magneettikuvantamisessa	21
5.2.1 Kehonsisäiset implantit ja proteesit	21
5.2.2 Psykologiset vaikutukset	23
5.2.3 Potilaan raskauteen ja imetykseen liittyvät riskit	24
5.3 Varjoaineet ja niihin liittyvät riskit magneettikuvantamisessa	27
6 POHDINTA	30
6.1 Luotettavuus ja eettisyys	30
6.2 Jatkokehittämissideat	31
LÄHTEET	32
LIITTEET	
Liite 1. Kertauskysymyspatteristo	

Liite 2. Kertauskysymyspatteriston vastaukset

TAULUKOT

Taulukko 1. Magneettikuvantamisopintojakson sisältö

Taulukko 2. Tietokantahaku

Taulukko 3. Hyvän kysymyksen kriteerit

Taulukko 4. Erityistä huomiota vaativat implantit

Taulukko 5. Korkean riskin gadolinium-pohjaiset varjoaineet

Taulukko 6. Keski- ja matalan riskin gadolinium-pohjaiset varjoaineet

1 JOHDANTO

Röntgenhoitajaopiskelijan tulee oppia lukuisia eri osa-alueita, joita hän tarvitsee käytännön työssään röntgenhoitajana. Yksi keskeisimmistä, ellei peräti keskeisin, osaamisen alue röntgenhoitajan ammattitaidossa on potilasturvallinen työskentelytapa. ”Potilasturvallisuus tarkoittaa terveydenhuollossa toimivien yksilöiden ja organisaation periaatteita ja toimintoja, joiden tarkoituksena on varmistaa hoidon turvallisuus sekä suojata potilasta vahingoittumasta” (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2014). Magneettikuvantamisessa potilasturvallisuus on erityisen haastavaa siksi, että ala kehittyy nopeaan tahtiin ja jatkuvasti, sekä eräät osa-alueet ovat vielä täysin tutkimattomia ihmispotilailla. Tutkimustieto on josain määrin ristiriitaista ja lisäksi se on voimakkaasti sidoksissa kuvantamislaitteiden teknologiaan. Magneettiturvallisuus on erittäin monisäikeinen ja ammattitaitoisen röntgenhoitajan tulee olla hyvin valveutunut kuvantamislaitteen toiminnasta ja sen toimintaperiaatteista muun muassa turvallisuuden näkökulmasta, pystyäkseen takaamaan potilasturvallisuuden.

Turvallinen magneettityöskentely on yksi röntgenhoitajakoulutuksen keskeisistä tavoitteista. Turun ammattikorkeakoulun antama koulutus röntgenhoitajaopiskelijoille antaa alustavat lähtökohdat toimia työelämän magneettikuvantamistilanteissa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia röntgenhoitajaopiskelijoille suunnattu materiaalipaketti ja luoda kertauskysymyspatteristo, jonka avulla he pystyvät valmistautua paremmin magneettiharjoittelua ja työelämää varten. Materiaalipaketti perustuu aikaisemmin tehtyyn opinnäytetyöhön (Tallqvist, Tolonen & Ylifranti 2015), kirjallisuuteen sekä uuteen tutkimustietoon. Kertauskysymyspatteriston laatiminen perustuu hyvän kysymyksen kriteereihin, sekä kysymysten järjestely aihepiirien mukaan. Samantyyppinen materiaalipaketti ja kertauskysymyspatteristo on siis aikaisemmin tehty vuonna 2015 (Tallqvist, Tolonen & Ylifranti 2015), mutta tässä opinnäytetyössä tarkastelun keskiöön nostetaan uusin tutkimustieto, jolla täydennetään jo tuttua tietoa.

Materiaalipaketin luomisen taustalla oli halu taata potilasturvallisuutta. Potilasturvallisuuden on todettu olevan Suomessa hyvällä tasolla. Vaaratilanteita on

tilastoitu enemmän tietojärjestelmien ja tiedotuksen parantuessa, mutta vakavien vaaratilanteiden koetaan vähentyneen. Kasvaneet vaaratilanneilmoitukset kertovat parantuneesta potilasturvallisuuskulttuurista. (Yle uutiset 2015.) Potilasturvallisuus on kuitenkin asia, joka ei voi koskaan olla liian hyvää ja siksi aiheen tutkiminen ja kehittäminen on ensisijaisen tärkeää ja käy käsi kädessä alan teknologian kehittymisen kanssa.

2 RÖNTGENHOITAJAN ROOLI MAGNEETTIVANTAMISESSA TURVALLISUUDEN NÄKÖKULMASTA

Röntgenhoitajakoulutuksen tehtävänä on taata, että alan opiskelijalla on riittävät valmiudet toimia turvallisesti erilaisissa kuvantamis- ja sädehoitotapahtumissa.

2.1 Röntgenhoitajan rooli magneettikuvantamisessa

Röntgenhoitajan tehtävänä on taata potilaslähtöisiä magneettikuvantamispalveluita (Walta 2012, 22). Röntgenhoitajan osaaminen voidaan jakaa kuvantamistutkimuksen toteuttamisen osaamiseen, turvallisuusosaamiseen ja työelämäosaamiseen. Kuvantamistutkimuksen toteuttamisen osaaminen pitää sisällään potilaan hoitoon liittyvät asiat sekä kuvantamisosaamisen. Turvallisuusosaaminen pitää sisällään potilasturvallisuuden, säteilyturvallisuuden, laitteiden oikeanlaisen käytön sekä hätä- ja poikkeustilanteissa oikeanlaisen toiminnan. Työelämäosaaminen pitää sisällään työn johtamis- ja päätöksentekotaidon, jatkuvan ammatillisen kehittymisen, ammattietiikan, sekä työyhteisötaidot. (Riihiniitty & Ruohonen 2014, 9.)

Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen mukaan potilasturvallisuutta on:

- Hoito, josta ei koidu vaaraa potilaalle vahingon, erehdyksen unohduksen, tai lipsahduksen vuoksi
- Hoitoyksikön periaatteita, käytäntöjä ja hyviä prosesseja, joilla riskejä ja vaaratilanteita ennakoidaan ja estetään
- Inhimillisten virheiden ehkäisyä
- Yhdessä oppiminen ketään syylistämättä
- Yhteinen asia – kuuluu jokaiselle potilasta hoitavalle

(Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2014.)

Röntgenhoitajan työssä potilasturvallisuus on keskeisessä asemassa, sillä se on kliinisen radiografian eettinen ja juridinen velvoite. Kaiken pohjana ovat terveydenhuollon eettiset periaatteet, joiden mukaan hoidon ja palvelun keskeisenä tavoitteena on hyvän tekeminen ja vahingon välttäminen. Potilaalle tulee olla tutkimuksesta aina enemmän hyötyä kuin haittaa. Lisäksi potilaan tulee saada tarvitsemaansa oikeaa hoitoa, josta aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa. Tutkimusten tulee olla luotettavia ja turvallisia. Tutkimusten ja niiden käytäntöjen tulee perustua tutkittuun tietoon ja ammattitaitoon. Toisaalta potilasturvallisuus ei saa ohittaa ihmisarvon kunnioittamista. (Valtakunnallinen sosiaali- ja terveysalan eettinen neuvottelukunta ETENE 2001, 4 – 9; Terveydenhuoltolaki 30.12.2010/1326.)

Turvallisuus on keskeistä röntgenhoitajan eettisissä ohjeissa. Ohjeissa mainitaan, että röntgenhoitajan tulee suorittaa tehtävänsä vastuullisesti, turvallisesti, taloudellisesti ja korkeatasoisella ammattitaidolla, lisäksi ”röntgenhoitaja huolehtii ammatillisesta kehitymisestään muun muassa opiskelemalla ja seuraamalla alan kirjallisuutta sekä osallistumalla koulutukseen ja tutkimustoimintaan” (Suomen röntgenhoitajaliitto 2000, 0-2).

Terveydenhuoltoa ja sen toimintaa ohjaavat erilaiset lait, joita ovat esimerkiksi terveydenhuoltolaki, laki potilaan asemasta ja oikeuksista, säteilylaki ja säteilyasetus, sosiaali- ja terveysministeriön asetukset, sekä lait terveydenhuollon laitteista, tarvikkeista ja ammattihenkilöistä (Terveydenhuoltolaki 30.12.2010/1326; Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 17.8.1992/785; Säteilylaki 27.3.1991/592; Säteilyasetus 20.12.1991/1512; Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 629/2010; Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 28.6.1994/559).

Röntgenhoitajan ammattitaitoa on kyky tunnistaa riskit ja osata tehdä päätöksiä niiden suhteen. Röntgenhoitajan tulee osata tulkita kuvantamistutkimuksen lähetettä ja tunnistaa sen oikeutus. Potilaalta tulee osata selvittää olennaiset asiat kuvantamistutkimukseen ja sen turvallisuuteen liittyen. Kun riski on tunnistettu,

tehdään välittömät korjaavat toimenpiteet. Mikäli tilanne on ollut vaaratilanne, tulee siitä ilmoittaa asianmukaisesti vaaratapahtumien raportointijärjestelmään.

2.2 Magneettikuvantamisopinnot ammattikorkeakoulussa

Röntgenhoitajan ammatillisen oppimisen keskeisenä rakenteena ja pohjana ovat magneettikuvantamisopinnot sekä käytännön harjoittelu magneettikuvantamisyksikössä. Turun ammattikorkeakoulussa magneettikuvantamisen ammattiotopinnot käydään magneettikuvantamisen opintojaksolla, jonka laajuus on 5 opintopistettä ja käsittää yhteensä 133 tuntia. Tavoitteena opintojaksolla on, että opiskelija osaa selittää turvallisen sekä inhimillisen magneettikuvantamistapahtuman osatekijät kuvantamistapahtuman eri vaiheissa. Tavoitteena on myös, että opiskelija osaa perustella röntgenhoitajan toiminnan magneettikuvantamistapahtuman ja -työskentelyn yhteydessä. Opintojakson keskeisenä sisältönä ovat esitetty alla (Taulukko 1).

Taulukko 1. Magneettikuvantamisopinnojakson sisältö. (Turun ammattikorkeakoulu SoleOPS 2015a.)

Kuvantamisosaaminen

Magneettilaitteen kehityshistoria

Magneettilaitteen rakenne ja toiminta

Kuvanmuodostuksen periaatteet magneettikuvantamisessa

Magneettikuvan laatu ja siihen vaikuttavat tekijät

Magneettikuvantamistapahtuman eri vaiheet

Anatomiset rakenteet ja yksityiskohdat magneettitutkimuksessa

Tehosteaineiden käyttö magneettikuvantamisessa

Kuvarekonstruktiot

Hoitamis- ja ohjaamisosaaminen

Magneettikuvantamisen indikaatiot ja löydökset potilaan hoitoprosessin eri vaiheissa

Potilaan ohjaaminen ja auttaminen magneettikuvantamistapahtuman yhteydessä

Potilaan kohtaaminen ja kokemuksellisuuden tukeminen magneettikuvantamistapahtuman yhteydessä

Potilaan esivalmistelu- ja jälkihoitotoimenpiteet magneettikuvantamistapahtuman yhteydessä

Turvallisuusosaaminen

Magneettikuvauksen vasta-aiheet

Tehosteaineiden turvallinen käyttö

Työturvallisuus magneettikuvantamisessa

Laatuosaaminen

Magneettikuvantamistoiminnan laadunvarmistus

Näyttöön perustuva magneettikuvantamistoiminta

Yhteisö- ja verkosto-osaaminen

Moni ammatillisuus magneettikuvantamistapahtuman eri vaiheissa

Opintojakso koostuu kolmesta eri osasta. Laitteiden rakenne ja toiminta, jonka sisällöstä ja toteuttamisesta vastaa sairaalafyysikko. Radiografian, jonka osaamisalueen opettaa radiografian opettaja. Radiologia, jonka osaamisalueen opettaa kolme eri radiologia. (Turun ammattikorkeakoulu SoleOPS 2015a.) Tässä opinnäytetyössä tarkastelun keskiössä ovat potilasturvallisuus, magneettikuvantamisen aiheuttamat mahdolliset riskit sekä potilaan kokemat tuntemukset mag-

neetikuvantamisen aikana. Näin tämä opinnäytetyö linkittyy magneettitutkimus opintojakson turvallisuusosioon.

Ammattikorkeakoulun opintoihin sisältyy myös harjoittelua aidossa potilaan kuvantamistilanteissa. Harjoittelua varten opiskelija laatii alustavat tavoitteet, joita hän muokkaa ja täydentää harjoittelun edetessä yhdessä ohjaavan röntgenhoitajan kanssa. Harjoittelun aikana opiskelija pyytää säännöllisesti palautetta omasta oppimisestaan ja tavoitteiden täytymisestä. (Turun ammattikorkeakoulu SoleOPS 2015b.)

3 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa röntgenhoitajaopiskelijan magneettiturvallisuusosaamista ja samalla potilasturvallisuutta. Tarkoituksena on laatia kertausmateriaali, jossa käydään läpi potilasta uhkaavia riskitekijöitä magneettikuvauksessa. Vastaavanlainen opinnäytetyö on julkaistu keväällä 2015 (Tallqvist, Tolonen & Ylifranti 2015). Tässä opinnäytetyössä käydään läpi alan kirjallisuuden lisäksi myös kaikkein uusinta päivitettyä tietoa. Tämä perustuu uusimpiin tutkimuksiin, magneettiturvallisuuteen liittyen ja täydentää siten jo aiemmin julkaistua opinnäytetyötä.

Röntgenhoitajaopiskelija voi kerrata tämän materiaalin ennen magneettiharjoittelua ja parantaa näin osaamistaan magneettiturvallisuuden saralla. Opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan röntgenhoitajan osaamista kolmesta eri näkökulmasta: laitteeseen, potilaaseen ja varjoaineisiin liittyvät riskit. Tarkastelusta rajataan pois muun henkilökunnan osaamiseen liittyvät riskit. Kertausmateriaalin lisäksi luodaan kertauskysymyspatteristo, joiden avulla opiskelija voi testata oppimaansa.

4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Tässä luvussa käydään läpi miten tietoa on haettu ja miten kertauskysymyspatteriston kysymykset ovat luotu.

4.1 Magneettikuvantamisen turvallisuusriskien kuvaaminen

Opinnäytetyön sisältönä ovat potilasta uhkaavat turvallisuusriskit magneettikuvantamisessa. Tässä opinnäytetyössä on rajattu pois muun henkilökunnan osaamiseen liittyvät riskit ja on keskitytty röntgenhoitajalle oleellisiin osaamisalueisiin, eli magneettikuvauslaitteen luomiin riskeihin, varjoaineen luomiin riskeihin ja potilaasta lähtöisin oleviin riskeihin. Jotkin turvallisuusriskit ovat selkeää kontraindikaatio magneettikuvantamiselle, mutta osa riskeistä vaatii erillistä pohdintaa, siitä voidaanko kuvausta tehdä. Osa riskeistä on taas ilmiöitä potilaalle, joita ei kuitenkaan pidetä haitallisina.

Opinnäytetyön sisältö perustuu alan kirjallisuuteen, mutta koska ala kehittyy jatkuvasti, sisältöä täydennettiin alan uusimmalla tutkimustiedolla. Tämän vuoksi sisäännottokriteeriksi asetettiin vuosi 2015. Alan uusimpia tutkimuksia etsittiin tietokantahaulla Medline – tietokannasta (Taulukko 2).

Taulukko 2. Tietokantahaku.

Tietokanta	Ajankohta	Hakutermit	Sisäännottokriteerit	Tulos
Medline	17.9.2015	MRI and Safety	Full text In English 2015	13 tutkimusartikkelia

Kirjallisuudesta saatu tietoa päivitettiin uusimpien tutkimusten tiedolla ja näin parannettiin sisällön luotettavuutta. Tiedonhakumenetelminä käytettiin myös Googlen hakukonetta.

4.2 Oppimista tukevien kysymysten laatiminen

Kertausmateriaalin tueksi laadittiin kertauskysymyksiä, joiden avulla röntgenhoitajaopiskelija voi testata tietotaitojaan. Kysymysten laatimisessa käytettiin hyväksi hyvän kysymyksen kriteerejä (Taulukko 3).

Taulukko 3. Hyvän kysymyksen kriteerit. (Heikkilä 2004, 57, Vilkka 2005, 87.)

<i>Kysytään vain yhtä asiaa kerrallaan</i>
<i>Kysymys on tarpeellinen ja hyödyllinen</i>
<i>Kysymys ei ole liian pitkä tai monimutkainen</i>
<i>Kysymys ei ole johdatteleva</i>
<i>Kysymys on ymmärrettävä, selkeä ja yksiselitteinen</i>
<i>Kysymyksen kieliasu on moitteeton</i>

Hyvässä kysymyksessä ei tulisi olla erikoissanastoa, mutta tässä opinnäytetyössä erikoissanastoa käytetään kysymyksissä, koska röntgenhoitajaopiskelijan tulisi ne ymmärtää siirtyessään magneettiharjoitteluun tai työelämään ja siksi termien tulisi olla tuttuja. (Heikkilä 2004, 57, Vilkka 2005, 87.) Osa kysymyksistä on avoimia kysymyksiä, kun taas osa on suljettuja eli vaihtoehdon antavia kysymyksiä. Avoimet kysymykset on helppoja laatia, mutta varsin työläitä käsitellä verrattuna suljettuihin kysymyksiin. Erilaiset kysymysrakenteet helpottavat vastaajaa, sillä kaikki vastaajat eivät ole kielellisesti lahjakkaita ja vastausten muotoilu voi olla hankalaa tällaisissa tapauksissa. (Heikkilä 2004, 49 – 51.) Kysymykset on ryhmitelty sisällön mukaisesti, jotta niiden hahmottaminen olisi vastaajalle helpompaa (Vilkka 2005, 87).

Laadituille avoimille kysymyksille on tehty esimerkkivastaukset ja suljetuille kysymyksille on oikeat vaihtoehdot, joista kertaustehtävien lukija voi tarkistaa vastauksensa. Kysymyksiä ei viedä tässä vaiheessa julkaista millään alustalla. Opinnäytetyön kertauskysymyksiä ei ole esitettävä ja ne ovat vapaasti muokattavissa Turun ammattikorkeakoululle.

5 POTILASTURVALLISUUSRISKIT

MAGNEETTIVANTAMISESSA

Tässä opinnäytetyössä magneettikuvantamisen riskit potilaalle on jaettu kolmeen pääkohtaan, jotka ovat magneettikuvantamislaitteen luomat riskit, potilaasta lähtöisin olevat riskit, sekä varjoaineisiin liittyvät riskit. Muun henkilökunnan osaamiseen liittyviä riskejä ei käydä läpi, vaan tässä työssä keskitytään röntgenhoitajan osaamiseen liittyviin seikkoihin. (Elmaoglu & Celik 2012, 94.)

5.1 Magneettikuvantamislaitteen luomat riskit

Magneettikuvantamislaitteeseen liittyy erilaisia riskejä, kuten sen erilaiset magneettikentät. Turvallisuusohjeet vaihtelevat magneettikuvantamislaitteen kenttävoimakkuuden mukaan, mikä on tärkeää ymmärtää (Elmaoglu & Celik 2012, 94).

5.1.1 Staattisen magneettikentän luomat vaikutukset ja riskit

Staattinen magneettikenttä on magneettikuvauslaitteen pääkenttä, joka ei muutu kuvauksen aikana. Tutkimusten mukaan tämä magneettikenttä ei aiheuta pitkäaikaisia biologisia vaikutuksia. On kuitenkin havaittu, että suurissa verisuonissa, jotka virtaavat kohtisuoraan magneettikenttää vasten, muodostuu pieniä sähköisiä varauksia. Nykyisen tiedon mukaan alle 2,0 Teslan kenttävoimakkuuksilla tällä ei ole kuitenkaan vaikutusta solujen kehittymiseen tai morfologiaan. Yli 2,0 Teslan kenttävoimakkuuksissa on havaittu potilailla väsymystä, päänsärkyä, alentunutta verenpainetta ja ärtyisyyttä. (Westbrook, Kauth Roth & Talbot 2011, 351 – 353.)

Uuden tutkimuksen mukaan naiset ovat selvästi herkempiä staattisen magneettikentän aiheuttamalle pyörryttämisen tunteelle. Potilaiden pyörryttämisen tunteeseen vaikuttaa sukupuolen lisäksi myös kenttävoimakkuus. Korkeammilla

kenttävoimakkuuksilla pyörryttämisen tunne voimistuu ja on yleisempää. (Heinrich ym. 2014, 1084.) Staattinen magneettikenttä aiheuttaa myös sen, että nopeat liikkeet magneettikuvauslaitteen lähellä ja etenkin sen suuaukolla saattavat aiheuttaa huimauksen tunnetta tai huonovointisuutta ihmiselle (STUK 2014). Korkeilla kenttävoimakkuuksilla on myös potentiaalisena vaarana potilaalle magneettisen energian vuorovaikutus ja solujen suuntautuminen. DNA ja esimerkiksi sirppisolut omaavat magneettisia ominaisuuksia, jotka vaihtelevat suunnan mukaan ja korkeat kenttävoimakkuudet aiheuttavat näihin pyörittävää voimaa. (Westbrook ym. 2011, 351–353.)

Ei-biologisena vaikutuksena staattinen magneettikenttä vetää voimakkaasti puoleensa ferromagneettista metallia. Magneettikuvauslaitteen ympärillä on hajakenttä (*fringe field*). Se muodostuu magneettikuvauslaitteen tyypin ja staattisen magneettikentän mukaisesti kuvauslaitteen ympärille, jonka alueella ferromagneettiset metallikappaleet reagoivat. Tämän vuoksi tutkimushuone tulee magneettisuojata (*magnet shielding*), mikä rajoittaa hajakentän kokoa, mutta ei sen vaikutusta tutkimushuoneen sisällä. (English & Moore 1995, 89–90.) Mikäli ferromagneettinen esine pääsee kuvaushuoneen sisälle, tämä voi aiheuttaa niin sanotun ohjusefektin. Tämä tarkoittaa sitä, että esine kiihtyy räjähtävällä nopeudella kohti magneettikuvauslaitteen keskipistettä eli magneettikentän isosentripistettä. Tämä on erityisen vaarallista, mikäli kyseessä on painavia tai teräviä ferromagneettisia esineitä, kuten happipullo, potilassänky tai esimerkiksi saksit. Myös pienet esineet, kuten kynät tai paperiliittimet voivat aiheuttaa vakavaa tuhoa pään alueelle potilaan ollessa jo putkessa. Voima, jolla esine lentää kohti magneettikuvauslaitetta riippuu staattisen magneettikentän voimakkuudesta, etäisyydestä magneettikuvantamislaitteeseen, kappaleen massasta ja siitä miten ferromagneettisesta materiaalista kappale on muodostunut. (Westbrook ym. 2011, 355.)

Potilaaseen implantoidut elektroniset ja ferromagneettiset laitteet reagoivat staattisen magneettikentän kanssa, mutta näistä esineistä kerrotaan paremmin luvussa 5.2.1 Kehonsisäiset implantit ja proteesit.

5.1.2 Gradienttikenttien vaikutukset ja riskit

Magneettikuvantamisessa käytettävät muuttuvat gradienttikentät aiheuttavat erilaisia oireita ja riskejä potilaille. Etenkin suurienergiset sekvenssit, kuten EPI-kuvaussekvenssi (*echo planar imaging sequence*) lisäävät oireiden syntyä. Oireet vaihtelevat gradienttipulssien voimakkuuden, nopeuden ja keston mukaan. Potilas saattaa tuntea lihasvärinää tai lievää kihelmöintiä sekvenssin aikana, jota kutsutaan ääreishermostimulaatioksi (*peripheral nerve stimulation*). Oireet tuntuvat perifeerisesti muun muassa potilaan iholla. Teoriassa on mahdollista, että erittäin voimakkailla gradienttikentillä voidaan stimuloida haitallisesti sydäntä, mutta tällä hetkellä tällaisia magneettikuvantamislaitteita ei ole kaupallisesti saatavilla. (Westbrook ym. 2011, 349 – 350; MRI Safety 2015.)

American College of Radiology (ACR) ohjeiden mukaan potilaat, joille on asennettu johtimia anatomisesti tai toiminnallisesti tärkeisiin paikkoihin, sydänlihakseen (*myokardium*) tai sydämen ulkokalvolle (*epikardium*), sekä potilaat joille on implantoitu elektrodeja aivoihin, tulisi arvioida korkeamman riskin potilaina. Näissä tapauksissa tulisi arvioida erikseen magneettikentän muutosnopeutta (dB/dt) ja gradienttien magneettikentän maksimi voimakkuutta. (Westbrook ym. 2011, 349–350.)

Sähkövirran kulkiessa gradienttikelojen läpi kuvanmuodostuksessa, syntyy merkittävää akustista melua, mikä voi vaurioittaa tutkimushuoneessa olevien henkilöiden kuuloa (Westbrook ym. 2011, 350–351). Akustinen melu saattaa nousta aina 120 dB asti 3 Teslan magneettikuvantamislaitteissa ja jo yli 80 dB:n melu saattaa aiheuttaa kuulovaurioita. Kuulovauriot ovat kuitenkin riippuvaisia melun voimakkuudesta ja siitä, kuinka kauan henkilö sille altistuu. (Ciet & Litmanovich 2015, 62; Ylikoski & Starck 2009.) On suositeltavaa, että potilas ja kaikki huoneessa kuvauksen aikana olevat saavat kuulonsuojaimet tai korvatulpat (Westbrook ym. 2011, 350–351).

Joissain tapauksissa potilas voi kokea epätavallisia visuaalisia häiriöitä, eli fosfeeneja, (*magnetophosphenes*) kuten nähdä ”tähtiä” tai valonvälähdyksiä. Fosfeenit syntyvät, kun ulkoinen magneettikenttä stimuloi suoraan silmän verkk-

kalvon soluja. (Westbrook ym. 2011, 350, Holi, Ruohonen, Ahlgren, Naukkari-
nen & Rimpiläinen 1999.)

5.1.3 Radiofrekvenssientäen vaikutukset ja riskit

Radiofrekvenssientästä aiheutuu biologista vaikutusta, kun energiaa siirtyy RF-
kentästä kuvauksen aikana potilaaseen, mikä aiheuttaa kudosten lämpenemistä
(STUK 2014). Lämpenemiseen vaikuttaa radiofrekvenssien taajuus, staattisen
magneettikentän voimakkuus sekä potilaan koko. Kun RF-taajuus kasvaa, niin
samalla lämpeneminen lisääntyy. Kehon lämpenemisen kannalta on tärkeää
huomioida SAR-arvo (*specific absorption rate*). SAR-arvo kertoo miten paljon
energiaa radiofrekvenssientästä absorboituu potilaan kudoksiin. Liiallinen ke-
hon lämpötilan kohoaminen voi johtaa kudonvaurioihin tai kuoleman vaaraan
(Terveyskirjasto 2015). Ennen kuvauksen aloittamista tietokone tarvitsee poti-
laan painon, jotta se voi määrittää onko SAR-arvo sallituissa rajoissa.

RF-kentästä voi aiheutua myös niin sanottu antenniefekti, joka voi aiheuttaa va-
kavia palovammoja potilaalle. Palovammoja voi aiheutua, mikäli sähköisesti joh-
tava materiaali, kuten metalli tai johto on muodostanut kiepin, eli kelan, itsensä
tai potilaan kanssa. Tämän vuoksi potilaan tulee poistaa sormukset ja korut, ei-
kä hänen tulee asettaa käsiään yhteen. Pintakelan johtoa ei saa jättää kiepille.
Sähköä johtavat materiaalit, kuten kelat tai kelojen johdot eivät saa olla suoras-
sa kosketuksessa potilaan ihon kanssa, vaan nämä tulee eristää kankaalla,
pehmusteilla tai ilmalla. (Westbrook ym. 2011, 346–348.)

Tatuoinnit, jotka sisältävät ferromagneettista mustetta, saattavat aiheuttaa palo-
vammoja potilaalle, sillä tatuoinnista voi muodostua sähköä johtava kela (STUK
2014). Joissakin funktionaalisissa magneettitutkimuksissa (fMRI) käytettävän
aivosähkökäyrälaitteiston (EEG) turvallisuus on taattu valmistajan puolesta vain
funktionaalisessa magneettikuvauksessa. Tällaisessa tutkimuksessa tarvitaan
kuitenkin myös sekvenssejä, joiden turvallisuutta aivosähkökäyrän valmistaja ei
takaa. Uuden tutkimuksen mukaan potilaan iholla olevat elektrodit eivät kuiten-
kaan lämpene liikaa 3 Teslan kenttävoimakkuuksissa verrattuna International

Electrotechnical Commission (IEC) tai valmistajan asettamiin rajoihin, mutta niiden kuuluu olla kuitenkin MRI-yhteensopivia. (Kuusela, Turunen, Valanne & Sipilä 2015, 741 – 743.)

5.2 Potilaasta lähtöisin olevat riskit magneettikuvantamisessa

Potilaasta lähtöisin oleviksi riskeiksi tässä opinnäytetyössä luokitellaan potilaan kehoon asetetut implantit tai proteesit, mahdolliset sirpaleet, psykologiset vaikutukset, sekä potilaan raskauteen ja imetykseen liittyvät riskit.

5.2.1 Kehonsisäiset implantit ja proteesit

Staattinen magneettikenttä voi rikkoa tai häiritä elektronisia laitteita, kuten esimerkiksi sydämentahdistimia, rytmihäiriötahdistimia, infuusiopumppuja ja kuulokojeita. Ferromagneettiset esineet voivat myös liikkua potilaan sisällä, niiden joutuessa staattiseen magneettikentän vaikutuspiiriin. Tämän vuoksi magneettikuvantamista ei yleensä suoriteta henkilölle, jolla magneettiyhteensopimattomia laitteita kehossa. (STUK 2014, ICNIRP on limits of exposure to static magnetic fields 2009, 512.) Vuonna 2015 julkaistun tutkimuksen mukaan, erityisesti magneettiyhteensopiviksi suunnitellut rytmihäiriötahdistimet (*implantable cardioverter-defibrillator*, ICD) toimivat oikein magneettikuvauksen aikana, eikä 1,5 Teslan staattinen magneettikenttä rikkonut tahdistimia tai aiheuttanut häiriöitä niiden toimintaan (Gold ym. 2015, 2588). Esimerkiksi kehoon jätetyt sydämentahdistimen johdot 3 Teslan kenttävoimakkuuksissa ovat kuitenkin vielä nykyisin huonosti tutkittuja ja aiheuttavat näin ollen riskin potilaalle (Jung, Jäckle & Avereva 2014, 65.) On järkevää tarkistaa MRI Safety-internetsivustolta, www.mrisafety.com, onko potilaan sydämentahdistin tai muu implantoitu esine yhteensopiva magneettilaitteen kanssa. Tässä tulee huomioida erityisesti laitteen kenttävoimakkuus. Erityistä huomiota vaativat implantit on listattu alle (Taulukko 4).

Taulukko 4. Erityistä huomiota vaativat implantit. (ICNIRP on limits of exposure to static magnetic fields 2009, 511 – 512.)

Sydämentahdistimet

Rytmihäiriötahdistimet

Hormoni-infuusiopumput, esim. insuliinipumput

Neurolihasstimulaattorit

Neurostimulaattorit

Elektroniset laitteet, kuten sisäkorvaistute

Suuret metalliset proteesit, kuten lonkkaproteesi

Aneyrysmaklipsit

Metalliset kirurgiset klipsit ja stentit

Sydämen proteesiläpät

Ehkäisyimplantit

Ferromagneettiset elektroniset implantit

Ferromagneettiset hammasproteesit

Metallin osalta uudemmat tutkimukset osoittavat, että luustosairauksien hoitoon käytettävät Fassier-Duval –metallitangot (Taulukko 4) ovat valmistettu ruostumattomasta teräksestä ja aiheuttavat teoriassa riskin sille, että ne siirtyvät, kuumenevat tai aiheuttavat artefaktoja magneettikuvantamisessa. On kuitenkin tutkittu, että 1,5 Teslan kenttävoimakkuudella, näitä riskejä ei toteudu ja kuvaan muodostuvat artefaktit eivät ole sen laatuaisia, että ne häiritsisivät kuvan tulkin-taa. (Makhdom, Kishta, Saran, Azouz & Fassier 2015, 323 – 325.)

Potilaat joilla on kuulokoje sisäkorvaistutteena (Taulukko 4) voivat kokea epä-mukavuutta, kipua tai kuulo-ongelmia magneettikuvantamisen aikana tai sen

jälkeen. Mikäli tutkimus pitää suorittaa sisäkorvaimplanttipotilaalle, anestesia ja pään huolellinen asettelu on suositeltavaa. (Bo Gyung ym. 2014, 51.)

Naisille asetettavat kohdunsisäiset kierukat (Taulukko 4), voivat liikkua, lämmettä tai aiheuttaa artefaktoja kuvaan magneettikuvantamisen aikana. Tutkimusten mukaan metalliset kierukat ovat kuitenkin turvallisia aina 3 Teslan kenttävoimakkuuksiin asti. (Ciet & Litmanovich 2015, 63.)

5.2.2 Psykologiset vaikutukset

Suurin osa magneettikuvantamisessa käyneistä potilaista on kokenut jonkinlaisia ahdistuksen tunnetta kuvauksen aikana. Osalle potilaista voi tulla kuitenkin vaikea ahtaan paikan kammo tai paniikkikohtaus, kun heidät asetetaan magneettikuvantamislaitteen putkeen. Putki on melko ahdas ja pitkä, mutta toisaalta ahdistusta aiheuttaa myös se, että potilas jätetään kuvauksen ajaksi yksin kuvaushuoneeseen. Lisäksi kuvauksen aikana kuuluva kova akustinen melu ja tunne siitä, että ei pysty itse tekemään mitään, lisää potilaan ahdistusta. (Tazegul, Etcioğlu, Yildiz F., Yildiz R. & Tuney 2014, 180 – 181.) Potilaita voi pelottaa myös se, että mitä tutkimuksesta paljastuu (Tischler, Calton, Williams & Cheetham 2007, 266). Tämän vuoksi on tärkeää, että potilas informoidaan hyvin ennen tutkimusta ja sen aikana, sillä sen on todettu vähentävän potilaan kokemaa ahdistusta (Tazegul ym. 2014, 181 – 182). Myös musiikin kuuntelu vähentää ahdistuksen tunnetta (Tischler ym. 2007, 266).

Potilaalle lähetetään kotiin kutsukirje, jossa kerrotaan yleisimmät ohjeet tutkimukseen, sekä saapumisajankohta. Erittäin klaustrofobiset potilaat ja lapsipotilaat voivat vieraila kuvausyksikössä ennen sovittua kuvausajankohtaa tutustumassa paikkaan, jottei tilanne tuntuisi niin uudelta ja jännittävältä. (Haapala & Hyttilä 2014, 16 – 17.) Potilas voidaan myös esilääkittää rauhoittavilla lääkkeillä ahdistuksen vähentämiseksi ja saada kuvantamistapahtuma näin onnistumaan (Yli-Mäyry 2014).

Kun potilas saapuu tutkimukseen, henkilökunnan tulisi olla ystävällistä ja vastata potilasta askarruttaviin kysymyksiin. Potilas voi ottaa tutkimukseen ja ku-

vaushuoneeseen mukaan perheenjäsenen tai ystävän, mikäli se hänen olotilaansa vain helpottaa. Potilaan tueksi tuleva henkilö tulee haastatella samalla tavalla kuin itse potilaskin, magneettiturvallisuuden näkökulmasta, mikäli hän tulee sisälle kuvaushuoneeseen. Päänalueen kuvauksissa potilaan pääkelassa on peili, josta hän näkee säätöhuoneeseen. Lisäksi potilaalla on puheyhteys hoitohenkilökuntaan ja hänelle annetaan hälytysnappi käteen. (English & Moore 1995, 95–96.) Puheyhteyden ja sen käyttämisen, on todettu olevan tehokas keino ahdistuksen vähentämiseen kuvauksen aikana (Tazegul ym. 2014, 180). Tutkimuksen puitteissa potilas voidaan asettaa myös vatsalleen, siten että hänellä olisi näkyvyys ulos putkesta. Potilaalle annetaan myös korvatulpat ja kuulokkeet, joista hän voi kuunnella mieleistensä musiikkia. (English & Moore 1995, 95–96.) Jos potilaalla on omainen tai ystävä mukana, hänet tulee tarjota kuulonsuojaimet, mikäli hän tulee tutkimuksen ajaksi kuvaushuoneeseen (MHRA 2014).

5.2.3 Potilaan raskauteen ja imetykseen liittyvät riskit

Tässä luvussa on mainintoja varjoaineista, mutta niistä kerrotaan tarkemmin luvussa 5.3 Varjoaineet ja niihin liittyvät riskit magneettikuvantamisessa.

Raskaana olevien potilaiden tai sikiöiden kuvantamisessa suositetaan magneettikuvantamisen tekemistä, mikäli muita ionisoimattomia kuvausmenetelmiä ei voida käyttää tai ne eivät sovellu tutkimukseen. Magneettitutkimuksesta ei aiheudu säteilyrasitusta äidille, eikä sikiölle, joten se on suositeltavampi kuin esimerkiksi tietokonetomografia tai läpivalaisu. (Westbrook ym. 2011, 368.) Tämän hetken tutkitun tiedon mukaan ei ole tiedossa mitään tunnettua syytä, mikä aiheuttaisi ihmissikiölle biologisia haittavaikutuksia magneettikuvantamisen aikana. Teoreettisesti on kuitenkin mahdollista, että esimerkiksi gradienttikenttien aiheuttamat lämpötilamuutokset, kova akustinen melu tai sähkömagneettisen säteilyn suora vaikutus kudokseen voisivat vaurioittaa sikiötä. (Aarnio 2013, 20.) Sikiön korvat kehittyvät 24. raskausviikolla ja tällöin sikiö pystyy aistimaan äänet. Magneettikuvantaminen 3 Teslan kenttävoimakkuudessa, saattaa nostaa

akustisen melun aina 120 dB asti, mutta äidin kudokset vaimentavat melua ainakin 30 dB:n verran. American Academy of Pediatricsin (AAP) mukaan raja pysyville kuulovaurioille on 90 dB. Toistaiseksi ei ole vielä kuitenkaan tutkittua tietoa siitä, voiko akustinen melu aiheuttaa sikiölle kuulovaurioita. (Ciet & Litmanovich 2015, 62.) Vuonna 2015 julkaistun tutkimuksen mukaan magneettikuvauksen, joissa käytetään 1,5 Teslan kenttävoimakkuutta raskauden aikana, ei ole havaittu aiheuttaneen kuulovaurioita vastasyntyneille tai heikentäneen heidän syntymäpainon mukaan annettua pisteytystä (*birth weight percentiles*) (Strizek ym. 2015, 532–533).

Olettamus siitä, että magneettikuvantaminen on turvallinen, perustuu tutkimuksiin, jotka on tehty 1,5 Teslan kenttävoimakkuuksilla. 3 Teslan ja sitä korkeammat kenttävoimakkuudet kuitenkin lisääntyvät jatkuvasti, eikä niiden vaikutuksista ihmisille ole juuri tutkittua tietoa. Eläinkokeissa on havaittu, että korkeilla 4 Teslan kenttävoimakkuuksilla olisi haittavaikutuksia sikiölle, kuten raskaudenaikeisia epämuodostumia raskauden alkuvaiheessa. (Aarnio 2013, 20.) Tämän hetkisten ACR:n ohjeiden mukaan raskaana olevalle tulisi suorittaa magneettikuvantaminen vain, jos tarvittavaa diagnostista tietoa ei saada ilman ionisoivaa säteilyä, saatava informaatio on potilaan hoitoon vaikuttavaa tai tutkimuksen tekemistä ei voida lykätä raskauden jälkeiseen aikaan (Ciet & Litmanovich 2015, 61).

Magneettitutkimuksissa käytettävää gadolinium-varjoainetta saa antaa raskaana olevalle potilaalle varauksin (Taulukko 6). Eläintutkimusten mukaan varjoaine läpäisee istukan molempiin suuntiin ja pääsee kulkeutumaan lapsiveteen, josta sikiö nielee varjoainetta. (Westbrook ym. 2011, 368–369.) Eläintutkimuksissa on todettu, että neljän tunnin kuluttua injektioista, sikiössä on vain 0,01 % ruiskutetusta varjoaineesta ja 24-tunnin kuluttua varjoaineesta on jäljellä vain merkkejä (Ciet & Litmanovich 2015, 62). Webbin & Thomsenin tutkimuksessa vuonna 2013 todettiin, että gadodiamidi-pohjaisella gadolinium-varjoaineella (Omniscan) ei olisi muta- tai teratogeenisiä vaikutuksia eläimiin. (Webb & Thomsen 2013, 599.) Tämä tieto on ristiriidassa vuonna 2015 julkaistun Cietin & Litmanovichin tutkimuksen kanssa, jossa sen sijaan todettiin, että gadolinium-

pohjaisella varjoaineella on teratogeenisia vaikutuksia eläimiin, mikäli annoskoot ovat suuria ja niistä annetaan usein. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan mainittu mihin vaikuttavaan aineeseen tutkimus perustui. (Ciet & Litmanovich 2015, 61.)

Raskaana olevalle potilaalle ei saa antaa seuraavia korkean riskin varjoaineita (Taulukko 5).

Taulukko 5. Korkean riskin gadolinium-pohjaiset varjoaineet (ESUR 2014, 16–17.)

- Gadodiamidi (Omniscan)
- Gadoversetamidi (Optimark)
- Gadopentetate digeglumine (Magnevist)

Sen sijaan raskaana olevalle potilaalle saa antaa seuraavia keski- ja matalan riskin varjoaineita, mikäli tutkimuksesta saatava tieto on erittäin tärkeää potilaan hoidon kannalta (Taulukko 6).

Taulukko 6. Keski- ja matalan riskin gadolinium-pohjaiset varjoaineet (ESUR 2014, 17–18.)

- Gadobenate (Multihance)
- Gadofosveset trisodium (Vasovis, Ablavar)
- Gadoxetate disodium (Primovist, Eovist)
- Gadobutrol (Gadovist, Gadavist)
- Gadoterate meglumine (Dotarem, Magnescope)
- Gadoteridol (Prohance)

Varjoainetta pääsee erittymään vain hyvin pieniä määriä rintamaidon mukana. Tutkimusten mukaan määrä on enintään 0,05 % siitä määrästä, jonka vastasyntynyt saa suonensisäisesti AAP:n suositusten mukaan, mennessään gadolinium tehosteiseen magneettikuvaukseen. European Medicines Agencyn suositus on kuitenkin, että imettävät äidit pitäisivät 24 tunnin tauon imetyksessä, mikäli käytössä on niin sanottu epävakaava varjoaine, josta kerrotaan lisää luvussa 5.3 Varjoaineet ja niihin liittyvät riskit magneettikuvantamisessa. Tällaisia varjoaineita ovat sellaiset, joiden vaikuttava aine on gadodiamidi (Omniscan), gadoversetamidi (Optimark) tai gadolinium dietyleenitriamiinipentaetikkahappo. (Ciet & Litmanovich 2015, 63.) Suomessa näitä aineita sisältäviä varjoaineita on saatavilla vain yhtä tuotemerkkiä, jonka kaupp nimi on Optimark. Tämä varjoaine sisältää gadoversetamidia. (Terveysportti 2015; Ciet & Litmanovich 2015, 63; ESUR 2014, 16.)

5.3 Varjoaineet ja niihin liittyvät riskit magneettikuvantamisessa

Magneettitutkimuksissa käytetään gadolinium-pohjaisia varjoainetta, jotka poistuvat kehosta munuaisten kautta virtsassa (Westbrook ym. 2011, 382). Gadolinium on myrkyllinen aine, mutta sitä voidaan käyttää varjoaineena, kun sen ionit on pakattu kelaattiin. Kelaatin ominaisuudet vaikuttavat varjoaineen ominaisuuksiin, miten se liikkuu kehossa. (Lammentausta 2014, 68.) Noin 80 % varjoaineesta poistuu kehosta jo ensimmäisen kolmen tunnin aikana. (Westbrook ym. 2011, 382.)

Gadolinium-pohjaiset varjoaineet voivat aiheuttaa erilaisia haitallisia reaktioita potilaalle, mikäli kelaatti ei poistu kehosta normaalisti munuaisten heikon toiminnan vuoksi. Tällöin saattaa tapahtua transmetallaatioprosessi, jossa kelaatti vaihtaa gadolinium-ioneja kehon sinkki-, kupari- ja kalsium-ioneihin. Korkean riskin gadolinium-pohjaiset varjoaineet ovat epävakaampia kuin keski- ja matalan riskin varjoaineet ja niissä tapahtuu tällaisia ionien vaihtoja herkemmin. Ionien vaihtuminen voi aiheuttaa nefrogeenisen systeemisen fibroosin (NSF) oireita potilaalle. (Lammentausta 2014, 68; ESUR 2014, 16–18.) NSF on harvi-

naisen, mutta hengenvaarallinen tautitila. Sen kliiniset oireet syntyvät vasta viikkojen tai kuukausien kuluttua varjoaineen annosta. European Society of Urogenital Radiologyn (ESUR) mukaan NSF luokitellaan erittäin myöhäiseksi haitalliseksi reaktioksi. (ESUR 2014, 16.) Riski NSF:n syntymiseen kasvaa, kun potilaalle annetaan isoja varjoaineannoksia ja korkean riskin gadolinium-varjoaineita (Taulukko 5) sekä jos potilas sairastaa kroonista munuaistautia (*chronic kidney disease*, CKD) tai akuuttia munuaisvauriota (*acute kidney injury*, AKI) (Haapio 2013; American College of Radiology 2015, 83–84; Pasternack 2009).

Myös inflammatoriset tilat, hyperfosfatemia, hemo- ja peritoneaalidialyysin tekemättä jättäminen pian varjoaineen annon jälkeen, sekä nuori ikä ovat riski NSF:n syntymiselle. NSF-potilaista suurin osa on sairastanut dialyysia vaativaa kroonista munuaistautia. Noin 20 % NSF:ään sairastuneista on ollut akuutti munuaisvaurio tai krooninen munuaistauti asteella 4-5. (Haapio 2013.) Kroonisen munuaistaudin aste neljä tarkoittaa vaikeaa munuaisten vajaatoimintaa, jolloin glomerulusten suodatusnopeus (eGFR) on 15–29 ml/min. Aste viisi tarkoittaa sellaista munuaisten vajaatoimintaa, jossa potilas tarvitsee korvaushoitoa. Tällöin eGFR on <15 ml/min. (Munuais- ja maksaliitto ry 2009, s 8.)

Korkean riskin gadolinium-varjoaineet (Taulukko 5) ovat kontraindikaatio, mikäli potilaalla on krooninen munuaistauti asteella 4-5, potilaalla on akuutti munuaisvaurio, potilas on raskaana tai potilas on vastasyntynyt (ESUR 2014, 16–17).

Magneettivarjoaineille on annettu viime vuosina tiukennettuja ohjeita ja gadolinium-pohjaista varjoainetta ei suositella potilaille joiden eGFR on alle 30 ml/min, eikä myöskään AKI-potilaille, riippumatta tämän eGFR-tasosta. Yhdysvaltalaisen Food and Drug Administrationin (FDA) lisäohje on, että vaikean maksan vajaatoiminnan yhteydessä, potilaille joiden eGFR on yli 30 ml/min, ei annettaisi gadolinium-varjoaineita. (Haapio 2013.) Vuonna 2015 julkaistun tutkimuksen mukaan Gadobutrol -niminen gadolinium-pohjainen varjoaine, ei aiheuta vanhuksille (yli 65 vuotiaat) kohonnutta riskiä saada haittavaikutuksia varjoainetutkimuksen yhteydessä (Endrikat, Scwenke & Prince 2015, 745–748).

Gadolinium-pohjaiset varjoaineet voidaan poistaa hemodialyysissä sekä peritoneaalidialyysissä. Siitä ei ole kuitenkaan toistaiseksi näyttöä suojaako hemodialyysi nefropatialta tai NSF:ltä potilasta, jolla on heikentynyt munuaistoiminta. Hemodialyysipotilaiden tulisi päästä ylimääräiseen dialyysiin mahdollisimman pian varjoaineen antamisen jälkeen. Sen sijaan peritoneaalidialyysipotilaan tulisi keskustella lääkärin kanssa hemodialyysin tarpeesta. (ESUR 2014, 23.)

6 POHDINTA

Opinnäytetyöprosessi osoitti, että ala ja sitä koskeva tieto on jatkuvasti kehittyvää ja edellyttää röntgenhoitajalta perehtyneisyyttä ja valmiutta uusien asioiden omaksumiseen magneettikuvantamisturvallisuuden saralla. Tutkimuksissa ja lähteissä esiintyi jonkin verran ristiriitaista tietoa, mikä vaikeutti eheän materiaalipaketin luomista. Eri valtioissa on omia turvallisuussäädöksiä ja sairaanhoitopiirinkin sisälläkin saattaa olla merkittäviä eroja käytäntöjen kanssa.

Potilaan turvallisuus magneettikuvantamisessa on osa isompaa kokonaisuutta röntgenhoitajaopiskelijan koulutuksessa. Vaikka magneettikuvantamista ja sen mahdollisia haittavaikutuksia potilaalle tutkitaan jatkuvasti, silti etenkin 3 Teslan kenttävoimakkuuden vaikutukset potilaalle ovat vielä osin tuntemattomia. Tämän vuoksi aiheen tutkiminen ja tiedon koostaminen ovat tärkeää, jotta voidaan kehittää potilasturvallisuutta ja röntgenhoitajaopiskelijoiden – tulevien röntgenhoitajien ammattiosaamista. Röntgenhoitajakoulutuksen tietopuolinen opetus yhdistettynä harjoitteluun antaa alustavat lähtökohdat toimia magneettikuvantamistilanteissa.

Pystyäkseen takaamaan potilaalle turvallisia magneettikuvantamistilanteita, röntgenhoitajan tulee seurata alan kehitystä sekä päivittää osaamistaan.

6.1 Luotettavuus ja eettisyys

Kaikki mikä tehdään potilasturvallisuuden kehittämiseksi, on eettisesti perusteltua, joten tämän opinnäytetyön aihe on valittu siksi eettisesti oikein (Leino-Kilpi & Välimäki 2009, s 360–377). Lähdemateriaalia on käytetty eettisesti kestävästi, materiaalipaketin sisältöä luodessa, eikä tietoa ole vääristelty. Kaikkea tietoa on käsitelty samanveroisena, ottaen kuitenkin huomioon lähteen ikä. Lähteet ovat luotettavia, niitä on paljon ja niitä on käytetty monipuolisesti luodessa materiaalipakettia. Materiaalipaketin luomisessa on käytetty mahdollisimman uusia lähteitä, kirjallisuuslähteiden päivittämiseksi. Tämä on myös osaltaan parantanut työn luotettavuutta. Alan uusimpien tutkimusten löytämiseksi käytettiin mm. sys-

temaattista tiedonhakua. Lähdesuosituksia on kysytty myös ohjaavalta opettajalta. Vierasperäisen terminologian suomenkielisiä vastineita on varmistettu sairaalafyysikolta ja eräisiin termeihin on laitettu myös englanninkielinen vastine sulkeisiin. Tämä lisää osaltaan luotettavuutta, mutta myös helpottaa materiaalipaketin vertailua tulevien tutkimusten kanssa. Kertauskysymyspatteristoa luodessa käytettiin hyväksi hyvän kysymyksen kriteerejä, joilla pyrittiin luomaan hyviä kysymyksiä. Kysymyksillä on pyritty kattamaan koko materiaalipaketin oleellisin teoria. Työn eettisyyttä ja luotettavuutta lisää valmiin työn tarkastaminen Urkund-plagioinnintarkistusohjelmalla, sekä se että valmis työ julkaistaan Theseus-tietokannassa.

6.2 Jatkokehittämisideat

Opinnäytetyön jatkokehittämisideoina esiin nousi lisäkysymyksiä tekeminen kertauskysymyspatteristoon ja vanhojen kysymysten parantelu. Samalla kertauskysymyspatteriston testaaminen opiskelijoilla olisi merkittävä kehittämisidea jatkossa. Koska magneettiturvallisuuden suositukset muuttuvat jatkuvasti uusien laitteiden ja tutkimusten myötä, materiaalipaketin päivittäminen on oleellista, jotta opiskelija ei tutustuisi vanhentuneeseen tietoon.

Materiaalipaketin sisältöä voisi myös syventää ja luoda oppimisen avuksi taulukoita ja kaavioita. Toisaalta materiaalipaketin sisältöä voisi muokata paremmin luettavaan muotoon, sillä nykyisellään tieto on pakattu melko tiiviisti ja on siksi raskasta luettavaa asiaan perehtymättömälle. Terminologia luettelon luominen helpottaisi myös lukijaa. Henkilökunnasta johtuvia turvallisuusriskejä tässä materiaalipaketissa ei ole käyty läpi, joten niiden mukaan tuominen parantaisi työtä osaltaan.

Eräs huomattava jatkokehittämisidea olisi luoda tutkimus, jossa selvitetään, kuinka paljon aikaa kuluu röntgenhoitajalla, hänen selvittäessään magneettikuvantamisyksikköön tulleen potilaan jotakin mahdollista kontraindikaatiota ja kuinka viivytykset vaikuttavat päivän aikatauluihin ja röntgenhoitajan työn kuormittavuuteen.

LÄHTEET

Aarnio, J. 2013. Entä kun kuvattava tai kuvaaja on raskaana? Suomen Radiologiyhdistys. Säde-
turvapäivät 2013 abstrakti. 20-22.

American College of Radiology. 2015. ACR Manual on Contrast Media Version 10.1. Viitattu
29.11.2015.

[http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/PDF/QualitySafety/Resources/Contrast%20Manua
l/2015_Contrast_Media.pdf/#page=87](http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/PDF/QualitySafety/Resources/Contrast%20Manual/2015_Contrast_Media.pdf/#page=87)

Bo Gyung, K.; Jin Won, K.; Jeong Jin, P.; Sung Huhn, K.; Hee Nam, K. & Jae Young, C. 2014.
Adverse event and discomfort during magnetic resonance imaging in cochlear implant recipi-
ents. JAMA. 141 (1), 45–53.

Ciet, P. & Litmanovich, D. 2015. MR safety issues particular to women. Magn Reson Imaging
Clin N Am. 23 (2015), 59-67.

Elmaoglu, M. & Celik, A. 2012. MRI Handbook. MR Physics, patient positioning and protocols.
E-kirja. Springer.

Endrikat, J.; Schwenke, C. & Prince, M.R. 2015. Gadobutrol for contrast-enhanced magnetic
resonance imaging in elderly patients: review of the safety profile from clinical trial, post-
marketing surveillance, and pharmacovigilance data. Clinical Radiology. 70 (2015), 743-751.

English, P. & Moore, C. 1995. MRI for Radiographers. Cambridge: Cambridge University Press.

ESUR. 2014. ESUR Guidelines on Contrast Media 9.0. Viitattu 29.11.2015.

Gold, M.; Sommer, T.; Schwitter, J.; Al Fagih, A.; Albert, T.; Merkely, B.; Peterson, M.; Ciuffo,
A.; Lee, S.; Landborg, L.; Cerkvenik, J. & Kanal, E. 2015. Full-body MRI in patients with an im-
plantable cardioverter-defibrillator. Journal of the American College of Cardiology. 65 (24),
2581-2588.

Haapala, M. & Hyttilä, I. 2014. Lapsipotilaan valmistaminen magneettitutkimukseen. Opinnäyte-
työ. Oulu; Oulun ammattikorkeakoulu.

Haapio, M. 2013. Magneettivarjoaineiden aiheuttama nefrogeenisen systeemisen fibroosin riski.
Käypä hoito. Viitattu 25.5.2015.
[http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus;jsessionid=684BC6D254DEEABD8188280
6D6556514?id=nak08078](http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus;jsessionid=684BC6D254DEEABD81882806D6556514?id=nak08078)

Heikkilä, T. 2004. Tilastollinen tutkimus. Helsinki. Edita.

Heinrich, A.; Szostek, A.; Meyer, P.; Reinhard, I.; Gilles, M.; Paslakis, G.; Rauschenberg, J.; Gröner, J.; Wolfhard, S.; Deuschle, M.; Meyer-Lindenberg, A.; Flor, H. & Nees, F. 2014. Women are more strongly affected by dizziness in static magnetic fields of magnetic resonance imaging scanners. *NeuroReport*. 25 (14), 1081-1084.

Holi, M.; Ruohonen, J.; Ahlgren, A.; Naukkarinen, H. & Ripiläinen, I. 1999. Aivojen magneettis-timulaatio neuropsykiatriassa. Viitattu 17.10.2015.
http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/haku;jsessionid=003730F19FD960513B1DE9BE3512F5B2?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_lifecycle=0&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_p_frompage=uusinnumero&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_viewType=viewArticle&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_tunnus=duo91095

ICNIRP on limits of exposure to static magnetic fields. 2009. *Health physics* 94 (4), 504-514.

Jung, W.; Jäckle, S. & Zvereva, V. 2014. MRI and implantable cardiac electronic devices. *Arrhythmias*. 30 (1), 65-73.

Kanal, E.; Barkovich, A.; Bell, C.; Borgstede, J.; Bradley, W.; Froelich, J.; Gimbel, J.; Gosbee, J.; Kuhni-Kaminski, E.; Lason, P.; Lester, J.; Nyenhuis, J.; Schaefer, D.; Sebek, E.; Weinreb, J.; Wilkoff, B.; Woods, T.; Lucey, L. & Hernandez, D. 2013. ACR Guidance Document on MR Safe Practices: 2013. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 37 (2013), 514. Viitattu 3.12.2014.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jmri.24011/pdf>

Kuusela, L.; Turunen, S.; Valanne, L. & Sipilä, O. 2015. Safety in simultaneous EEG-fMRI at 3T: temperature measurements. *Acta Radiologica*. 56 (6), 739-745.

Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 17.8.1992/785.

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 28.6.1994/559.

Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 629/2010.

Lammentausta, E. MRI-tehosteaineet – onko gadoliniumin käyttökään enää turvallista? Suomen Radiologiyhdistys. Sädeturvapäivät 2014 abstrakti. 68-69.

Leino-Kilpi, H. & Välimäki, M. 2009. *Etiikka hoitotyössä*. Helsinki. WSOY.

Makhdom, A.; Kishta, W.; Saran, N.; Azouz, M. & Fassier, F. 2015. Are Fassier-Duval rods at risk of migration in patients undergoing spine magnetic resonance imaging. *J Pediatr Orthop*. 35 (3), 323-327.

Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency. 2014. *Safety Guidelines for Magnetic Resonance Imaging Equipment in Clinical Use*. Viitattu 30.11.2014.

http://www.mhra.gov.uk/home/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=CON2033065&RevisionSelectionMethod=LatestReleased

MRI Safety. 2015. Bioeffects of Gradient Magnetic Fields. Viitattu 29.11.2015. <http://www.mrisafety.com/SafetyInfo.asp?SafetyInfoID=250>

Munuais- ja maksaliitto ry. 2009. Krooninen munuaisten vajaatoiminta ja kliininen ravitsemushoito. Suomalaiset hoitosuosituksset 2009. Viitattu 9.12.2015. http://www.musili.fi/files/512/munuaisten_vajaatoiminta_ja_kliininen_ravitsemushoito.pdf

Pasternack, A. 2009. Krooninen munuaistauti – munuaisten krooninen vajaatoiminta. Terveyskirjasto. Viitattu 29.11.2015. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=seh00095

Ruohoniitty, E. & Ruohonen, S. 2014. Röntgenhoitajan osaaminen magneettitutkimuksissa. Opinnäytetyö. Tampere; Tampereen ammattikorkeakoulu.

Strizek, B.; Jani, J.; Mucyo, E.; De Keyzer, F.; Pauwels, I.; Ziane, S.; Mansbach, A-L.; Deltenre, P.; Cos, T. & Cannie, M. 2015. Safety of MR imaging at 1,5 T in fetuses: A retrospective case-control of birth weights and the effects of acoustic noise. *Radiology*. 275 (2), 530-537.

Suomen Röntgenhoitajaliitto ry. 2000. Röntgenhoitajan ammattietiikka. Viitattu 20.8.2015. <http://www.suomenrontgenhoitajaliitto.fi/doc/eettisetohjeet.pdf>

Säteilyasetus 20.12.1991/1512.

Säteilylaki 27.3.1991/592.

Säteilyturvakeskus STUK. 2014. Magneettitutkimus. Viitattu 3.12.2014. http://www.stuk.fi/sateilyn-hyodyntaminen/terveydenhuolto/fi_FI/magneetti/

Tallqvist, T.; Tolonen, S. & Ylifranti, K. 2015. Potilasturvallisuus magneettikuvauksessa. Kertausmateriaali röntgenhoitajaopiskelijalle. Opinnäytetyö. Tampere; Metropolia ammattikorkeakoulu.

Tazegul, G.; Etcioğlu, E.; Yildiz, F.; Yildiz, R. & Tuney, D. 2014. Can MRI related patient anxiety be prevented. *Magnetic Resonance Imaging*. 33 (2015), 180-183.

Terveysturvelaki 30.12.2010/1326.

Terveysturvelaki ja hyvinvoinnin laitos. 2014. Laatu ja potilasturvallisuus. Mitä on potilasturvallisuus. Viitattu 18.10.2015. <https://www.thl.fi/fi/web/laatu-ja-potilasturvallisuus/potilasturvallisuus/mita-on-potilasturvallisuus>

Terveyskirjasto. 2015. Lääkärikirja Duodecim. Lämpöhalvaus ja auringonpistos. Viitattu 19.10.2015.

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00298&p_haku=hypertermia

Terveysportti. 2015. Lääkkeet ja Hinnat. OPTIMARK 500MIKROMOL/ML INJ, LIUOS. Viitattu 29.11.2015.

http://www.terveysportti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/terveysportti/laake.dlr_laake.valmiste?id=EU/1/07/398/002

Tischler, V.; Calton, T.; Williams, M. & Cheetham, A. 2007. Patient anxiety in magnetic resonance imaging centres: Is further intervention needed. *Radiography*. 2008 (14), 265-266.

Turun ammattikorkeakoulu SoleOPS. 2015a. Toteutussuunnitelma. Magneettikuvantamisosaiminen, Ammattiopinnot. Viitattu 14.10.2015.

https://ops.turkuamk.fi/opsnet/disp/fi/ops_OpetTapTeks/tab/tab/sea?opettap_id=16568013&stack=push

Turun ammattikorkeakoulu SoleOPS. 2015b. Toteutussuunnitelma. Harjoittelu 6, Harjoittelu. Viitattu 26.11.2015.

https://ops.turkuamk.fi/opsnet/disp/fi/ops_ojYllapito/edi/tab/ops?ryhman_id=11873545&opinkohd=8182107&id2=12967708&valkiel=fi&stack=push

Valtakunnallinen sosiaali- ja terveysalan eettinen neuvottelukunta ETENE. 2001. Terveydenhuollon yhteinen arvopohja, yhteiset tavoitteet ja periaatteet. Sosiaali- ja terveysministeriö.

Vilka, H. 2005. Tutki ja kehitä. Keuruu. Tammi.

Walta, L. 2012. Potilaan hoitaminen diagnostisessa radiografiassa ja sen kuormittavuus röntgenhoitajan arvioimana – tavoitteena inhimillinen ja turvallinen kuvantamistapahtuma. Väitöskirja. Turku; Turun yliopisto.

Webb, J. & Thomsen, H. 2013. Gadolinium contrast media during pregnancy and lactation. *Acta Radiologica*. 2013 (54), 599-600.

Westbrook, C.; Kauth Roth, C. & Talbot, J. 2011. *MRI in Practice*. Iso-Britannia: Wiley-Blackwell.

Yle uutiset. 2015. HUS: potilasturvallisuus on parantunut, vaikka vaaratilanteita tilastoidaan enemmän. Viitattu 17.10.2015.

http://yle.fi/uutiset/hus_potilasturvallisuus_on_parantunut_vaikka_vaaratilanteita_tilastoidaan_enemmän/8056387

Ylikoski, J. & Starck, J. 2009. Meluvammat. Terveyskirjasto. Viitattu 26.11.2015. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=seh00065

Yli-Mäyry, S. 2014. Sydämen magneettikuvaus. Viitattu 17.10.2015. http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00329

Kertauskysymyspatteristo

Liitettä ei julkaista opinnäytetyön sähköisessä versiossa.

Kertauskysymyspatteriston vastaukset

Liitettä ei julkaista opinnäytetyön sähköisessä versiossa.