

Jenna Järvi, Johanna Adolfsen & Oona Siivola

MAGNEETTITUTKIMUSTEN KONTRAINDIKAATIOT

Verkko-opiskelumateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille

MAGNEETTITUTKIMUSTEN KONTRAINDIKAATIO

Verkko-opiskelumateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille

Jenna Järvi, Johanna Adolfsen
& Oona Siivola
Opinnäytetyö
Syksy 2020
Radiografian ja sädehoidon
tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma

Tekijä(t): Jenna Järvi, Johanna Adolfsen & Oona Siivola
Opinnäytetyön nimi: Magneettitutkimusten kontraindikaatiot – opiskelumateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille
Työn ohjaaja: Anja Henner, Tanja Schroderus-Salo & Karoliina Paalimäki-Paakki
Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Syksy 2020 62+4

Magneettikuvantaminen on kuvantamismenetelmä, jonka käyttö lisääntyy jatkuvasti. Magneettikuvauslaitteen aiheuttamien voimakkaiden magneettikenttien takia magneettitutkimusten parissa työskentely vaatii henkilökunnalta ja potilailta erityisiä toimia. Röntgenhoitajan on osattava toimia niin, ettei potilaan tai henkilökunnan turvallisuus vaarannu. Erilaisten magneettitutkimusten kontraindikaatioiden tunteminen ja tarkistaminen ennen tutkimuksen aloittamista on välttämätöntä turvallisuuden varmistamiseksi.

Opinnäytetyömme on Oulun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opiskelijoille suunnattu verkko-opiskelumateriaali magneettitutkimusten kontraindikaatioista. Opinnäytetyömme tavoitteena oli luoda opiskelumateriaalia, joka lisää opiskelijoiden tietämystä magneettitutkimusten kontraindikaatioista. Monipuolinen ja uusin tieto kontraindikaatioista auttaa opiskelijoita työskentelemään entistä turvallisemmin magneettitutkimusten parissa ja parantaa potilasturvallisuutta. Lisäksi tavoitteena on lisätä ja syventää tulevien röntgenhoitajien tietoutta magneettitutkimusten kontraindikaatioista.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi verkkosivusto, josta löytyy yleistietoa magneettitutkimuksesta ja siihen liittyvästä turvallisuudesta. Sivustolle on koottu yksityiskohtaista materiaalia erilaisista magneettitutkimuksiin liittyvistä kontraindikaatioista. Tietoperustan lähteinä käytettiin useita tieteellisiä artikkeleita ja muuta verkkomateriaalia. Verkkosivusto testattiin kohderyhmällä ja heiltä pyydettiin palautetta Webropol-kyselyä käyttäen.

Kontraindikaatioina tunnettujen elektronisten laitteiden, esineiden ja muiden asioiden kehityksen myötä, myös kontraindikaatioihin liittyvä tieto päivittyy jatkuvasti. Tuotetta voidaan jatkossa kehittää vastaamaan sen hetkistä uusinta tietoa magneettikuvantamisen turvallisuudesta ja kontraindikaatioista.

Asiasanat: magneettitutkimus, kontraindikaatio, turvallisuus, opiskelumateriaali

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiation Therapy

Author(s): Jenna Järvi, Johanna Adolfsen & Oona Siivola

Title of thesis: Contraindications of magnetic resonance imaging - learning material for radiographer students

Supervisor(s): Anja Henner, Tanja Schroderus-Salo & Karoliina Paalimäki-Paakki

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2020

Number of pages: 62+4

The use of magnetic resonance imaging is increasing continually. Due to the strong magnetic fields caused by the magnetic resonance imaging device, those who are working with magnetic resonance imaging require special actions from staff and patients. Radiographer must be able to act in a way that the safety of the patient or staff is not endangered. Knowledge and review of different contraindications before starting the examination is necessary to ensure safety.

The purpose of this thesis was to produce learning material of magnetic resonance imaging's contraindications for the virtual learning environment, which increases students' knowledge of magnetic resonance imaging's contraindications. The thesis is made in collaboration with Oulu University of Applied Sciences. Versatile and the newest knowledge of contraindications helps students to work even more safely in magnetic resonance imaging and improves patient safety. The aim was also to increase and deepen future radiographers' knowledge of magnetic resonance imaging's contraindications.

A website was created as a result of this thesis. General information about magnetic resonance imaging and its safety and detailed information of magnetic resonance imaging's contraindications has been collected to the website. Several scientific articles and other online material were used as sources of the knowledge base. The website was tested with the target group and they were asked for feedback using a Webropol questionnaire tool.

With the development of electronic devices, objects and other things known as contraindications, the information related to contraindications is also constantly updated. The product can be further developed to match the latest information of the safety and contraindications of magnetic resonance imaging.

Keywords: magnetic resonance imaging, contraindication, safety, learning material

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	OPISKELUMATERIAALI: MAGNEETTITUTKIMUSTEN KONTRAINDIKAATIOIOT	10
2.1	Turvallisuus	11
2.2	Kontraindikaatioit.....	12
2.2.1	Elektroniset laitteet.....	15
2.2.2	Lääkepumput ja laastarit	17
2.2.3	Katetrit	18
2.2.4	Proteesit ja implantit.....	20
2.2.5	Metalliset vierasesineet.....	24
2.2.6	Kosmetiikka.....	27
2.2.7	Sairaudet.....	29
2.2.8	Raskaus.....	30
2.2.9	Muut.....	31
3	PROJEKTIN PROSESSI	33
3.1	Projektin tarkoitus ja tavoite.....	33
3.2	Projektiorganisaatio	34
3.3	Kohderyhmä ja hyödynsaajat	35
4	PROJEKTIN JA VERKKO-OPISKELUMATERIAALIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	37
4.1	Projektin suunnittelu	37
4.2	Verkkosivuston suunnittelu.....	39
4.3	Verkkosivuston toteutus	39
5	PROJEKTIN JA VERKKO-OPISKELUMATERIAALIN ARVIOINTI.....	42
5.1	Projektin ja opiskelumateriaalin itsearviointi	42
5.2	Tuotteen laatukriteerit.....	42
5.3	Opiskelumateriaalin arviointi palautekyselyn perusteella.....	44
5.4	Riskien ja kustannusten arviointi	48
6	POHDINTA	50
6.1	Tekijänoikeudet ja eettisyys.....	51
6.2	Projektin onnistumisen arviointi	51
6.3	Omat oppimiskokemukset	52
	LÄHTEET.....	53

LIITTEET 63

1 JOHDANTO

Magneettitutkimus on kuvantamistekniikka, jonka avulla pystytään tuottamaan korkealaatuisia kuvia koko ihmiskehosta ilman säteilyaltistusta aiheuttavaa ionisoivaa säteilyä ja jodivarjoaineiden käyttöä. Näistä syistä magneettitutkimusta käytetään laajasti eri sairauksien diagnosoinnissa, potilaiden hoitamisessa ja seurannassa. Se on käytetty menetelmä erilaisissa neurologisissa, onkologissa, tuki- ja liikuntaelimestön sekä sydän- ja verisuonijärjestelmän kuvantamistutkimuksissa ja hoidoissa. Tämä onkin johtanut magneettitutkimusten määrän nopeaan kasvuun. (Mavrogeni, Poulos, Kolovou & Theodorakis 2017, 257.)

Potilaaseen kohdistuu magneettitutkimuksen aikana kolme erilaista voimakasta magneettikenttää, jotka aiheuttavat turvallisuusriskejä, jotka tulee huomioida magneettitutkimusta tehdessä. Staattinen magneettikenttä aiheuttaa rajoituksia potilaille, joille on asennettu vierasesine, kuten sydämentahdistin, infuusiopumppu tai defibrillaattori, koska voimakas kenttä voi häiritä näiden laitteiden toimintaa. Gradienttikentät voivat aiheuttaa vaaratonta ja hetkellistä lihasvärinää tai kihelmöintiä. Radiotaajuiset kentät taas aiheuttavat kudosten lämpenemistä, joka kuitenkin harvoin vaikuttaa kehon normaali-toimintoihin. (STUK 2019, viitattu 22.10.2019.)

Erilaisten kontraindikaatioiden eli vasta-aiheiden tarkistaminen ennen magneettitutkimuksen tekemistä on erittäin tärkeää tutkimuksen turvallisuuden varmistamiseksi. Jotta tutkimus voidaan suorittaa turvallisesti, tulee potilaalta tarkistaa aina ennen tutkimuksen aloittamista, onko hänelle asennettu implantteja, vierasesineitä tai löytyykö kehosta muita metalleja sisältäviä esineitä. Vaikka uusimpia implantteja on usein turvallista kuvata magneetilla, niin varsinkin jotkut vanhemmista implanteista ja vierasesineistä voivat aiheuttaa vaaratilanteita. Tämän takia tulee aina tarkistaa, onko valmistaja antanut luvan magneettikuvantamiseen kyseisen vierasesineen kanssa. Kaikki metalliesineet voivat liikkua tai aiheuttaa ympäröivän kudoksen lämpenemistä magneettikentän vaikutuksesta. Jos potilaan kehossa tiedetään olevan metalleja sisältäviä esineitä, kuten keino-niveliä, sirpaleita tai metallityöstön jäämiä, tulee tutkimuksen turvallisuus arvioida tapauskohtaisesti. Nykypäivänä myös erilaiset kosmeettiset toimenpiteet, kuten ripsien tai kulmien kesto- ja väri- sekä jotkut tatuointivärit sisältävät metalliyhdisteitä, jotka voivat aiheuttaa niiden lämpenemistä kuvauksen aikana. Ennen tutkimusta potilaan on riisuttava myös kaikki metalleja sisältävät vaatteet ja muut metalliesineet, koska ne voivat aiheuttaa vakavia

vaaratilanteita sinkoutuessaan magneettikuvauslaitteeseen voimakkaan magneettikentän vaikutuksesta. (STUK 2019, viitattu 22.10.2019.)

Magneettikuvaushuoneessa voi sattua vakaviakin onnettomuuksia, jos huoneeseen pääsee jokin sinne sopimaton esine. Yksi maailman puhutuimmista vaaratilanteista sattui New Yorkissa vuonna 2001, kun magneettiputkeen singonnut siirrettävä happipullo aiheutti 6-vuotiaalle pojalle vakavia vammoja, joihin hän myöhemmin menehtyi. Onnettomuustilanne syntyi, kun magneettiosaston henkilökuntaan kuulumaton sairaanhoitaja vei magneettihuoneen ovensuulle anestesia lääkäriin pyynnöstä happipullon, joka ei ollutkaan magneettiyhteensopiva. (McGinley 2011, viitattu 11.11.2019.) Yksi tuoreimpia tapauksia on Ruotsin Luleåssa tapahtunut onnettomuus, jossa magneettirekassa työskennellyt röntgenhoitaja meni asettelemaan potilasta kuvaustilaan metallia sisältänyt painoliivi yllään. Röntgenhoitaja juuttui magneettiputkeen, mutta kuvattavana ollut potilas kuitenkin onnistui hälyttämään apua ja kaksi vartijaa tuli irrottamaan röntgenhoitajan putkesta. Potilaalle ei ollut tullut vammoja, mutta vartijat olivat saaneet vähäisiä vammoja, ja röntgenhoitaja on ollut hoidettavana sairaalassa. (Fornell 2019, viitattu 14.11.2019.)

Opinnäytetyömme on Oulun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opiskelijoille suunnattu verkko-opiskelumateriaali magneettitutkimusten kontraindikaatioista. Opinnäytetyömme tavoitteena oli luoda laadukas opiskelumateriaali, joka lisää opiskelijoiden tietämystä magneettitutkimusten kontraindikaatioista. Opiskelijat voivat hyödyntää materiaalia sekä opintojen että työharjoittelun aikana. Monipuolinen ja uusien tietojen kontraindikaatioista auttaa opiskelijoita työskentelemään entistä turvallisemmin magneettitutkimusten parissa ja parantaa potilasturvallisuutta. Lisäksi tavoitteena on lisätä ja syventää tulevien röntgenhoitajien tietoutta magneettitutkimusten kontraindikaatioista.

Aihe on tärkeä, koska kontraindikaatioiden tuntemus on suuri turvallisuustekijä magneettitutkimuksia tehdessä. Magneettikuvantaminen on säteetön tutkimus, jonka käyttö ei tiedettävästi aiheuta haittaa terveydelle. Tutkimusta ei voida kuitenkaan suorittaa kaikille erilaisten kontraindikaatioiden vuoksi. Mahdollisten kontraindikaatioiden tiedot täytyy selvittää ennen tutkimusta, jotta tutkimus saadaan suoritettua turvallisesti. Kontraindikaatiot on jaettu kolmeen ryhmään, jotka määrittelevät, voidaanko tutkimus suorittaa. Lisäksi koko ajan syntyy uusia ilmiöitä, kuten esimerkiksi magneettiripset tai erilaiset lävistyksiset, jotka ovat myös magneettitutkimuksen kontraindikaatioita. Syvempi tietous kontraindikaatioista auttaa opiskelijaa,

sekä hänen johdollansa myös potilasta ymmärtämään paremmin, miksi kyseiset asiat voivat olla esteenä magneettitutkimuksen suorittamiselle.

2 OPISKELUMATERIAALI: MAGNEETTITUTKIMUSTEN KONTRAINDIKAATIOT

Magneettikuvantaminen on yksi lääketieteellisistä kuvantamismenetelmistä, jolla saadaan muodostettua leikekuvia ihmisestä. Magneettitutkimuksesta käytetään myös lyhennettä MRI, joka on lyhenne englannin kielen sanoista magnetic resonance imaging. (STUK 2019, viitattu 22.10.2019.) Potilas altistuu tutkimuksen aikana staattiselle magneettikentälle, muuttuville magneettikentille eli gradientteille sekä radiotaajuiselle magneettikentälle. Magneettikentän voimakkuus ilmaistaan suurella Tesla (T). Suurin osa Suomessa käytetyistä magneettikuvauslaitteista on 1,5 T:n laitteita, mutta lähinnä yliopistosairaaloissa on käytössä myös 3 T:n laitteita, joiden käyttö on yleistymässä. (STUK 2019, viitattu 22.10.2019.) Markkinoilla on lisäksi jopa 7 T:n ja 9,4 T:n magneettikuvauslaitteita, joita Suomesta ei vielä kuitenkaan löydy. Esimerkiksi Ruotsissa on 7 T:n laitteita, jotka ovat olleet jo useamman vuoden käytössä (Sandahl 2012, viitattu 11.11.2019).

Magneettikuvantaminen perustuu kudosten atomien magneettisiin ominaisuuksiin ja yksinkertaisin käyttäytyminen on vetyatomilla, jota on kehossa paljon. Kun potilas on staattisessa magneettikentässä, kehon vety-ytimet alkavat pyöriä hyrrämäisesti ja tätä kutsutaan Lamortaajuudeksi. (Lammentausta 2017, 450–452.) Magneettikentässä hyrrämäisesti pyörivä ydin voi absorboida sähkömagneettista säteilyä, joka annetaan samalla taajuudella, mikä ytimen Lamortaajuus on. RF-kelellä (radiotaajuus RF) tuotetaan sopivan tehoinen ja kestoinen pulssi, joka virittää ytimen ja näin häiritsee sen tasapainotilaa. Pulssin loputtua ytimet palautuvat tasapainotilaan eli magneettikentän suuntaisesti. Ytimien palautuminen tapahtuu kahtena relaksaatiomekanismina, pitkittäisenä ja poikittaisena palautumisena. Tästä palautumisesta muodostuu signaali, jonka vastaanotinkelat voivat havaita. (Soimakallio, Kivisaari, Manninen, Svedström & Tervonen 2005, 58–59.)

Magneettikuvantamisessa tarvitaan gradienttikeloja sekä RF-keleja. Gradienttikelat luovat kohtisuoraan toisiaan vastaan kolme magneettikenttää, joiden avulla magneettikentän voimakkuutta voidaan vaihdella paikoitellen. Näitä kolmea kenttää kutsutaan leikkeenvalinta-, vaihe- ja taajuusgradientteiksi, joilla on omat tehtävänsä kuvanmuodostuksessa ja ne ovat päällä vain kuvantamisen aikana. (Soimakallio ym. 2005, 60.) RF-kelellä ovat kuin antennit, jotka ovat

signaaleja lähettäviä tai vastaanottavia keloja, mutta ne voivat olla myös molempia (Gruber, Froeling, Leiner & Klomp 2018, 590–604). RF-keleilla tarkoitetaan niitä keloja, jotka asetetaan potilaalle kuvattavan kohteen päälle tai ympärille, jotta kuvanmuodostus on mahdollista.

2.1 Turvallisuus

Magneettitutkimuksessa potilas altistuu radiotaajuiselle kentälle, staattiselle magneettikentälle sekä suhteellisen hitaasti muuttuvalle magneettikentälle eli gradienteille. Radiotaajuiselle kentälle sekä gradienteille potilas altistuu ainoastaan varsinaisen kuvausprosessin aikana. Staattiselle magneettikentälle potilas altistuu koko sen ajan, kun hän on kuvaushuoneessa. Suurimmat riskit liittyvät staattisen magneettikentän vetovoimavaikutukseen. Ferromagneettiset esineet voivat vetovoimavaikutuksesta syöksyä magneettilaitetta kohti ja aiheuttaa täten vaarallisia tilanteita henkilökunnalle sekä potilaille. (Työterveyslaitos & STUK 2015, 5.) Erilaiset ferromagneettisesta materiaalista valmistetut esineet tai laitteet ovat siis suuri turvallisuusriski (Saunavaara & Saunavaara 2018, 635). Ferromagnetismi tulee termistä ”ferrous” eli rauta, joka on ensimmäinen metalli, jonka on havaittu reagoivan magneettikentän kanssa. Ferromagnetismi tarkoittaa menetelmää, jossa yhdiste joko muodostaa pysyvän magneettikentän tai on vetovoimassa magneettikenttään. Tunnettuja ferromagneettisia metalleja ovat rauta, koboltti ja nikkeli sekä metalliseokset alumiini ja titaani. (Spain 2014, viitattu 10.11.2019.)

Arvioitaessa magneettilaitteiden turvallisuutta, tulee noudattaa laitevalmistajan luokituksia. Täytyy kiinnittää huomiota mihin magneettikuvausympäristöön luokitus on annettu. Esimerkiksi turvallinen esine 1.5 Teslan laitteella, ei välttämättä ole turvallinen 3 Teslan laitteella. (Työterveyslaitos & STUK 2015, 11.) Potilas täytyy haastatella ennen tutkimusta, josta viimeistään tulee ilmetä, onko potilaalla kontraindikaatioita eli vasta-aiheita magneettitutkimukselle. Magneettikuvaushuoneeseen saa viedä ainoastaan laitteet ja esineet, jotka ovat todettu turvalliseksi magneettiympäristöön. Voimakkaiden RF-aaltojen käyttö voi aiheuttaa palovammoja. Esimerkiksi väärin asennetut EKG-johdot voivat putkessa aiheuttaa palovammoja potilaalle. MRI-yhteensopivissa monitorointijärjestelmissä käytetään kuitenkin yleensä heikosti johtavaa materiaalia, kuten hiiltä. Johdot eivät myöskään saa muodostaa silmukoita, sillä ne voivat aiheuttaa kuumenemistä. (Wiley & Sons, Incorporated 2014, 141–142.)

Jokaisessa kuvantamispaikassa täytyy olla käytössä magneetin turvallisuuskäytännöt, joita ylläpidetään koko ajan. Lisäksi jokaisella kuvantamispaikalla tulee olla vastaava

magneettikuvauksen vastuuhenkilö, jonka vastuualuetta on magneettikuvauksen turvallisuuskäytäntöjen ja asetuksissa sekä laissa annettujen määräysten toimeenpano. Magneettikuvaushuoneeseen turhaa kulkua tulee välttää, jotta vaaratilanteita ei syntyisi. Myös varoitusmerkkien tulee olla esillä ennen huoneeseen menoa. Esimerkiksi varoitusmerkit ”voimakas magneettikenttä” sekä ”metalliesineet ja kellot kielletty” täytyy löytyä magneettihuoneen ulkopuolelta. (Työterveyslaitos & STUK 2015, 9–11).

Implantoitujen laitteiden sekä magneettiyhteensopivuuden ongelmat ovat yleistymässä. Turvallisen käytön tukemiseksi on olemassa laajasti tietoa ja turvallisuutta edistetään asianmukaisilla varotoimilla. Valmistajat suunnittelevat implantoitavia laitteita, jotka ovat vähemmän alttiita magneettikentän ja gradienttikentän muutoksille. Perimmäisenä tavoitteena on saada MRI-turvallisia laitteita sellaisiksi, etteivät ne enää edellyttäisi perinteisiä varotoimenpiteitä. 3 T magneettilaitteiden käyttö on lisääntynyt, ja vaikka tässä yhteydessä on jonkin verran kliinistä kokemusta, tarvitaan lisätutkimuksia, sillä suurin osa turvallisuuteen liittyvistä tiedoista on kohdistettu 1.5 T laitteille. (Miller, Nazarian & Halperin 2016, 1590-1592.)

2.2 Kontraindikaatiot

Kontraindikaatiolla eli vasta-aiheella tarkoitetaan hoidon tai tutkimuksen estävää syytä (Terveyskirjasto 2019, viitattu 25.9.2019). Lisäksi sillä voidaan tarkoittaa tutkimusta rajoittavaa syytä. Magneettitutkimuksen kontraindikaatiot ovat siis tiettyjä vierasesineitä, elektronisia laitteita tai muita asioita, jotka voivat estää tutkimuksen toteuttamisen tai ne täytyy vähintäänkin ottaa huomioon ennen tutkimuksen aloittamista.

Ennen tutkimusta on tärkeää selvittää, onko potilaalla mahdollisesti joitain vierasesineitä. Jos henkilöllä on kehossaan metallia, voi tutkimus olla vaarallinen. Myös elektroniset laitteet voivat aiheuttaa vaaratilanteita. Lisäksi tietyt implantit tai proteesit voivat estää tutkimuksen suorittamisen. Tutkimuksen ja vierasesineiden käytön turvallisuuteen vaikuttavat myös käytössä oleva magneettikuvauslaite sekä kohde, jota kuvataan. Jos potilaalla on jokin vierasesine, kuten implantti tai proteesi, on ensin selvitettävä sen turvallisuus. Se varmistetaan selvittämällä implantin tai proteesin valmistaja, materiaali, tyyppi, asennuspaikka ja/tai vuosi. Näiden tietojen olisi tärkeää löytyä potilastiedoista. Kun proteesista tai implantista on saatu tarvittavat tiedot, niin tarkempaa turvallisuusarviota voi tehdä valmistajien verkkosivuilla sekä www.mrisafety.com -

verkkosivustolla, jonne on koottu useiden eri vierasesineiden tiedot magneettiyhteensopivuudesta. (Saunavaara 2014, 66–67.)

Erilaiset vierasesineet luokitellaan kolmeen ryhmään, perustuen niiden turvallisuuteen magneettitutkimuksissa. Ryhmät ovat: turvalliset (MR safe), ehdolliset (MR conditional) ja vaaralliset (MR unsafe). Turvalliset-ryhmään kuuluvat vierasesineet ovat magneettiyhteensopivia, eli ne on valmistettu materiaaleista, jotka eivät vaaranna potilaan turvallisuutta tutkimuksen aikana. Jos potilaan kehossa on vaaralliseksi merkittäviä esineitä, hänelle ei saa tehdä magneettitutkimusta tai sitä on ainakin harkittava todella tarkasti. Ehdolliset-ryhmään kuuluvien vierasesineiden kohdalla tutkimus on mahdollista suorittaa, kunhan huomioidaan tietyt rajoitukset. Ehdolliseksi luokitellut esineet jaetaan vielä alaluokkiin. (Saunavaara & Saunavaara 2018, 636–639). Nämä alaluokat 1–8 on jaoteltu ryhmiin osoittamaan erityisiä suosituksia kyseiselle esineelle (Shellock 2020, viitattu 6.5.2020). Alla olevassa taulukossa (Taulukko 1.) kuvataan, millaisia vierasesineitä eri alaluokkiin kuuluu ja miten ne vaikuttavat tutkimuksen suorittamiseen.

TAULUKKO 1. Ehdolliset kontraindikaatiot (Shellock 2019, viitattu 3.11.2019)

Ryhmä	Huomioitavaa	Vierasesine
Ehdolliset 1	Voi kuvata turvallisesti, vaikkakin magneettikenttä aiheuttaa lievää vuorovaikutusta ryhmän esineiden kanssa	Tietyt heikosti ferromagneettiset esineet
Ehdolliset 2	Voi kuvata, koska ryhmän esineet on kiinnitetty niin, että on epätodennäköistä, että ne liikkuisivat magneettikentän vaikutuksesta	Tietyt heikosti ferromagneettiset klipsit, filtit, koilit, stentit, implantit
Ehdolliset 3	Voivat kuumentua voimakkaasti magneettikentän vaikutuksesta. Tämän takia esim. laastari tulisi poistaa tutkimuksen ajaksi	Tietyt metalliset komponentit, kuten transdermaaliset laastarit

Ehdolliset 4	Voivat kuumentua tutkimuksen aikana, joten ennen tutkimuksen suorittamista on tarkistettava valmistajan kyseiselle tukivälineelle antamat ohjeet ja noudatettava niitä. Erityisesti johtavista metalleista valmistetut tukivälineet voivat kuumentua voimakkaasti.	Tietyistä valmistetut kiinnitysvälineet ja kiinnityslaitteet materiaaleista kaularangan ja halovest
Ehdolliset 5	Voidaan kuvata vain, kun noudatetaan valmistajan suosituksia ja ohjeita	
Ehdolliset 6	Voidaan kuvata, kun noudatetaan tarkasti ohjeita. Ryhmän esineitä saa kuvata korkeintaan 3T laitteella ja täytyy huolehtia, että SAR-arvo (Specific Absorbtion Rate) ei nouse yli sallitun rajan.	Tietyt implantit ja laitteet
Ehdolliset 7	Ei ole tarkoitettu käytettäväksi magneettitutkimuksen aikana, joten ryhmän esineitä ei saa viedä magneettikuvauslaitteen sisäpuolelle	Tietyt implantit ja laitteet
Ehdolliset 8	Voidaan kuvata vain silloin, kun noudatetaan tarkasti ohjeita. Ryhmän esineitä saa kuvata korkeintaan 3T laitteella ja täytyy huolehtia, että SAR-arvo ei nouse yli sallitun rajan.	Tietyt implantit ja laitteet

Magneettitutkimuksen aiheuttama turvallisuusriski potilaille, joilla on kehossaan laitteita, joita ei ole todettu MRI-turvallisiksi, on pienempi kuin aiemmin on oletettu. Silti tutkimuksen turvallisuus voidaan taata ainoastaan kuvatessa MRI-turvallisia sekä -ehdollisia laitteita, jotka on erityisesti kehitetty minimoimaan laitejärjestelmän ja magneettiympäristön vuorovaikutukset. MRI-

ehdollisten laitteiden kehittäminen on tärkeää, koska se avaa mahdollisuuden tehdä magneettitutkimuksia yhä useammille henkilöille. Kliinisestä näkökulmasta potilaille, joilla ei ole muita MRI-kontraindikaatioita, olisikin hyvä asentaa MRI-ehdollisia laitteita. Tämän teknologian käyttöönotto on kuitenkin oletettua hitaampaa, sillä useissa maissa potilaille asennetaan edelleen eniten tavallisia ei MRI-turvalliseksi varmistettuja laitteita johtuen MRI-ehdollisten laitteiden korkeammista kustannuksista, selkeiden käyttöohjeiden puuttumisesta sekä kestävyys- ja turvallisuuden pitkän aikavälin seurannan puutteesta. (Mavrogeni, Poulos, Kolovou & Theodorakis 2017, 257.)

Magneettitutkimuksen kontraindikaatioita voivat olla erilaiset elektroniset laitteet, lääkepumput ja -laastarit, katetrit, proteesit ja implantit, metalliset vierasesineet, kosmetiikka, tietyt sairaudet, raskaus sekä muut luokittelemattomat kontraindikaatiot.

2.2.1 Elektroniset laitteet

Sydämentahdistimet

Elektronisista laitteista sydämentahdistinta on pidetty ehdottomana kontraindikaationa magneettitutkimukselle turvallisuusriskien vuoksi. Riskit johtuvat voimakkaista magneetti- ja radiotaajuuskentistä, jotka voivat nopeuttaa tahdistustaajuutta, aiheuttaa rytmihäiriöitä tai jopa estää tahdistuksen kokonaan. Ne voivat myös aiheuttaa tahdistimen resetoitumisen ja jopa vaurioittaa tahdistimen pysyvästi. (Kaasalainen, Pakarinen, Kivistö & Hänninen 2015, viitattu 2.4.2020.)

Ensimmäiset MRI-ehdolliset sydämentahdistimet tulivat markkinoille Euroopassa vuonna 2008 ja Yhdysvalloissa vuonna 2011. Ne kehitettiin turvallisen magneettikuvauksen mahdollistamiseksi sydämentahdistinpotilaille. MRI-ehdollisia sydämentahdistimia voidaan siis kuvata magneetilla, mutta niitä kuvatessa tulee noudattaa tiettyjä ehtoja. Ennen magneettitutkimusta kardiologi säätää sydämentahdistimen MRI-ehdolliseen tilaan ja palauttaa sen takaisin normaalitilaan tutkimuksen jälkeen. Osa uusista sydämentahdistimista ohjelmoituu automaattisesti magneettikuvaushuoneeseen mentäessä ja palautuu normaaliasetukseen huoneesta poistuttaessa. Potilaan sydämen toimintaa tulee valvoa monitorein tutkimuksen aikana, jotta haitallinen syke tai rytmi voidaan huomata ja hoitaa. (Cunqueiro, Lipton, Dym, Jain, Sterman & Scheinfeld 2019, 912–917.) Kuvaukseen tehdään yleensä 1.5 T laiteella. Nykyisin on kuitenkin

olemassa myös 3 T laitteiden kanssa yhteensopivia sydämentahdistimia, jotka mahdollistavat jatkossa nykyistäkin korkeatasoisemmat neurologiset tutkimukset. (Kaasalainen, Pakarinen, Kivistö & Hänninen 2015, viitattu 2.4.2020.)

Tietyt metalliset laitteet, kuten sydämentahdistimen johdot, voivat keskittää radiotaajuisen energian, joka johtaa merkittävään paikalliseen lämmitykseen. Lisäksi altistuminen magneettitutkimuksessa käyttämälle sähkömagneettiselle kentälle voi vaikuttaa haitallisesti elektronisen laitteen toimintaan. (Karamitsos & Karvounis 2019, 38.) Potilaat, joilla on paikalleen jätetyt sydäntahdistimen johdot, voidaan kuitenkin kuvata magneetilla, kunhan noudatetaan tiettyjä varotoimenpiteitä. Ruostumattomasta teräksestä koostuvat väliaikaiset epikardiaaliset tahdistinjohdot ommellaan yleensä oikean kammion ja eteisen epikardiaaliseen pintaan sydänleikkauksen aikana. Nämä johdot on kytketty ulkoiseen tahdistimeen estämään eteiskammiotukkeumaa tai bradykardiaa. Jos johtojen poistaminen ei ole mahdollista, ne leikataan ja jätetään paikoilleen. Magneettikuvauksen aikana on riski, että paikoilleen jääneet johdot kuljettavat virtaa sydämeen, mikä voi johtaa tahdistuskomplikaatioihin. Tutkimusten mukaan potilaat eivät kuitenkaan ole saaneet rytmihäiriöitä tai muita sydämen toimintahäiriöitä magneettitutkimuksen aikana, joten epikardiaalisia sydämentahdistimen johtoja ei voida pitää varsinaisena kontraindikaationa magneettitutkimukselle. (Baikoussis, Apostolakis, Papakonstantinou, Sarantitis & Dougenis 2011, 2006–2011.)

Kuulolaitteet

Kuulolaitetta käytetään vahvistamaan ympäristön ääniä, mikä auttaa potilasta saamaan paremmin selvää puheesta. Kuulolaitteiden äänensirtojärjestelmä perustuu usein induktio- eli T-silmukkaan, joka on yleisimmin käytössä oleva ja ainoa standardoitu kaikkien valmistajien tukema äänensirtojärjestelmä. Tällaisen kuulolaitteen toiminta perustuu äänitaajuiseen sähkömagneettiseen kenttään, jota käytetään signaalin siirtämiseen. Antennisilmukalla luodaan magneettikenttä, jonka kuulolaite vastaanottaa sisäisen vastaanottimen avulla. (Nikula 2018, viitattu 28.3.2020.) Potilaan on poistettava kuulolaite magneettitutkimuksen ajaksi, koska voimakas magneettikenttä voi vaurioittaa sitä. (Radiologyinfo 2019, viitattu 28.3.2020.)

Verensokerimittarit

Nykyaikaiset verensokerimittarit tulee huomioida ennen magneettitutkimuksen aloittamista. Freestyle verensokerimittari on diabeetikoille tarkoitettu verensokerin seurantajärjestelmä. Järjestelmä koostuu pienestä ihon läpäisevästä anturista, joka mittaa verensokerin ja tallentaa tietoa useiden tuntien ajalta sekä anturin läheisyyteen sijoitetusta lukijasta, jonka avulla lukemat voidaan lukea. Laite on poistettava ennen magneettikuvausta, koska anturin sisältämän pienen pariston toiminta voi häiriintyä kuvauksesta. Lisäksi magneettikenttä voi aiheuttaa anturin sähkökomponenttien kuumenemisen, jolloin potilaalle voi aiheutua palovammoja. (Wright & Perkins 2018, viitattu 28.3.2020.)

2.2.2 Lääkepumput ja laastarit

Insuliinipumput

Insuliinipumppu on eräs diabeteksen hoitomuodoista, jonka käyttö lisääntyy. Pumppu annostelee potilaan ihon alle insuliinia kanyylin kautta automaattisesti. Potilas itse huolehtii kanyylin vaihtamisesta muutaman päivän välein. (Öhman 2020, viitattu 11.1.2020.) Insuliinipumppu täytyy poistaa ennen magneettikuvaushuoneeseen menoa, sillä voimakas magneettikenttä voi vahingoittaa insuliinipumpun moottoria, joka säännöstelee insuliinia. Moottorin rikkoutuminen voi johtaa insuliinin yliannostukseen ja verensokerin madaltumiseen. (Shellock 2010, viitattu 11.1.2020.)

Kipupumput

Implantoitavat infuusiopumput implantoidaan ihon, tyypillisesti vatsan ihon alle. Ne on yhdistetty implantoituun katetriin, jonka avulla kehoon toimitetaan nesteitä tai lääkkeitä. Infuusiopumppuja käytetään kroonisen kivun, lihaskouristusten ja monien muiden sairauksien tai tilojen hoitoon. (FDA 2017, viitattu 20.3.2020.)

Jotkut infuusiopumput reagoivat voimakkaan magneettikentän kanssa aiheuttaen turvallisuusriskin potilaalle. FDA (U.S Food and Drug Administration) on vastaanottanut raportteja vakavista magneettiympäristössä tapahtuneista infuusiopumppujen käyttöön liittyvistä tapahtumista, kuten vammoista ja kuolemista. Näissä raporteissa on kuvattu infuusiopumpun yli-

tai aliannostukseen liittyviä ongelmia ja muita laitteen mekaanisia ongelmia, kuten pumpun toimimattomuutta magneettitutkimuksen jälkeen. Vain implantoitavia infuusiopumppuja, joissa on merkintä MRI-ehdollinen, voidaan kuvata turvallisesti magneetilla ja silloinkin vain määritellyissä turvallisen käytön olosuhteissa. Erityiset olosuhteet, joita terveydenhuollon ammattilaisten ja potilaiden tulee noudattaa ennen magneettitutkimusta, tutkimuksen aikana ja sen jälkeen, vaihtelevat implantoitavan infuusiopumppujärjestelmän merkin ja mallin mukaan. Esimerkiksi jotkut infuusiopumput voidaan kuvata turvallisesti vain 1.5 T mutta ei 3 T laitteilla. Näitä ohjeita on noudatettava, jotta magneettitutkimus voidaan suorittaa turvallisesti. Ehtojen noudattamatta jättäminen voi johtaa vakaviin vammoihin tai jopa kuolemaan. (FDA 2017, viitattu 20.3.2020.)

Lääkelaastarit

Lääkelaastari on potilaan iholle asetettava laastari, joka sisältää jotain tiettyä valmistetta, kuten esimerkiksi kipulääkettä tai nikotiinivalmistetta. Lääkelaastarin kautta ainetta imeytyy verenkiertoon ihon läpi samalla nopeudella tietyn, määrätyn ajan. (Männistö 2017, 50–51.) Lääkelaastari koostuu eri kerroksista, joita ovat tukikerros, lääkeainekerros tai säiliö, liimakerros sekä suojaus- tai vapauttajakerros. Lääkelaastarit sisältävät usein alumiinia tai jotain muuta metallia, joten ne voivat magneettikuvauksen aikana aiheuttaa iholle palovammoja kuumenemisen myötä. (Kantorovich & Durugo 2016, viitattu 11.1.2020.) Lääkelaastari voi myös aiheuttaa yliannostuksen kuumentuessaan. (ISMRM 2017, viitattu 12.5.2020). Siksi on tärkeää, että lääkelastari otetaan pois tutkimuksen ajaksi, mutta potilas voi laittaa tutkimuksen jälkeen normaalisti uuden lääkelastarin.

2.2.3 Katetrit

Laskimoportit

Implantoitavat laskimoportit ovat katetreja, joita käytetään potilaille, jotka tarvitsevat pitkäaikaista laskimoyhteyttä. Laskimoportti on hyödyllinen potilaille, jotka tarvitsevat pitkäaikaista i.v.-lääkitystä tai kemoterapiaa, jotka vaativat usein verikokeita tai joille tavanomainen kanylointi ei onnistu. (Hancox & Jin 2020, viitattu 28.3.2020.) Potilaille, joilla on laskimoportti, on turvallista tehdä magneettitutkimus, kunhan noudatetaan porttien MRI-merkintätietoja ja erityisiä ohjeita. Tutkimuksen saa tehdä ainoastaan 1.5 T tai 3 T laitteilla ja koko kehon keskimääräinen SAR-arvo ei saa olla yli 2W/kg. Lisäksi kuvausaika saa olla korkeintaan 15 minuuttia pulssisekvenssiä

kohden. Magneetikuvauksen aikana ei ole koskaan ilmoitettu tapahtuneen portteihin liittyviä haittatapahtumia. Kuvaus on mahdollista suorittaa heti implantoinnin jälkeen. (Shellock 2019, viitattu 28.3.2020.)

Swan-Ganz-keuhkovaltimokatetrit

Swan-Ganz-katetrit ovat potilaan keuhkovaltimeen asetettavia katetreja, joita käytetään mm. keuhkovaltimopaineen, eteisen paineen ja sydämen iskutilavuuden mittaamiseen. Katetrin päässä on laajennettava pallo, jonka avulla keuhkovaltimon haara voidaan kiilata. (Johansson & Wiklund 2020, viitattu 30.3.2020.) Ne eivät sisällä ferromagneettisia osia, mutta voivat sisältää sähköä johtavaa materiaalia. Magneettitutkimus voi saada aikaan sähköä johtavassa materiaalissa jännitteitä ja virtauksia, jotka ovat riittäviä aiheuttamaan lämpövaurioita ja palovammoja viereiseen kudokseen. Swan-Ganz-katetrin on jopa raportoitu sulaneen potilaan iholle kuvauksen aikana. Katetrin sulamisen oletettiin johtuvan radiotaajuuskenttien aiheuttamasta kuparin kuumentumisesta katetrin sisällä. Tästä syystä potilaille, joilla on Swan-Ganz-keuhkovaltimokatetri, ei saa tehdä magneettitutkimusta. (Diagnostic imaging 2008, viitattu 30.3.2020.)

ARROW – epiduraalikatetrit

Epiduraalikatetri on selkärangan epiduraalitilaan vietävä taipuisa letku, jonka avulla potilaalle voidaan annostella kipulääkettä (Terveyskylä 2020, viitattu 7.5.2020). Monet epiduraalikatetrit sekä perifeeriset katetrit on poistettava magneettitutkimuksen ajaksi, koska ne sisältävät sähköä johtavan johdon, joka voi kuumentua magneettitutkimuksen aikana. Kuumentuminen johtuu radiotaajuuspulsseista. Lämpötilannousu on kuitenkin usein alhaisempaa 1.5 T kuin 3 T laitteilla ja useimmat katetrit ovat turvallisia kuvata 1.5 T laitteilla. Arrow-epiduraalikatetrien on kuitenkin todettu reagoivan magneettikentän kanssa, minkä takia ne on poistettava kuvauksen ajaksi. (Owens, Erturk, Ouanes, Murphy, Wu & Bottomley 2014, viitattu 18.3.2020.)

2.2.4 Proteesit ja implantit

Nivelproteesit

Metalliset implantit voivat liikkua tai kuumentua magneettikentän aiheuttaman vuorovaikutuksen takia. Potilaat, joille on asennettu modernit nivelimplantit, voidaan kuitenkin lähes aina kuvata magneetissa. Eniten tutkittuja ovat olka-, polvi- sekä lonkkaproteesit. Tiettyjen implanttien kanssa tulee kuitenkin edelleen olla varovaisia tai jopa luovuttava magneettitutkimuksesta. Implantteja kuvatessa onkin tärkeää varmistaa laitevalmistajan antamat suositukset tai selvittää implantin turvallisuus muuta kautta ennen kuvausta. (Mattila 2010.)

Metallista valmistetut implantit aiheuttavat kuitenkin helposti artefaktoja magneettikuviin, mikä on myös rajoittanut magneettitutkimusten tekemistä. Näitä artefaktoja on mahdollista vähentää huomattavasti muokkaamalla kuvauksessa käytettäviä parametrejä. (Cyteval & Bourdon 2012, 550.) Artefaktojen määrä riippuu ensisijaisesti implantin materiaalista. Artefaktat johtuvat siitä, että paramagneettiset materiaalit konsentroivat paikallisia magneettisia voimia ja lisäävät paikallista magneettikentän voimakkuutta. Magneettitutkimuksessa spinit ”koodautuvat” kuvassa väärään kohtaan, mikä saa aikaan kuvan vääristymisen metalliesineen ympäristössä tai jopa signaalin häviämisen kokonaan. Nivelimplanteja kuvatessa parametrien muokkaaminen on välttämätöntä, jotta saadaan aikaan riittävän diagnostisia kuvia. (Mattila 2010.)

Keinotekoiset sydänläpät

Keinotekoiset sydänläpät sisältävät metalleja, polymeerejä ja hiiltä. Metalleista titaani, alumiini, vanadiini sekä kromi-, koboltti-, nikkeli-, molybdeeni- ja volframiseokset ovat yleisimmin käytettyjä niiden biologisen yhteensopivuuden ja korkealaatuisen mekaanisen kestävyysvuoksi. 3 T ulkoisen magneettikentän muodostama voima on pienempi kuin lyövän sydämen, minkä takia magneettikuvauksen aiheuttama riski potilaalle, jolla on keinotekoinen sydänläppä, on mitätön. Sydänläpän liikkuvien osien siirtymiä ei ole raportoitu myöskään yli 1.5 T laitteilla. Sydänläpän lämpeneminen ei ole vaarana, koska tutkimuksen aikana jatkuva verenvirtaus sydämeen vie lämpöä kyseiseltä alueelta. Potilailla, joilla on keinotekoinen sydänläppä, ei ole todettu magneettikuvauksesta johtuvia sydämen haittavaikutuksia, kuten sydämen toiminnan heikkenemistä tai rytmihäiriöitä. (Baikoussis, Apostolakis, Papakonstantinou, Sarantitis & Dougenis 2011, 2006–2011.)

Keinotekoisia sydänläppiä on siis käytännössä turvallista kuvata 1.5 T laitteilla ja useimpia myös 3 T laitteilla. Joidenkin sydänläppien kohdalla turvallisuuden arviointi on vielä kesken. Potilaille ei ole koskaan raportoitu keinotekoisista sydänläpistä aiheutuneita haittoja magneettikuvauksen aikana. Lämpän turvallisuuden voi epäselvissä tilanteissa kuitenkin varmistaa valmistajan käyttöohjeista. (Karamitsos & Karvounis 2019, 38.) Keinotekoiset sydänläpät voivat aiheuttaa kuviin myös artefaktoja. Titaaniset ja kaksilehdykkäiset (bileaflet) läpät aiheuttavat enemmän artefaktoja kuin koboltti-kromiseoksiset ja yksilehdykkäiset (monoleaflet) läpät. (Karamitsos & Karvounis 2019, 39.)

Verisuoniproteesit, stentit, suntit

Stentillä tarkoitetaan metallista tukiverkkoa, jota käytetään suonien ahtaumakohdassa pitämään ahtautunut suoni auki. Se voi olla pelkkä metalliverkko tai lääkeainetta sisältävä lääkeestentti. (Syväne 2019, viitattu 7.5.2020.) Osa stenteistä on valmistettu seoksista, jotka sisältävät ruostumatonta terästä, kultaa tai hiiltä. Osa taas on valmistettu koboltista tai tantaalista. Kaikki muut paitsi kaksi ei-ferromagneettista stenttiä ovat heikosti ferromagneettisia. Magneettikentän voimat eivät kuitenkaan näytä saavan aikaan stentin siirtymistä. Radiotaajuuskenttä ei myöskään aiheuta stentin lämpenemistä. Kuvien vääristymiä voi syntyä vain lähellä proteesia. (Baikoussis, Apostolakis, Papakonstantinou, Sarantitis & Dougenis 2011, 2006–2011.)

Erilaisia proteeseja, kuten sepelvaltimoproteeseja, on yleisesti pidetty vasta-aiheena magneettikuvaukselle. Käytännössä kaikkien nykyaikaisten sepelvaltimoproteesien on kuitenkin todettu olevan turvallisia 1.5 T laitteilla ja valtaosalle myös 3 T laitteilla. Magneettitutkimuksessa näihin proteeseihin kohdistuvat voimat ovat pienemmät kuin gravitaation tai lyövän sydämen ja siitä johtuvan sykkivän verenvirtauksen aiheuttamat voimat. Magneettitutkimus voidaan tarvittaessa suorittaa turvallisesti jopa 24 tuntia implantaation jälkeen. Proteesin turvallisuuden voi varmistaa valmistajan käyttöohjeista. Käyttöohjeista tulee löytyä asiaankuuluvat MRI-merkintätiedot, jotka osoittavat onko proteesi tai stentti turvallinen ja olosuhteet, joissa sitä on turvallista käyttää. (Karamitsos & Karvounis 2019, 38–39.)

Suntilla tarkoitetaan ohutta silikonista letkua, jonka tarkoituksena on siirtää nestettä kehonosasta toiseen. Yleensä suntti laitetaan ihon alle kulkemaan aivokammioista vatsaonteloon, mutta se voi kulkea myös laskimoverenkiertoon. Suntin avulla aivo-selkäydinneste saadaan kulkeutumaan

pois aivoista, jos se ei imeydy normaalilla tavalla. Suntissa on välikappaleena läppälaite, jonka tarkoituksena on tasoittaa nesteen virtausta ja painetta avaamalla ja sulkemalla läppää. Läppälaitteita on useita erilaisia, mutta toimintaperiaate on kuitenkin lähes kaikissa sama. Tavallisimpia läppiä ovat keskipaineläpät, joissa on määritelty avautumispaine läpän aukeamiselle, mutta yleistymässä on ihon läpi magneetilla säädettävien läppien käyttö. (Karppinen 2012, 1691–1698.) Nykyään läpissä käytetään ferromagneettisia materiaaleja, jotka voivat vuorovaikuttaa magneettikentän kanssa. Tämä mahdollistaa sen, että läppä voi vaurioitua magneettikentässä. Läppä voi magneettikentän vaikutuksesta muuttaa toimintaansa tai siirtyä. Läppä voi myös aiheuttaa muodostuviin kuviin artefaktoja, jotka voivat peittää tärkeää informaatiota. (Moghtader, Crawack, Miethke, Dörlemann & Shellock 2017, 8–14.) Siksi on tärkeää selvittää läpän materiaali ja toimintatapa, sillä osa niistä on kuitenkin magneettiyhteensopivia.

Rinnan laajenninproteesit

Rinnan laajenninproteesit on merkitty MRI-vaarallisiksi, koska useimmissa rintakudoksen laajenninproteeseissa on ferromagneettinen portti. Teoreettiset riskit yhdistettynä rintaimplanttilaitteiden valmistajien lausuntoihin ovat johtaneet laajalti vallitsevaan käsitykseen siitä, että rintakudoksen laajenninproteesit eivät ole yhteensopivia magneetin kanssa. Uusien tutkimusten mukaan magneettitutkimus voidaan kuitenkin suorittaa turvallisesti myös näille potilaille. Tutkimuksen tulokset osoittivat myös, että magneettinen vuorovaikutus on vahvempi suuremmilla magneettikentän voimakkuuksilla eli suurempi 3 T kuin 1.5 T laitteella, joten potilas olisi mahdollisuuksien mukaan parempi kuvata 1.5 T laitteella. (Marano, Henderson, Prince, Dashnaw & Rohde 2017, 1702–1706.) Tarvittaessa magneettikuvaus voidaan siis suorittaa potilaalle, jolla on rinnan laajenninproteesi turvallisesti ja niin, että tutkimuksen diagnostinen arvo säilyy. Potilaan riittävät tiedot ja valmistelut ovat kuitenkin välttämättömiä ennen tutkimuksen suorittamista. (Fausto, Bernini, Giacomo, Schivartche, Marcasciano, Casella, Volterrani & Mazzei 2018, 1282–1285.)

Sisäkorvaistutteen

Sisäkorvaistute on implantti, joka voidaan asentaa potilaille, jotka kärsivät vakavasta tai perusteellisesta kuulonmenetyksestä (Srinivasan, So, Amin, Jaikaransingh, Arco & Nash 2019, 972). Se muodostuu kallon sisäisestä vastaanottimesta ja stimulaattorista sekä ulkoisesta

antennista ja puheprosessorista. Transkutaaninen magneetti yhdistää sisäisen vastaanottimen ja ulkoisen antennin toisiinsa. Sisäkorvaistutteen komponentit ovat magneettisia, mutta ei-ferromagneettisia. (Bawazeer, Vuong, Riehm, Veillon & Charpiot 2019, 22.)

Aikaisemmin sisäkorvaistute oli magneettitutkimuksen kontraindikaatio, mutta nykyään suurin osa niistä on magneettiyhteensopivia jopa 3 T kuvauslaitteiden kanssa. Se ei silti tee niistä täysin turvallisia edes valmistajan ohjeita noudatettaessa, sillä myös magneettiyhteensopivien sisäkorvaistutteen kanssa on raportoitu haitallisia tilanteita. Yleisimpiä haittavaikutuksia ovat olleet sisäkorvaistutteen sisältämän magneetin siirtyminen ja kipu. Myös sisäkorvaistutteen magneetin napaisuuden kääntymistä ja demagnetoitumista eli laitteen muuttumista ei-magneettiseksi on tapahtunut. Ongelmia aiheuttavat lisäksi laitteesta aiheutuvat artefaktat. (Bawazeer, Vuong, Riehm, Veillon & Charpiot 2019, 23–24.)

Implantin saa kuvata ainoastaan, jos valmistaja on antanut siihen luvan ja implantoinnin ja kuvauksen välillä tulisi olla vähintään 6 kk väliä. Ennen tutkimuksen tekemistä on tärkeää informoida potilasta mahdollisesta epämiellyttävästä tunteesta tai kivusta sekä muista mahdollisista komplikaatioista. Implantin ulkoinen osa tulee poistaa ja sen lisäksi potilaalle olisi suositeltavaa käyttää puristussidettä pään ympärille. (Bawazeer, Vuong, Riehm, Veillon & Charpiot 2019, 23.)

Välikorvaproteesit

Välikorvaproteesi on elektroninen laite, joka muuntaa äänen energian mekaaniseksi värähtelyiksi, jotka stimuloivat suoraan välikorvan rakennetta. Se koostuu ulkoisesta ääniprosessorista, joka vastaanottaa ja lähettää signaalin värähtelevään proteesiin, joka on upotettu ihonalaisesti ohimoluun päälle. Tärisevä proteesi lähettää signaalin välikorvan muuntimeen, joka on kiinnitetty korvan alasimeen tai pyöreään ikkunaan aiheuttaen näiden rakenteiden värähtelyn ja vahvistaa akustista sisääntuloa simpukkaan. Välikorvaproteesia käytetään potilailla, joilla on kohtalainen tai vaikea kuulonheikentyminen ja joille perinteiset kuulolaitteet eivät jostain syystä sovellu. (Patel, Halpern, Shepherd & Timpone 2017, 175–183.)

Välikorvaproteeseista löytyy MRI-vaarallisia ja MRI-ehdollisia laitteita. Tiettyjä MRI-ehdollisia laitteita voidaan kuvata 1.5T laitteella, kunhan ääniprosessori poistetaan ennen kuin potilas tulee kuvaushuoneeseen. MRI-vaarallisia laitteita taas ei saa kuvata ollenkaan magneetilla. (Patel,

Halpern, Shepherd & Timpone 2017, 175–183.) Ennen tutkimusta on siis tärkeää selvittää laitteen malli ja sen soveltuvuus magneettitutkimukseen.

Neurostimulaatioimplantit

Neurostimulaattorit koostuvat pulssigeneraattorista, johdinkaapeleista, elektrodeista ja potilasohjaimesta. Neurostimulaattorin tehtävä on lähettää hermojärjestelmään impulsseja, jotka kulkeutuvat haluttuun kohteeseen. Stimulaattorin avulla voidaan hoitaa hermostoon liittyviä sairauksia. (Thornton 2017, 232–241.) Stimulaattoreita on useita eri malleja, joista jotkut soveltuvat magneettikuvantamiseen ja jotkut eivät. Esimerkiksi Boston Scientific-yritys tuottaa eri implanttimalleja, joista Precision Novi ei sovellu laisinkaan magneettikuvantamiseen, Precision Spectra soveltuu ainoastaan pään kuvantamiseen ja Precision Montage kaikkeen magneettikuvantamiseen. Ainoastaan kahdella viimeisellä mallilla magneettikuvauksia voidaan suorittaa turvallisesti 1.5T laitteilla, mutta implantin ulkoisia osia ei voi viedä magneettiympäristöön. Soveltumaton implantti voi magneettiympäristössä aiheuttaa kudonvaurioita, komponenttien liikkumista ja neurostimulaattorin kuumentumista. (Boston Scientific 2015; 2016; 2018, viitattu 19.1.2020.)

2.2.5 Metalliset vierasesineet

Metallinsirut

Metallisia vierasesineitä pidetään magneettitutkimuksen kontraindikaatioina, koska magneettinen voima voi aiheuttaa metallisen vieraan kappaleen liikkumisen aiheuttaen vakavia vaurioita ympäröiville kudoksille. Silmänsisäisten metallinsirujen magneettinen herkkyys ja siitä johtuvat kudonvauriot tekevät niistä magneettitutkimusten kontraindikaation. Raudan hajoaminen silmässä voi aiheuttaa patologisia muutoksia, kuten verkkokalvon tulehduksia ja surkastumista. (Platt, Wajda, Ingram, Wei & Ells 2017, 76–78.)

Silmänsisäisiä metallinsiruja voi löytyä mm. henkilöiltä, jotka ovat tehneet metallityötä tai joilla on aikaisempi metallista johtuva silmätrauma. Tutkimukset, jotka on suoritettu 1.5 T voimakkuudella ovat osoittaneet metallinsirun liikkuneen magneettikentän vaikutuksesta. Jotta silmävaurioita tapahtuu, metallinsirun on oltava ferromagneettista, yleensä nikkeliä, rautaa tai kobolttia. Myös esineen muoto vaikuttaa loukkaantumisiin: terävän esineen odotetaan aiheuttavan enemmän

vaurioita kuin pyöreän esineen. Asteella, jolla esine on kiinni ympäröivässä kudoksessa, uskotaan myös olevan vaikutusta. Aiheuttaakseen vahinkoa sirun on kohdattava riittävä voima ja kiertoliike, mihin vaikuttavat magneettikentän voimakkuus ja esineen suunta magneettikentän sisällä. Voima on suurin magneettiputken reunalla, minkä takia esineellä on suuri liikkumisriski potilaan tullessa magneettiin, poistuessa sieltä ja skannauksen aikana sirun ollessa lähimpänä putken reunaa. Potilailta, joille on tapahtunut aiemmin ferromagneettiseen esineeseen liittyvä silmätrauma, on tärkeää kysyä tarkasti, onko siru saatu poistettua. Lisäksi ennen magneettitutkimusta on suositeltavaa tehdä selvitys esineestä joko tavallisella röntgentutkimuksella tai tarkastelemalla aiempia CT- tai MRI-kuvia. Vaikka potilas kertoisi sirun olevan poistettu, on ilman tutkimuksia vaikea tietää, onko kaikki saatu varmasti poistettua. (Lawrence, Lipman, Gupta & Nacey 2015, 358–360.)

Haulit, luodit

Haulit ja luodit aiheuttavat riskin magneettikuvauksessa, koska magneettikenttä voi aiheuttaa magneettisten ammusten siirtymisen. Ammuksen siirtyminen voi aiheuttaa ympäröivien kudosten vaurioitumisen. Kuvanlaatu ja artefaktojen laajuus riippuu käytetyn ammuksen koostumuksesta. Ferromagneettiset ammukset, jotka sijaitsevat lähellä elintärkeitä anatomisia rakenteita, ovat kontraindikaatio magneettikuvaukselle, koska ne voivat liikkua magneettikentän vaikutuksesta. Ei-ferromagneettiset ammukset eivät kuitenkaan aiheuta tätä riskiä. Ammuksen tyyppi on siis tärkeää selvittää, jotta tiedetään, voidaanko kuvaus suorittaa. Magneettikuvausta ei tule suorittaa, jos ammus sijaitsee aivokudoksessa. Kuvaus voidaan tehdä, jos ammus on tiukasti kudoksessa, esimerkiksi kiinni luussa tai kapseloituneena. Haulit ja luodit eivät siis ole suora este magneettikuvaukselle, mutta ammuksen tyyppi ja sitä kautta koostumus tulee tietää. Kuvaus tulee suorittaa aina tapauskohtaisesti ja harkintaa käyttäen. Erittäin ferromagneettisten ammusten on huomattu aiheuttavan merkittäviä artefaktoja ja siirtymän riskin, joka voi olla tappava ammuksen sijaitessa lähellä elintärkeitä anatomisia rakenteita. Ei-ferromagneettiset ammukset voidaan kuvata hyvällä kuvanlaadulla potilaan vahingoittumatta. (Hackenbroch, Wafa, Klinger & Mauer 2019, 143–149.)

Leikkausklipsit, koilit

Metallisia leikkausklipsejä käytetään laajasti erilaisissa toimenpiteissä, mm. haavojen sulkemisessa, suolen anastomooseissa ja verisuoniston hemostaasissa. Altistuessaan

magneettikentälle ferromagneettisesta materiaalista valmistetut klipsit voivat kuumentua tai liikkua aiheuttaen paikallisia kudonvaurioita. Tämä voi aiheuttaa esimerkiksi suoliston anastomoosin hajoamisen tai verisuoniklipsin muuttumisen epävarmaksi aiheuttaen verenvuotoriskin. On olemassa MRI-turvallisia, ehdollisia ja vaarallisia leikkausklipsejä. Klipsin yhteensopivuus magneetikuvaukselle tulee siis aina tarkistaa. (Silva, Bampoe & Scott 2015, viitattu 19.3.2020.)

Aneurysmaklipsejä käytetään estämään tai lopettamaan aneurysman verenvuoto. Metallisen aneurysmaklipsin läsnäolo aiheuttaa kuitenkin kuviin artefaktoja. Myös MRI-yhteensopivat klipsit voivat aiheuttaa kuviin artefaktoja. Artefaktoja voidaan vähentää käyttämällä spesifisiä sekvenssejä, mutta nekään eivät poista artefaktoja kokonaan. Titaanista valmistetut klipsit ovat MRI-yhteensopivia. Koska titaanin herkkyys on paljon pienempi kuin muiden ihmisten implantteihin käytettävien materiaalien, kuten ruostumattoman teräksen tai koboltti-kromin, titaanin käyttö aneurysmaklipseissa olisi suositettavaa. Lisäetuna titaani minimoi gradienttien aiheuttamat artefaktat. (Gruwel, Latta, Wojna-Pelczar, Wolfsberger & Tomanek 2018, 398–402.)

Tukilevyt, ruuvit

Potilaat, joilla on kanyloituja ruuveja, voidaan kuvata 1.5 T ja 3 T laitteilla turvallisesti, kunhan noudatetaan tiettyjä ehtoja turvallisuuden varmistamiseksi (Thompson, Fowler, Culo & Sherlock 2020, 219–224). Potilaat, joilla on muita uusimpia ortopedisissä leikkauksissa käytettäviä ruuveja ja levyjä, voidaan kuvata 1.5 T magneettikuvauslaitteilla. Titaanista ja ruostumattomasta teräksestä valmistetut materiaalit (ruuvit ja levyt) aiheuttavat vain heikon voiman ja hyvin pientä lämpenemistä 1.5 T laitteilla, joten ne eivät aiheuta vaaraa tai riskiä potilaalle. Titaaniseosimplanttien on todettu taipuvan magneetin voimasta vielä huomattavasti vähemmän kuin ruostumattomasta teräksestä valmistettujen implanttien. Titaaniseosimplantit myös lämpenevät vähemmän kuin ruostumattomasta teräksestä valmistetut. Vaikka levyt ja ruuvit onkin turvallista kuvata, niin ne täytyy kuitenkin ottaa huomioon metallin aiheuttamien suhteellisen suurten artefaktojen vuoksi, etenkin jos mielenkiinnonalue on implanttien vieressä. (Zou, Chu, Wang & Hu 2015, 450–456.) Myös muut ortopediset metalliset välineet ovat usein turvallista kuvata magneetissa, koska ne eivät yleensä sisällä ferromagneettisia ominaisuuksia ja ne on kiinnitetty paikoilleen (Bagheri, Hosseini, Emami & Foroughi 2020, 584–590).

Ehkäisykierukat, sterilisaatioklipsit

Ehkäisykierukka on kohtuonteloon paikallisesti asetettu ehkäisy menetelmä. Ehkäisykierukoita on kahdenlaisia: hormonaalisia ja metallisia, joista jälkimmäinen on yleensä valmistettu kuparista tai ruostumattomasta teräksestä. Hormonikierukat ovat MRI-turvallisia, sillä niitä ei ole valmistettu metallisista tai magneettisista materiaaleista. Magneettikentän ei ole myöskään todettu aiheuttavan merkittävää liikettä tai lämpenemistä useimmille metallisille ehkäisykierukoille. Kuparista, kullasta ja hopeasta valmistettuja ehkäisykierukoita voidaankin pitää kliinisesti turvallisina. Kuitenkin esimerkiksi kiinalaisen ruostumattomasta teräksestä valmistetun ehkäisykierukan on todettu liikkuvan huomattavasti magneettikentän vaikutuksesta, joten sitä voidaan pitää MRI-vaarallisena. (Bussmann, Luechinger, Froehlich, von Weymarn, Reischauer, Koh & Gutzeit 2018, 301–304.)

Sterilisaatioklipsit ovat naisen munanjohtimiin asennettavat metalliset klipsit (Terveyskirjasto 2019, viitattu 28.3.2020). Suurin osa sterilisaatioklipseistä on valmistettu materiaaleista, jotka eivät aiheuta ongelmia magneettikuvauksen aikana. Ne eivät siis yleensä ole este magneettikuvaukselle. (Saunavaara & Saunavaara 2018, 636–637.)

2.2.6 Kosmetiikka

Tatuoinnit

Tatuoinnilla tarkoitetaan iholle painettua pysyvää kuviota tai merkintää, joka on injektoitu ihon pinnan alle sille tarkoitetulla laitteella. Tatuointien on todettu aiheuttaneen lieviä palovammoja magneettitutkimuksen aikana. Nämä palovammat johtuvat tatuoinneissa usein käytetyistä metalli- ja rautapitoisista pigmenteistä. Tummien pigmenttien pitoisuuden tatuointimusteessa on havaittu liittyvän palovammoihin. Ihoon upotettujen kemikaalien hapettuminen voi aiheuttaa reaktion, joka aiheuttaa lämmöntunnetta tai lievää polttelua. Solunsisäisen nesteen lämpötilan nousu voi aiheuttaa turvotusta ja polttelua, joka voi kestää jopa 48 tuntia. Potilaalle onkin hyvä kertoa ennen tutkimusta mahdollisista komplikaatioista, joita tatuoinnit voivat aiheuttaa. Lisäksi potilasta on pyydettävä kertomaan mahdollisista tatuointiin liittyvistä tuntemuksista tutkimuksen aikana. Lieviä ohimeneviä komplikaatioita, kuten ihon polttelua tai pistelyä voidaan hoitaa kylmäpakkauksilla. (Durkin 2012, 20–25.)

Erityisesti isojen (yli 30 cm) tai herkällä alueella olevien tatuointien kohdalla tulisi olla varovaisia. Tatuointi toimii ikään kuin antennina magneetin lähettämälle RF pulssille ja riski kasvaa tatuoinnin koon kasvaessa. (Wang & Hindman 2018, e101-e102.)

Kestopigmentoinnit

Kestopigmentointi on tekniikka, jolla ikään kuin tatuoidaan kasvojen iholle meikkiä. Kestopigmentointia tehdään esimerkiksi kulmakarvoihin, silmän rajauksiin ja huuliin. Sen tekniikka on samantapainen kuin tatuotaessa, eli ihon alle laitetaan väripigmenttiä. Väriä ei kuitenkaan laiteta niin syväälle kuin tatuotaessa, jonka takia kestopigmentoinnit eivät ole niin pysyviä kuin tatuoinnit. Magneettikuvauksessa kestopigmentointi voi aiheuttaa pieniä palovammoja ja vääristää kuvia. Jos potilaalla on silmien alueella pigmentointia, kannattaa silmät suojata kuvauksen ajaksi. (Durkin 2012, 20–25.) On myös mahdollista, että kuvauksen aikana pigmentoitu iho voi alkaa turpoamaan (National Health Service 2019, viitattu 9.1.2020).

Korut ja lävistyks

Paikalleen jätetyt korut voivat aiheuttaa magneettikuviin häiriötä, artefaktoja tai vääristymiä. Pahimmassa tapauksessa ne voivat jopa aiheuttaa vammoja potilaalle. Erityisesti kuvattavalla alueella olevat korut aiheuttavat häiriötä. Korujen poistaminen ennen magneettitutkimuksen tekemistä on suositeltavaa komplikaatioiden estämiseksi. (Durkin 2012, 20–25.)

Meikit

Erilaiset meikit voivat haitata magneettitutkimuksen suorittamista. Syntyvät artefaktat haittaavat kuvien lausumista, jos meikkiä on sillä alueella, jossa kiinnostuksen kohde sijaitsee. Artefaktat johtuvat meikkien sisältämästä rautaoksidista, raskasmetallihiukkasista tai muista metallipohjaisista ainesosista. Esimerkiksi meikeissä oleva glitter voi olla valmistettu joko artefaktoja aiheuttavista pienistä metallipalasisista tai ei-metallisista materiaaleista. Artefaktojen estämiseksi potilasta olisi tärkeä informoida esimerkiksi neuvomalla poistamaan meikit huolellisesti ennen magneettitutkimukseen tuleamista. Vaihtoehtoisesti osastolla olisi hyvä olla tarvittavat meikinpuhdistusvälineet. Artefaktojen lisäksi metallipohjaiset meikit voivat aiheuttaa potilaalle myös magneetista johtuvan kuumenemisen aiheuttamia ongelmia. (Escher & Shellock 2012, 778–781.)

Magneettiripset

Magneettiripset ovat tulleet suosioon viime vuosien aikana. Magneettiripsien kiinnitykseen ei tarvita liimaa, vaan niiden tyvessä on pienet magneetin palat, jotka yhdistyvät vastakappaleeseen tai magneettiseen silmänrajausaineeseen. Vuonna 2019 tehdyssä amerikkalaisessa tutkimuksessa selvitettiin fantomin avulla, miten magneettiripset käyttäytyvät 3 Teslan magneettikentässä ja mitä ne voivat aiheuttaa (Walter 2019, viitattu 9.1.2020). Magneettiripsistä tuli kuviin isommat artefaktat kuin aneurysmaklipseistä ja toinen fantomissa ollut ripsipari oli irronnut niitä kiinnittelevästä langasta kuvauksen aikana (Slonimsky & Mamourian 2019, 983–985).

2.2.7 Sairaudet

Munuaisten vajaatoiminta

Munuaisten yhtenä suurimpana tehtävänä on poistaa elimistön kuona-aineita. Munuaisiin virtaa verta koko elimistöstä, josta ne suodattavat kuona-aineet ja erittävät lisäksi virtsaa, jonka kautta kuona-aineet poistuvat. Munuaiset tuottavat myös eri hormoneja, joita tarvitaan elimistön punasolujen tuottamiseen, hemoglobiiniarvon ylläpitoon ja verenpaineen säätelyyn. Munuaisten toiminnan heiketessä, kuona-aineiden suodatus heikkenee, eivätkä ne pääse elimistöstä pois. (Potilaan lääkärilehti 2015, viitattu 19.1.2020.) Koska magneettikuvauksessa käytettävä tehosteaine poistuu munuaisten kautta, vajaatoiminta on yksi kontraindikaatioista tehosteainetta käytettäessä. Kun tehosteaine ei pääse poistumaan elimistöstä, se kertyy ja jää elimistöön ja voi mahdollisesti aiheuttaa harvinaisen munuaisperäisen systeemisen fibroosin (NSF). (Parviainen, Ovissi & Helanterä 2018, 613–620.)

Korkea kuume

Magneettitutkimuksessa SAR-arvot eli ominaisabsorbtionopeudet määritetään potilaan koko keholle tai tietylle kehon osalle keskiarvona. Magneettilaite rajoittaa lämpötilan nousua säätämällä SAR-arvoa. SAR-arvo kertoo kudokseen absorboituneen RF-energian lämpövaikutuksen, joka on riippuvainen esimerkiksi potilaan ruumiinlämmöstä, verenkierrosta ja potilaan massasta. Kuumeisen potilaan tulee välttää magneettitutkimusta, sillä radiotaajuiset kentät nostattavat kehon lämpötilaa entisestään. Kuumeisella potilaalla lämmönsäätelykyky on

heikentynyt, joten potilas on erityisen altis RF-kenttien altistamalle lämpövaikutukselle. (Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency 2014, viitattu 6.5.2020.)

Kivuliaisuus

Asettelulla on suuri merkitys magneettikuvauksessa. Potilasta aseteltaessa varmistetaan, että potilaan asento on mukava ja siinä pystyisi olemaan liikkumatta. Liikkumattomuus on diagnostisten kuvien saamiseksi välttämätöntä. Mikäli potilas on kovin kivulias, voi liikkeestä aiheutua liikeartefaktia kuviin, jolloin ei saada tarpeeksi diagnostisia kuvia. (Smith & Nayak 2010, 446.)

2.2.8 Raskaus

Magneettitutkimusten ei ole todettu aiheuttavan haittaa sikiölle, joten raskautta ei voida pitää varsinaisena kontraindikaationa magneettitutkimuksen tekemiselle, mutta se tulee ottaa huomioon tutkimusta suunniteltaessa. Magneettitutkimuksia tehdään myös raskaana oleville henkilöille ja sen on todettu olevan turvallista sikiölle etenkin raskauden toisella ja kolmannella kolmanneksella. Raskauden ensimmäisellä kolmanneksella tehtävät magneettitutkimukset ovat kuitenkin herättäneet huolta herkkien kudosten kuumenemisen ja äänekkään ympäristön vuoksi. Tutkimukset eivät silti ole todenneet ensimmäisellä kolmanneksella tehtyjen tutkimuksien aiheuttaneen suurempaa riskiä enneaikaiseen synnytykseen, vastasyntyneen kuolemaan, kuulon heikkenemiseen tai muihin poikkeavuuksiin. (Ray, Vermeulen & Bharatha 2016, viitattu 7.1.2020.) STUK ei kuitenkaan suosittele tutkimuksen tekemistä raskauden ensimmäisen kolmanneksen aikana, kuin vain välttämättömissä tilanteissa (STUK, viitattu 22.10.2020).

Niin kuin muidenkin potilaiden kohdalla, raskaana oleva potilas tulee kuvata ainoastaan, jos tutkimuksen hyödyt ovat suuremmat kuin riskit. Lisäksi tulee kiinnittää huomiota tutkimuksen keston ja SAR-arvoihin. (Bulas & Egloff 2013, 301–303.) Koska kudosen energian laskeuma kasvaa usein kentänvoimakkuuden kasvaessa ja 1.5 T tuotetut kuvat ovat monessa tapauksessa riittäviä, tulisi sitä voimakkaampien laitteiden käyttöä raskaana oleville potilaille välttää (Ray, Vermeulen & Bharatha 2016, viitattu 7.1.2020).

Tehosteaine gadoliniumin käyttöä raskaana oleville potilaille ei suositella. Raskauden ensimmäisellä kolmanneksella sitä ei suositella mahdollisen teratogeneesin eli epämuodostumien

syntymisen vuoksi. Toisella ja kolmannella kolmanneksella gadolinium voi kulkea istukan läpi, josta se voi erittyä sikiön munuaisten kautta lapsiveteen, jolloin sikiö kierrättää sen uudestaan. Gadoliniumin käyttöön missä vain raskauden vaiheessa liittyy riski suuren määrän reumatologisia, tulehduksellisia tai infiltratiivisia iho-ongelmia sekä riski vastasyntyneen kuolemaan. On myös mahdollisesti muita harvinaisempia haittavaikutuksia, joita nykyisillä tutkimuksilla ei ole pystytty havaitsemaan. (Ray, Vermeulen & Bharatha 2016, viitattu 7.1.2020.)

2.2.9 Muut

Häiritsevä ahtaanpaikankammo

Klaustrofobiassa eli ahtaanpaikankammossa ihmisellä on ahdistunut tunne siitä, että hän jää loukkuun ahtaaseen tilaan tai hän tuntee tukehtuvansa. Ahtaanpaikankammoisia potilaita tulee magneettitutkimuksissa usein vastaan. Hoitohenkilökunta on ohjeistettu tällaisia potilaita varten. Ahdistuneisuus magneettikuvausta kohtaan voi johtaa siihen, että potilas ei tule kuvauksiin ja diagnoosi jää mahdollisesti saamatta. (Munn, Moola, Lisy, Riitano & Murphy 2015, 59–63.)

Potilas saa käydä katsomassa laitetta etukäteen sekä kokeilla kuvausasettoa ennen kuvausta. Usein potilaille annetaan myös esilääkitys, mikäli hänellä on ahtaanpaikankammo. Tähän tarvitaan kuitenkin lääkäriltä lupa sekä mielellään tieto jo lähetteessä siitä, tarvitseeko esilääkitystä kuvaukseen. Lääkäri arvioi annetaanko lääkettä ja kuinka paljon, tähän vaikuttavat potilaan muut lääkitykset sekä ikä ja koko. Mikäli potilaalle annetaan esilääkitys, tulee hänellä olla saattaja mukana. Tästä tiedotetaan potilaalle jo ennen esilääkkeen antoa. Potilaan tulee lisäksi olla paikalla 30 minuuttia ennen omaa kuvausaikaa, sillä esilääkityksen pitää antaa hetken aikaa vaikuttaa. (HUS 2018, viitattu 31.3.2020.) Erittäin vaikeassa ahtaanpaikankammossa, jossa esilääkitys ei auta, on harkittava kuvantamista anestesiassa. Lähettävä lääkäri arvioi tutkimuksen tarpeellisuuden sekä radiologi konsultoi muista mahdollisista vaihtoehtoisista kuvantamismenetelmistä. (VSKK 2018, viitattu 31.3.2020.)

Sekavuus, levottomuus, pakkoliikkeet

Magneettikuvauksessa voi ilmetä erilaisia artefaktoja johtuen eri syistä, joita kaikkia ei tiedetä. Potilaan liikkuminen kuvauksen aikana on yksi artefaktojen aiheuttajista. (Smith & Nayak 2010, 446.) Liikeartefaktat näkyvät muodostuvissa kuvissa koko kuva-alueessa ja ne huomataankin

usein vasta otetun kuvasarjan jälkeen (Murphy & Gaillard 2020, viitattu 5.5.2020). Tämä aiheuttaa sen, että koko kuvasarja joudutaan ottamaan uudelleen. Potilaan mahdollinen sekavuus, levottomuus tai pakkoliikkeet voivat vaikuttaa tutkimuksen toteutumiseen, joten avuksi voidaan apuvälineiden lisäksi käyttää rauhoittavaa lääkitystä, sedaatiota (kevytnukutus) tai jopa nukutusta. Rauhoittavien lääkkeiden ja nukutuksen tarkoituksena on turvata potilaan vointi, vähentää kipuja ja mahdollistaa kuvien onnistuminen. (Reddy, White & Wilson 2012, 140–144.)

Obesiteetti

Lähetteessä on hyvä olla mainittuna potilaan paino sekä pituus. Magneettilaitteissa on tarkat painorajat, mutta siitä huolimatta potilas ei välttämättä mahdu putkeen, vaikka olisi alle painorajan. Obeesi potilas voi tulla etukäteen kokeilemaan mahtuuko laitteeseen, mutta se pitää sopia kuvantamisyksikön kanssa. (VSKK 2018, viitattu 31.3.2020.)

Urheiluvaatteet, joissa metallikuitua

Metallikuidut vaatteissa voivat aiheuttaa potilaalle palovamman. Metallikuituja valmistetaan kullasta, kuparista, hopeasta sekä metalliseoksista. Metallikuidut ovat metallista valmistettuja ohuita lankoja tai metallilevystä leikattuja liuskoja. Metallilankoja käytetään usein teknisissä vaatteissa sekä lämpösäteilyltä suojaavissa ja lämpöä heijastavissa vaatteissa. (Suomen tekstiili & muoti 2020, viitattu 10.4.2020.) Japanissa potilas sai palovammat jalkoihinsa urheiluhousuista. Housut eivät reagoineet magneettitikkiin ennen kuvausta ja hoitajat olivat varmistaneet, ettei potilaassa ole metallia. Housujen materiaaliluettelossa ei myöskään ollut mainintaa metallikuiduista. Valmistajan mukaan housujen pystyraidoissa oli käytetty ohuita metallikuituja. (Hiroyuki, Azusa & Yoshito 2019, 1348–1350.)

3 PROJEKTIN PROSESSI

3.1 Projektin tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyölle valittiin välittömät tavoitteet ja pitkänajan tavoitteet eli kehitystavoitteet, jotka kertovat mitä muutosta projektin avulla tavoitellaan. Välittömiksi tavoitteiksi asetettiin tavoitteita, jotka kertovat mitä halutaan saavuttaa heti projektin valmistuttua. Kehitystavoitteet kuvaavat muutosta, joka tapahtuu vasta pidemmällä aikavälillä. (Silfverberg 2007, 40.) Lyhyen aikavälin tavoitteemme kertoo opiskelijoiden oppimateriaalista välittömästi saaman hyödyn. Kehitystavoitteemme kuvaa sitä muutosta, jonka toivomme tapahtuvan tulevaisuuden röntgenhoitajien osaamisessa.

Projektin tarkoituksena oli tuottaa Oulun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opiskelijoille opiskelumateriaalia magneettitutkimusten kontraindikaatioista. Välittömänä tavoitteena oli luoda materiaalia, jota opiskelijat voivat hyödyntää opintojen ja työharjoittelun aikana. Pitkän aikavälin tavoitteena on lisätä ja syventää tulevien röntgenhoitajien tietoutta magneettitutkimusten kontraindikaatioista.

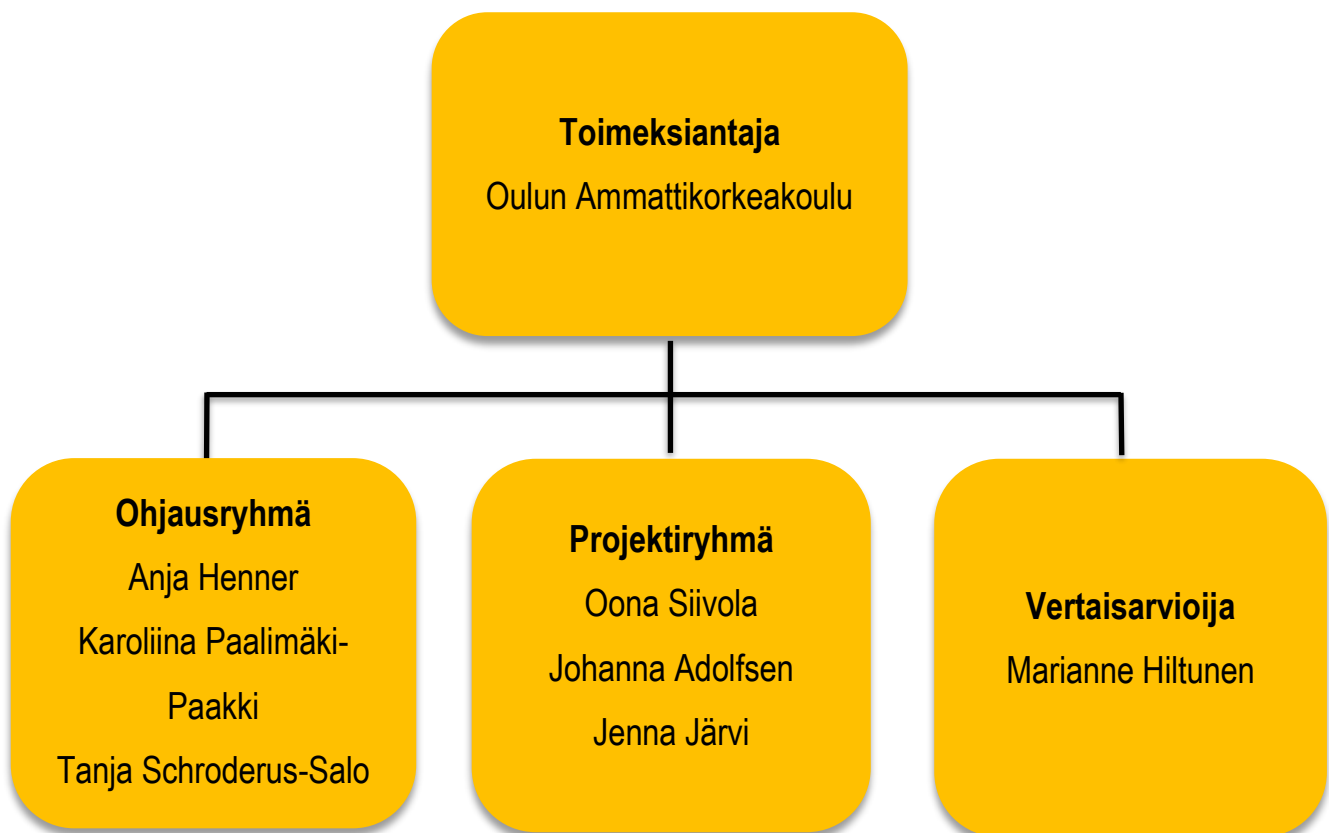
Laatutavoitteena oli tuottaa opiskelijoille mahdollisimman laadukas verkkosivusto nykyisistä magneettikuvantamisen kontraindikaatioista. Opinnäytetyötä tehdessä ja arvioidessa kiinnitimme huomiota valmiin tuotteen sisältöön, ulkoasuun, kieleen ja sen toimivuuteen. Sisällön tuli olla ajankohtaista, laadukasta, luotettavaa ja oikein rajattua. Ulkoasun oli oltava selkeä havainnollistava ja innostava. Kielessä panostimme selkeyteen, kielioppiin ja ymmärrettävyyteen. Toimivuutta arvioitaessa otimme huomioon tuotoksen hyödyllisyyden. Näistä laatutavoitteista laadimme taulukon (Taulukko 3.), jota hyödynämme palautekyselyssä sekä loppuraportoinnissa.

Omana välittömänä oppimistavoitteenamme oli lisätä sekä syventää omaa tietouttamme magneettikuvantamisen kontraindikaatioista. Tiedämme mitä kontraindikaatioita on olemassa ja osaamme perustella, miksi kyseiset asiat voivat estää magneettitutkimuksen suorittamisen. Lisäksi tavoitteena oli oppia lisää projektityöskentelystä ja tuotteen tekemisestä. Pitkän aikavälin tavoitteena on, että voimme hyödyntää osaamistamme tulevaisuudessa työelämässä magneetissa työskennellessä.

Projektin päättymisen jälkeen tuloksia voidaan hyödyntää työelämässä magneetissa työskennellessä. Laaja ja syvällinen tietämys kontraindikaatioista edistää potilasturvallisuutta ja tietoutta on mahdollista jakaa myös muiden työntekijöiden kesken. Kokemus antaa myös valmiuksia erilaisten ryhmä- ja projektitöiden parissa työskentelyyn sekä verkkosivusto- ja palautekyselyjärjestelmien käyttöön.

3.2 Projektioorganisaatio

Projektille perustettiin organisaatio, jossa määritettiin projektiin kuuluvien henkilöiden roolit ja heidän vastuunsa kyseisessä projektissa. Nämä asiat ovat tärkeä ilmoittaa mahdollisimman selkeästi, jotta vältetään ristiriidoilta ja epäselvyyksiltä. (Silfverberg 2007, 48–49.) Projektiryhmämme muodostui kolmesta radiografian ja sädehoidon opiskelijasta: Jenna Järvi, Johanna Adolfsen ja Oona Siivola. Toimeksiantajana oli Oulun ammattikorkeakoulu. Ohjausryhmä koostui kahdesta radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opettajasta: Anja Henner ja Tanja Schroderus-Salo. Projektin loppuvaiheessa Anja Hennerin tilalle ohjaajaksi vaihtui Karoliina Paalimäki-Paakki.



KUVIO 1. Projektioorganisaatio

Projektille valittiin projektipäällikkö, jonka johdossa muut projektin sisäiset henkilöt toimivat (Silfverberg 2007, 49). Opinnäytetyömme projektipäällikkönä toimi Oona Siivola. Projektipäällikkö johti projektin kulkua, mutta vastasimme silti kaikki tekijät tasapuolisesti opinnäytetyön onnistumisesta. Jaoimme myös ryhmän sisällä muita rooleja, jotta vastuu jakaantui tasaisesti kaikille. Vertaisarvioijana toimi Marianne Hiltunen.

3.3 Kohderyhmä ja hyödynsaajat

Projektin kohderyhmäksi valittiin sellainen ryhmä, joka hyötyy opinnäytetyön tekemisestä eniten (Silfverberg 2007, 39). Opinnäytetyömme kohderyhmänä olivat Oulun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opiskelijat. Opinnäytetyönä tuottamamme materiaali antaa alan opiskelijoille syvällistä tietoa erilaisista magneettitutkimusten kontraindikaatioista. Opiskelijat voivat hyödyntää materiaalia magneettitutkimuksia käsittelevillä opintojaksoilla, itsenäisessä opiskelussa, tenttiin lukiessa ja kertausmateriaalina esimerkiksi työharjoitteluiden aikana. Lisäksi he voivat hyödyntää oppimaansa koulun jälkeen työelämässä magneettitutkimuksia tehdessään.

Kohderyhmän lisäksi projektista voivat hyötyä muutkin (Silfverberg 2007, 39). Opiskelijoiden lisäksi opinnäytetyöstämme hyötyy Oulun ammattikorkeakoulu, jolle tuotamme opiskelumateriaalin. Opinnäytetyönä tehty opiskelumateriaali vähentää radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opettajien työtä, koska he saavat käyttöönsä valmiin, kattavan tietopaketin magneettikuvantamisen tämänhetkisistä kontraindikaatioista. Kun opiskelijoilla on käytössään kattava opiskelumateriaalimme, siitä hyötyvät myös potilaat. Potilasturvallisuus paranee, kun röntgenhoitajien tietämys kontraindikaatioista lisääntyy jo opintojen aikana eikä vasta työympäristössä valmistumisen jälkeen. Potilasturvallisuus on iso osa potilaan hoitoa nykypäivänä, josta yhtenä osana on hoidon turvallisuus (Terveystieteiden tutkimuskeskus 2019, viitattu 27.10.2019). Turvallisessa magneettikuvantamisessa röntgenhoitajalla täytyy olla tieto turvallisista, ehdollisista ja vaarallisista kontraindikaatioista, sillä ne ovat tärkeä osa potilasturvallisuutta.

Hyödyimme myös tekijöinä itse projektistamme, sillä vahvistimme tekemisellämme omaa tietoperustaamme. Projektin avulla saimme syvällistä ja kattavaa tietoa eri kontraindikaatioista ja

siten voimme hyödyntää osaamistamme työelämässäkin. Projektiimme kuului tuote eli verkkosivusto, jonka teimme itse ja näin opimme taidon, josta voi olla hyötyä tulevaisuudessa.

4 PROJEKTIN JA VERKKO-OPISKELUMATERIAALIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

4.1 Projektin suunnittelu

Projektin työsuunnitelmasta tulee käydä ilmi toimenpiteet, joiden avulla saadaan tuotoksia aikaan. Toimenpiteet vastaavat kysymykseen ”Mitä projektissa tehdään?”. Projektin työvaiheet aikataulutetaan ja jaetaan vielä tarpeen vaatiessa tarkempiin työvaiheisiin. Työsuunnitelma on yksinkertaisinta esittää taulukkona. (Silfverberg 2007, 44.) Projektin työvaiheiden jaottelu helpottaa aikataulutusta ja projektin etenemistä halutussa tahdissa, joten teimme projektimme aikataulun hahmottamiseksi taulukon (Taulukko 2).

Projektimme toteutusmallina oli toiminnallinen opinnäytetyö, josta me itse vastasimme. Projekti alkoi projektin suunnitelmalla, jossa mietittiin aiheen rajaus, projektin hyödynnettävyys sekä hyödyn saajat (Silfverberg 2007, 15). Suunnitelmana oli tehdä projektia yhdessä projektikokouksissa vapaa-ajalla, itsenäisesti sekä osallistua meille järjestettyihin työpajoihin. Pidimme päiväkirjaa työskentelystämme, jotta pysyimme hyvin ajan tasalla työn kulusta ja näimme toistemme työn tulokset, mikäli olimme tehneet työtä itsenäisesti. Työstimme suunnitelmaa, jonka jälkeen aloitimme opinnäytetyön toteutuksen sekä lopuksi raportin.

Suunnitelmavaiheessa keräsimme tietoperustaa aiheeseen liittyen. Tietoperusta koostui kotimaisista ja kansainvälisistä lähteistä, joiden etsimiseen käytimme Oulun ammattikorkeakoulun tietolähteitä. Lähteiksi valitsimme pääosin artikkeleita ja tieteellisiä tutkimuksia, mutta käytimme myös kirjallisuutta apuna. Tärkeää oli myös tehdä rajaus lähteiden ilmestymisvuosien mukaan, sillä emme halunneet käyttää vanhentunutta tietoa. Laatutavoitteissa myös ilmenee, että tutkittu tieto on 2010-luvulta (Taulukko 3). Magneettitutkimusten kontraindikaatiot ovat aiheena sellainen, että niitä koskeva tutkimustieto päivittyy nykyaikana usein.

Tässä projektin vaiheessa työstimme aihettamme ja mietimme projektimme laajuutta. Samalla arvioimme ja pohdimme projektin kustannusarviota ja mahdollisia riskejä. Pohdimme myös työmme tuotoksia sekä päätimme, mitä tuloksia projektilla haluamme saavuttaa. (Silfverberg 2007, 15–16.) Suunnitelman valmistumisajankohtana pidimme syksyä 2019. Toteutusvaiheessa

aloimme työstää varsinaista opinnäytetyötämme, eli kirjallista osuutta sekä tuotetta. Toteutusvaiheen oli tarkoitus jatkaa keväälle 2020 saakka. Tavoitteenamme oli, että raportointi alkaa mahdollisimman pian tuotteen valmistuttua sekä palautteen saatuamme. Suunnitelmaan kuului myös Webropol –kyselyn teettäminen opinnäytetyön tuotteestamme. Pyysimme sen kautta palautetta tuotteemme hyödynnettävyydestä sekä toimivuudesta röntgenhoitajien tutkinto-ohjelmassa. Lisäksi laadimme aiheesta muutamia kysymyksiä, jotka opettajamme lisäsi Aikuinen magneetti- ja tietokonetomografiatutkimuksessa ja -toimenpiteissä -kurssin testiosioon, joka on osa kurssin kokonaisarvosanaa.

TAULUKKO 2. Aikataulu

Työvaihe	Työtehtävä	Aika	
Suunnittelu	Aiheen valinta ja rajaus	Syksy 2019	
	Aiesopimuksen laatiminen	syyskuu	
	Projektin hyödynnettävyyden määrittäminen	syyskuu	
	Tietoperustan keruu	syyskuu	
	Tarkoituksen ja tavoitteiden määrittäminen	syyskuu	
	Työsuunnitelman ja aikataulun laatiminen	syyskuu	
	Kustannusarvion sekä rahoitussuunnitelman tekeminen	syyskuu	
	Suunnitelman laatiminen	syys-lokakuu	
	Toteutus	Tuotteen suunnittelu	Syksy 2019
		Verkkosivuston tekemisen opettelu	lokakuu
Tuotteen varsinainen tekeminen		tammikuu 2020	

Raportointi

Webropol-kyselyn laatiminen Syksy 2020

Palautteiden yhteenvedo

Raportin laatiminen

Opinnäytetyön kirjallisen

osuuden teko

Opinnäytetyön esittäminen

4.2 Verkkosivuston suunnittelu

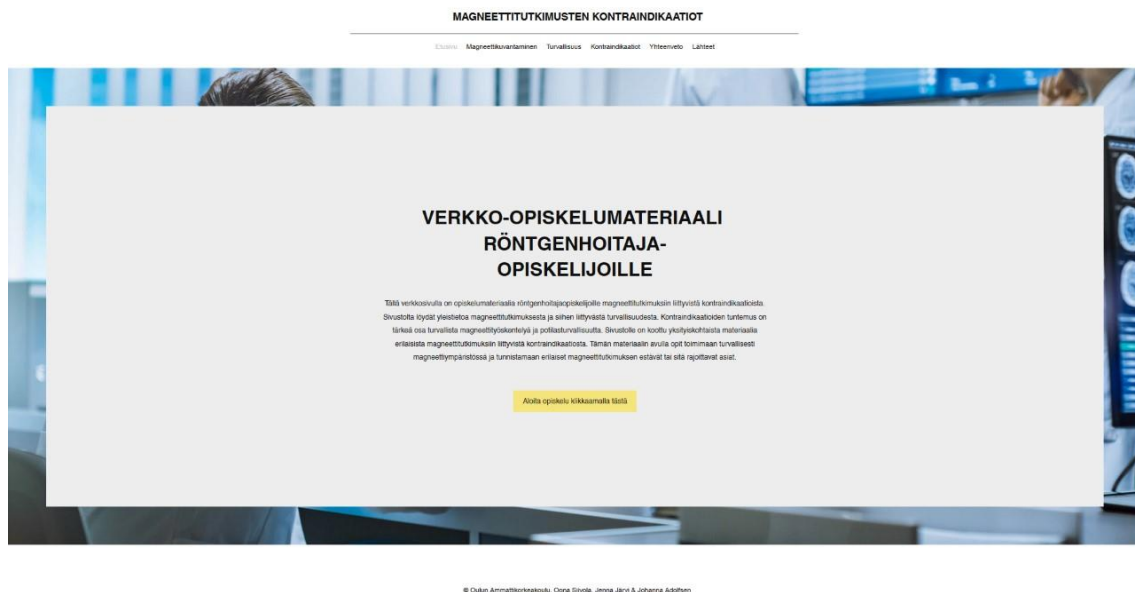
Opinnäytetyön tuotoksena syntyvää verkkosivustoa suunniteltaessa otimme huomioon hyvältä verkkosivustolta vaadittavat ominaisuudet. Hyvän verkkosivuston rakenne koostuu pääkategorioista ja niiden alla olevista kuhunkin kategoriaan liittyvistä alakategorioista. Sivusto tulee suunnitella niin, että jokainen sivu on korkeintaan kolmen klikkauksen päässä etusivusta. (Suomen digimarkkinointi 2019, viitattu 12.11.2019.) Ulkoasua suunniteltaessa tulee kiinnittää huomiota hyvään värien käyttöön, helppolukaisuuteen, fonttiin, grafiikkaan, kuviin ja sivun yksinkertaisuuteen. Värimallissa tulisi olla 2–3 toisiaan täydentävää väriä, jotka eivät kuitenkaan vie huomiota itse tekstiltä. Jotta teksti erottuu hyvin taustasta, kontrastin tekstin ja taustan välillä on oltava riittävä. Fontin on oltava helppolukuinen ja tähän soveltuvat parhaiten esimerkiksi fontit Arial, Verdana tai Helvetica. Oikeiden kuvien käyttö lisää lukijan mielenkiintoa ja auttaa havainnollistamaan tekstiä. Sivut tulee pitää selkeinä, jotta lukijat keskittyvät varsinaiseen asiaan. (Pokis 2015, viitattu 12.11.2019). Verkkosivuston toimivuus päätettiin tarkastaa eri nettiselaimilla ja mobiililaitteiden käyttöjärjestelmillä.

4.3 Verkkosivuston toteutus

Verkkosivuston pohjaa aloimme suunnitella aikataulun mukaisesti syksyllä 2019 ja toteuttamaan vuodenvaihteessa. Kävimme läpi erilaisia pohjia, jolle verkkosivuston voisi luoda. Päädyimme

käyttämään sivuston Wix.com ilmaisversiota, sillä sen käyttö tuntui yksinkertaiselta ja helppokäyttöiseltä, sillä oli hyviä ominaisuuksia ja sitä meille myös suositeltiin. Ajatuksena oli, että lukija pystyy siirtymään yhdeltä sivulta seuraavalle yhdellä klikkauksella, mutta pystyy myös siirtymään sivulta toiselle yläreunan valikosta.

Verkkosivuston värimaailman halusimme luoda silmiä miellyttäväksi, jotta tekstien lukeminen ei rasittaisi lukijan silmiä. Keltaisen värin halusimme jollain tavalla saada toimimaan sivustolla, joten lähdimme sen ympärille luomaan sopivaa värimaailmaa. Kokeilimme sen rinnalla eri harmaansävyjä, mustaa ja valkoista, mutta nämä kaikki yhdessä loivat liian kontrastisen ja silmiä rasittavan värimaailman. Kokeilujen jälkeen löysimme silmiä miellyttävät värit, jotka ovat vaalean keltainen, vaalean harmaa ja valkoinen. Keltaisen värin tehtävä on kiinnittää lukijan huomio haluttuun asiaan, sillä se erottuu sivuilta selvästi. Tekstin värinä toimii musta, joka erottuu hyvin vaalean sävyisistä taustoista.



KUVIO 2. Kuvankaappaus verkkosivuston etusivulta

Suunnitelman mukaan etsimme kuvia eri kontraindikaatioista, jotta lukija pystyisi hahmottamaan kyseisen kontraindikaation paremmin. Kuvien lisääminen tekstin yhteyteen pitää lukijan mielenkiinnon yllä ja auttaa ymmärtämään asiaa paremmin. Ihmisten on myös todettu oppivan paremmin kuvien ja tekstin kuin pelkän tekstin avulla (Mayer 2005, 31). Kuvia etsimme Googlestä ja Wix.com sivuston omasta kuvahausta. Valitut kuvat olivat ilmaisia käyttää ja niillä oli vapaa

käyttölisenssi eli kuvia sai käyttää uudelleen ja muokata. Kuvien hakusanoina käytimme eri kontraindikaatioiden nimiä ja yleisiä magneettikuvantamiseen liittyviä termejä. Tekstin fonttina käytimme Wix.com sivustolta löytyvää fonttia Fuse, sillä suunnitelmassamme olleita fontteja Arial, Verdana tai Helvetica ei ollut käytettävissä verkkosivustolla. Fontti oli hyvin samankaltainen kuin suunnittelemamme fontit, joten sen käyttö tuntui luontevalta valinnalta. Kokeilimme myös verkkosivuston muita omia fontteja, mutta tämä oli meidän ja opettajien mielestä parhain valinta. Käytimme verkkosivustolla ainoastaan kyseistä fonttia käyttäen eri fonttikokoja eri tekstien osissa. Tekstin lihavoitua käytimme teksteissä siten, että sillä korostettiin tekstin pääosia. Jokaisen kontraindikaatio-välilehden yläreunaan lisäsimme otsikon ja alaotsikon, josta lukija saa selville mitä kontraindikaatioita kyseinen välilehti sisältää.



KUVIO 3. Kuvankaappaus verkkosivustosta

5 PROJEKTIN JA VERKKO-OPISKELUMATERIAALIN ARVIOINTI

5.1 Projektin ja verkko-opiskelumateriaalin itsearviointi

Projektimme eteni suunnitelman mukaisesti. Aloitimme opinnäytetyömme aiheen valinnalla syksyllä 2019, kun opinnäytetöiden aiheet oli esitelty yhteisessä tilaisuudessa ja jatkoimme aiheen valinnan jälkeen suunnitelman teolla. Suunnitelma valmistui syksyllä 2019, josta projekti jatkui opinnäytetyön tuotteen suunnitteluun ja toteutukseen, jotka tapahtuivat keväällä 2020. Raportoinnin olimme suunnitelleet syksyille 2020, mutta aloitimme kirjoittamaan sitä jo kesän aikana. Osallistuimme kaikki aktiivisesti opinnäytetyön tekoon, jolloin projektin eteneminen oli sujuvaa. Jaoinme jotain aihealueita ja työn vaiheita keskenämme, jotta kaikille olisi tehtävää tasapuolisesti. Kävimme kuitenkin yhdessä läpi tekemiämme vaiheita ja korjasimme sekä täydensimme toistemme tuotoksia. Vertaisarvioitsijamme kävi tuotoksemme läpi vasta raportointivaiheessa, sillä alkuperäiset suunnitellut vertaisarvioitsijat vaihtuvat uuteen aikataulujen muutosten myötä.

5.2 Tuotteen laatukriteerit

Mittasimme tavoitteiden saavuttamista laatukriteerien avulla. Teimme laatukriteereistä oman taulukon (Taulukko 3.), jonka perusteella oli helppo arvioida, olemmeko saavuttaneet tavoitteemme. Taulukkoa hyödynnettiin jo opinnäytetyötä tehdessä, eikä pelkästään sen valmistuttua, jotta tiesimme tehdä tarvittavia muutoksia jo aikaisessa vaiheessa. Laatukriteerien taulukko tehtiin vastaamaan juuri meidän laatutavoitteitamme, joten se oli luotettava mittari opinnäytetyömme seurantaan. Tuotteen laatukriteerien avulla loimme myös pohjaa kohderyhmän palautekyselyä varten, jotta saimme vastauksia siihen, täyttikö tuotteemme laadittuja laatukriteerejä.

TAULUKKO 3. Laatutavoitteet

Käsite	Ominaisuus	Tavoite
Sisältö	Ajankohtaisuus	Tutkimustieto 2010-luvulta
	Laadukkuus	Tutkimustiedon käyttäminen
	Luotettavuus	Tieteellinen ja tutkittu tieto
	Tekstin rajaus	Ei turhaa tietoa
Ulkoasu	Selkeys	Selkeä fontti
		Hyvä kontrasti
	Havainnollisuus	Havainnollistavat kuvat
		Selkeä yleisilme
Innostavuus	Havainnollistavat kuvat	
	Lukija kiinnostuu materiaalista	
Kieli	Selkeys	Selkeät otsikot ja kappaleet
	Kielioppi	Tekstissä ei kielellisiä virheitä
	Ymmärrettävyys	Ymmärrettävä kieliasu
Toimivuus	Hyödyllisyys	Käyttäjälähtöinen
		Helppokäyttöinen
		Helposti saatavilla
		Toimiva verkkosivusto

Opinnäytetyömme tuotteesta tuli laatukriteerien mukainen. Verkkosivuston sisältö, ulkoasu, kieli sekä toimivuus olivat laatukriteerien mukaisia. Onnistuimme löytämään lähteet 2010-luvulta ylöspäin kahta lähdettä lukuun ottamatta. Verkkosivuston ulkoasusta tuli selkeä sekä löysimme havainnollistavia kuvia visualisoimaan työtämme. Verkkosivuston kieli oli selkeä sekä ymmärrettävä. Kävimme tuotteen tekstit kielellisesti läpi moneen kertaan ja myös opettajat tarkistivat tekstit. Verkkosivustosta tuli mielestämme toimiva, joka on käyttäjälähtöinen ja helposti käytettävä opiskelumateriaalina.

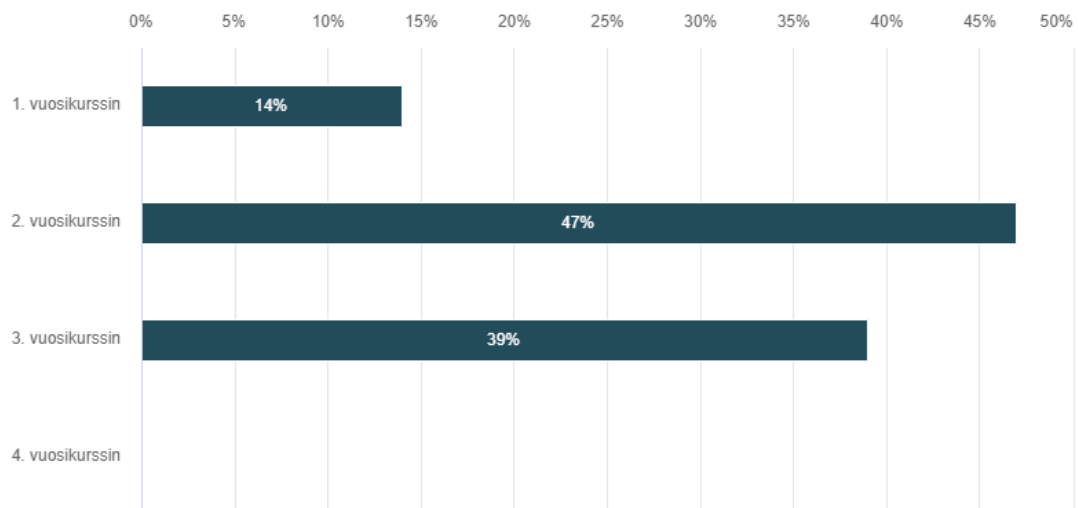
5.3 Opiskelumateriaalin arviointi palautekyselyn perusteella

Mittasimme tavoitteiden saavuttamista myös opinnäytetyön kohderyhmälle, eli radiografian ja sädehoidon opiskelijoille suunnatulla palautekyselyllä. Palautekysely luotiin Webropol-ohjelmalla ja se lähetettiin sähköpostitse alan opiskelijoille tuotteen valmistuttua, ennen raportoinnin tekemistä. Webropol-kyselyä luodessa hyödynsimme myös laatukriteeri-taulukkoa (Taulukko 3.), jotta omien mielipiteiden lisäksi saimme myös opiskelijoiden mielipiteen tavoitteiden saavuttamisesta. Sen avulla varmistimme, vastaako tuotteemme opiskelijoiden tarpeita ja saimme palautetta työstämme.

Kysely lähetettiin lähes 80 opiskelijalle, joista kyselyyn vastasi 28 radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opiskelijaa. Heistä 4 oli ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoita, 13 toisen vuosikurssin opiskelijoita ja 11 kolmannen vuosikurssin opiskelijoita (kuvio 4.)

1. Minkä vuosikurssin opiskelija olet?

Vastaajien määrä: 28



KUVIO 4. Kuvankaappaus Webropol-kyselystä: Minkä vuosikurssin opiskelija olet?

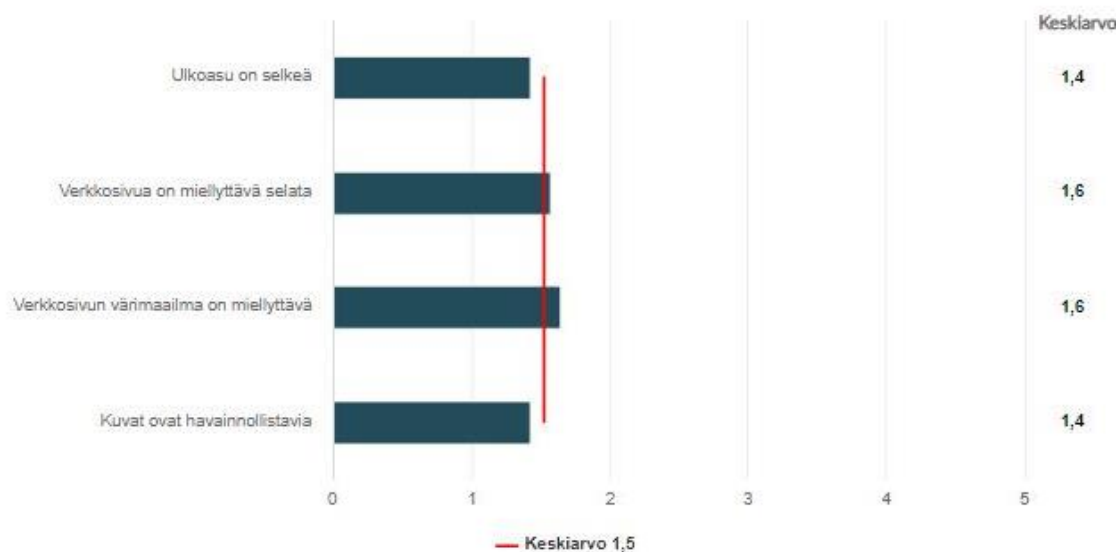
Vastaajista 3 ei ollut käynyt magneetin teoriakurssia, 11 ei ollut käynyt harjoittelua ja 3 ei ollut käynyt vielä kumpaakaan. Vastaajat kokivat verkkosivuston käytön erittäin helpoksi (n=18) tai helpoksi (n=10). Verkkosivuston koettiin myös toimivan erittäin moitteettomasti (n=14) tai moitteettomasti (n=13). Verkkosivustoa testattiin tietokoneilla (n=19) ja puhelimilla (n=9).

Opiskelijat, jotka testasivat verkkosivua tietokoneella, käyttivät selaimena Google Chromea (n=12), Internet Exploreria (n=4) tai Safaria (n=2). Kännykällä sivuston testanneet olivat käyttäneet Android (n=7) tai iOS käyttöjärjestelmää (n=2). Halusimme saada selville, miten verkkosivusto toimii eri selaimilla ja laitteilla. Verkkosivusto oli toiminut kaikilla näillä käyttöjärjestelmillä ja laitteilla hyvin.

Verkkosivuston ulkoasusta kysyttäessä suurin osa piti sivuston ulkoasua selkeänä tai aika selkeänä, ainoastaan yksi vastaajista oli eri mieltä (Kuvio 5). Suurin osa piti verkkosivustoa myös miellyttävänä selata. Kaikki muut paitsi kaksi vastanneista pitivät sivuston värimaailmaa miellyttävänä ja kuvia havainnollistavina. Tietokoneella sivustoa testanneet olivat ulkoasuun tyytyväisempiä kuin puhelimella testanneet. Tästä saimme yhden kommentin palautekyselyyn ja lisäksi suullista palautetta parilta henkilöltä, jotka testasivat sivustoa molemmilla laitteilla. Oletimme kuitenkin, että verkkosivustoa käytetään opiskelumateriaalina pääasiassa tietokoneen kautta, joten sen toiminta on mielestämme tärkeä ominaisuus. Tekstiä pidettiin selkeänä (n=27) ja helposti ymmärrettävänä (n=28), tästäkin ainoastaan yksi oli eri mieltä. Kielioppivirheistä kysyttäessä niitä ei vastanneiden mielestä ollut tai he eivät osanneet vastata kysymykseen.

8. Magneettitutkimusten kontraindikaatiot-verkkosivun ulkoasu

Vastaajien määrä: 28



	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä	Yhteensä	Keskiarvo
Ulkoasu on selkeä	18	9	0	1	0	28	1,43
Verkkosivua on miellyttävä selata	15	11	1	1	0	28	1,57
Verkkosivun värimaailma on miellyttävä	14	12	0	2	0	28	1,64
Kuvat ovat havainnollistavia	18	8	2	0	0	28	1,43
Yhteensä	65	40	3	4	0	112	1,52

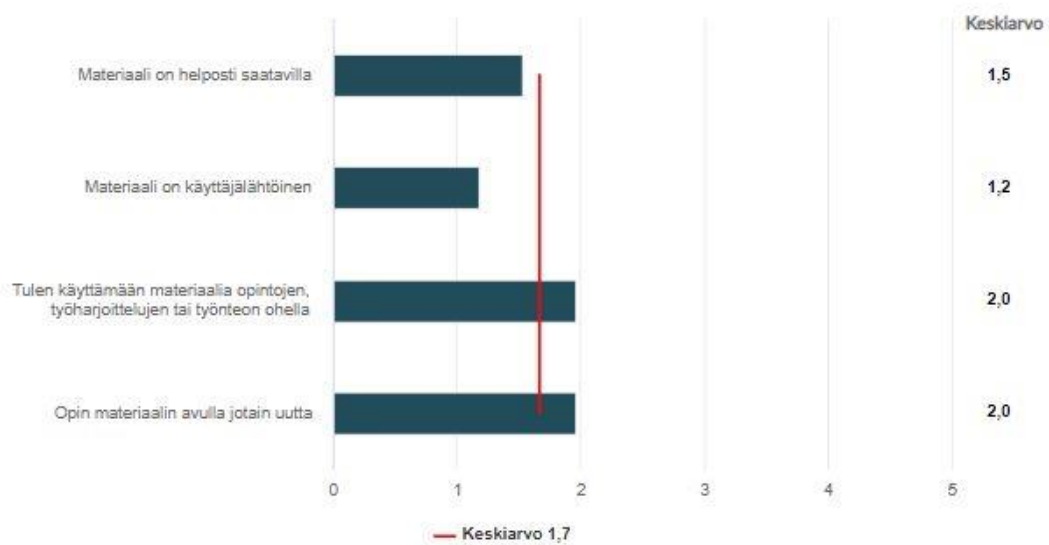
KUVIO 5. Kuvankaappaus Webropol-kyselystä: Magneettitutkimusten kontraindikaatiot-verkkosivuston ulkoasu.

Vastanneista muut paitsi kaksi olivat sitä mieltä, että materiaali on helposti saatavilla (n=25) ja kaikki pitivät materiaalia käyttäjälähtöisenä (n=28). Sivuston hyödyllisyydestä kysyttäessä puolet aikoivat varmasti käyttää materiaalia opiskelun tukena (n=17), osa ei osannut vastata kysymykseen (n=10) ja yksi oli asiasta jokseenkin eri mieltä. Suurin osa vastaajista koki oppineensa materiaalista jotain uutta (n=20), ainoastaan kaksi oli täysin eri mieltä ja osa ei osannut vastata kysymykseen (n=6) (Kuvio 6). Suurin osa oli myös tyytyväisiä tuottamaamme materiaaliin (n=24), ainoastaan kolme olisi kaivannut siihen jotain muutosta. Saimme kommenttia, että tietokoneella verkkosivut olivat oikein siistit ja helppokäyttöiset, mutta puhelimella selatessa sivusto oli hieman sekavan näköinen ja hankalasti selattavissa. Myös rinnan laajenninproteesista

olisi kaivattu vielä monipuolisempaa tietoa. Yksi testaajista koki, että verkkosivusto oli ennemminkin tietopaketti magneettikuvauksesta kuin itse kontraindikaatioista. Emme tehneet palautteen pohjalta enää muutoksia verkkosivustoon, koska palaute oli pääosin positiivista. Vaikka rinnan laajenninproteesista oli kaivattu lisää tietoa, mielestämme olimme saaneet kaiken oleellisen asian koottua. Mielestämme kommentti siitä, että tuotteemme olisi ainoastaan tietopaketti magneettitutkimuksesta ei pitänyt paikkaansa. Pohdimme, että eikö kommentoija ollut huomannut kaikkia alaotsikoita, joissa kerrottiin yksityiskohtaisesti jokaisesta kontraindikaatiosta.

10. Magneettitutkimusten kontraindikaatiot-verkkosivun hyödyllisyys

Vastaajien määrä: 28



	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä	Yhteensä	Keskiarvo
Materiaali on helposti saatavilla	17	8	2	1	0	28	1,54
Materiaali on käyttäjälähtöinen	23	5	0	0	0	28	1,18
Tulen käyttämään materiaalia opintojen, työharjoittelujen tai työnteon ohella	13	4	10	1	0	28	1,96
Opin materiaalin avulla jotain uutta	11	9	6	2	0	28	1,96
Yhteensä	64	26	18	4	0	112	1,66

KUVIO 6. Kuvankaappaus Webropol-kyselystä: Magneettitutkimusten kontraindikaatiot-verkkosivuston hyödyllisyys.

5.4 Riskien ja kustannusten arviointi

Mahdolliset riskitekijät ovat tärkeitä kartoittaa jo projektin alkuvaiheessa, sillä ne vaikuttavat siihen, onko opinnäytetyön aihe ja toteutustapa toteuttamiskelpoisia (Silfverberg 2007, 33). Projektin mahdollisena riskinä oli, että emme löytäisi tarvittavaa määrää tietoa eri kontraindikaatioista ja emme siten saisi opinnäytetyöstämme tarpeeksi kattavaa tietoa. Riskinä oli myös se, että tuotettua materiaalia ei tulla tulevaisuudessa hyödyntämään. Yhtenä riskinä pidimme lisäksi sitä, että opinnäytetyö ei valmistu ajallaan. Kun teimme opinnäytetyötämme One Drive-palvelun kautta, oli myös mahdollista, että tekemämme työt katoavat tai tuhoutuvat. Riskinä oli myös se, että projektiryhmän jäsenten välillä voi syntyä ristiriitatilanteita.

Projektin riskit eivät kuitenkaan olleet niin suuria, että projektia ei kannattaisi niiden takia toteuttaa. Pystyimme myös itse vaikuttamaan näihin riskeihin. Kun perehdyimme eri kontraindikaatioista löytyviin materiaaleihin ja lähteisiin jo suunnitelman alkuvaiheessa, saimme varmuuden sille, että opinnäytetyömme ei kaadu tarvittavien lähteiden puuttumiseen. Panostamalla oppimateriaalin selkeyteen, visuaalisuuteen ja kiinnostavuuteen, pienensimme riskiä siihen, että materiaali jäisi kokonaan käyttämättä. Huolellisella aikataulun suunnittelulla ja aikatauluista kiinni pitämisellä varmistimme sen, että opinnäytetyömme valmistuu ajallaan. Tietoteknisiin riskeihin, kuten työn katoamiseen tai tuhoutumiseen pystyimme vaikuttamaan erilaisten varmuuskopioiden avulla, joita otimme säännöllisin väliajoin. Ristiriitatilanteita pyrimme välttämään hyvällä suunnittelulla ja kommunikaatiolla. Sovimme, että mikäli ristiriitatilanteita syntyy, selvitämme ne keskustelemalla ja huomioimalla toistemme mielipiteet (ks. Silfverberg 2007, 33–34.)

Kustannusarvion periaatteena on, että tärkeät menot jaetaan ja eritellään kustannuslajeihin. Kustannuslajit on hyvä jaottaa toteutuskustannuksiin ja hallintokustannuksiin. (Silfverberg 2007, 46–48.) Opinnäytetyön tekijöiden (3 henkilöä) henkilöstökulut olivat yhteensä 12150 euroa. Jokaisen opiskelijan työpanos oli 15 opintopistettä ja yksi opintopiste vastasi noin 27 työtuntia, joten 15 opintopistettä tarkoitti kokonaisuudessaan 405 työtuntia. Jos lasketaan, että opiskelijan tuntipalkka on 10 euroa, joten yhden opiskelijan henkilöstökuluksi muodostuu 4050 euroa. Kustannusarvioon laskimme myös ohjaavien opettajien henkilöstökulut, joista muodostui yhteensä 630 euroa. Tämä koostui kahden opettajan 7 tunnin työpanoksesta, jos tuntipalkka on 45 euroa. Nämä henkilöstön palkkatulot kuuluivat toteutuskustannuksiin

Laskimme kustannusarvioon lisäksi matkakulut, jotka olivat noin 300 euroa. Nämä toteutuskustannuksiin suunnitellut kulut koostuivat bussimatkoihin kuluvista maksuista, kun kahdella tekijällä oli kuukausittainen bussikortti. Suunnitellusta poiketen bussikortteihin liittyviä kuluja ei tullut lähes lainkaan. Yksi opinnäytetyön tekijä kulki omalla autolla Tornioista Ouluun, joten matkakustannukseksi tuli suurimmaksi osaksi bensakuluja bussikorttien sijaan. Muita kuluja laskimme olevan noin 100e. Tarvitsimme opinnäytetyötä tehdessä internetiä sekä puhelimia, joten muut kulut koostuivat lähinnä opinnäytetyön tekemisestä johtuvista puhelin- ja internetmaksuista, jotka kuuluivat hallintokustannuksiin. Pyrimme tekemään kaiken sähköisesti, jotta materiaalikulut olisivat mahdollisimman pienet. Kustannusarviostamme muodostimme alla olevan taulukon (Taulukko 4.). Matkakuluja lukuun ottamatta kustannusarviot pitivät hyvin paikkansa, eivätkä muuttuneet paljoa suunnitellusta.

TAULUKKO 4. Kustannusarvio.

Kustannuskohde	Suunniteltu meno	Toteutunut meno
Oma työpanos	12 150€	12 150€
Ohjausryhmän työpanos	630€	630€
Matkakustannukset	300€	150€
Muut kustannukset	100€	100€

6 POHDINTA

Magneettitutkimukset ovat yleistyneet ympäri maailmaa viime vuosien aikana ja niiden osaaminen vaatii jatkuvaa opiskelua. Magneettitutkimuksessa laitteen staattinen magneettikenttä vetää puoleensa ferromagneettisia esineitä ja voi häiritä erilaisten potilaassa olevien elektronisten laitteiden toimintaa. Röntgenhoitajan on tärkeää tietää tällaiset magneettitutkimukseen liittyvät vasta-aiheet eli kontraindikaatiot, sillä ne voivat aiheuttaa potilaalle vakavia vaaratilanteita tai jopa laiterikon. Tämän vuoksi kontraindikaatioiden mahdollisuus täytyy tarkistaa aina ennen tutkimukseen menoa huolellisesti. (STUK 2019, viitattu 17.9.2020.)

Oulun Ammattikorkeakoulu toivoi radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opiskelijoille opiskelumateriaalia magneettitutkimusten kontraindikaatioista. Päädyimme toteuttamaan opiskelumateriaalin verkkosivuston muodossa. Kontraindikaatioista ei löytynyt vielä aikaisempaa, näin yksityiskohtaista opiskelumateriaalia, joten aiheeseen liittyvä opiskelumateriaali oli tarpeellinen. Aihealueen tunteminen on yksi tärkeimpiä asioita, joita opiskelijan tulee tietää ennen magneettitutkimusten parissa työskentelyä. Opinnäytetyömme oli toiminnallinen, joka sopi meille kaikille tekijöille parhaiten. Toiminnallisessa opinnäytetyössä tarkoituksena on tehdä tuote sekä kirjallinen osuus eli raportti. Opinnäytetyön tuote voi olla esimerkiksi opas, ohje, verkkomateriaali tai se voi olla myös jonkin tapahtuman järjestäminen sekä sen toteuttaminen. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9, 51.)

Aiheena magneettitutkimusten kontraindikaatiot olivat meille opinnäytetyön tekijöille mieluisia, sillä magneettikuvantaminen on meitä kaikkia kiinnostava kuvantamismodaliteetti. Sen lisäksi, että magneettikuvantaminen itsessään on jatkuvasti kehittyvä kuvantamisen muoto, myös kontraindikaatioiksi luokiteltavissa asioissa tapahtuu kehitystä. Tällä tarkoitetaan sitä, että jotkut tällä hetkellä kontraindikaatioiksi luokiteltavista asioista voivat tulevaisuudessa olla magneettiyhteensopivia, kun taas toisaalta täysin uusia asioita voidaan luokitella kontraindikaatioiksi. Tämän vuoksi omaa tietämystä aiheesta tulee päivittää jatkuvasti kehityksen mukana.

6.1 Tekijänoikeudet ja eettisyys

Toiminnallisen opinnäytetyön tekemiseen liittyy yhteistyösopimuksen ja aiesopimuksen laatiminen. Aiesopimus on alustava sopimus, joka tehdään ensimmäisenä, ennen projektisuunnitelman aloittamista yhteistyökumppanin kanssa. Siinä sovitaan muun muassa projektin aihe, aikataulus ja tekijänoikeuksista sopiminen, joihin molemmat osapuolet ovat tyytyväisiä. (Patentti- ja rekisterihallitus 2016, viitattu 5.9.2020.) Kun projektia aletaan tekemään, tulee sopia yhteistyösopimus yhteistyökumppanin kanssa. Siinä sovitaan osapuolten roolit, oikeudet ja vastuut projektiin sekä resurssit ja salassapidot. (Sopimustieto.fi 2020, viitattu 5.9.2020.)

Yhteistyösopimuksessa määritellään tekijänoikeudet projektin tuotteeseen liittyen. Tekijänoikeudella tarkoitetaan tekijän oikeutta päättää mihin hänen työtään saa käyttää. Tekijällä on oikeus tuotteen muokkaamiseen. Ilman tekijänoikeuksia, kuka tahansa voisi käyttää toisen työtä omanaan. (Tekijänoikeuden tiedotus- ja valvontakeskus 2020, viitattu 5.9.2020.) Yhteistyösopimuksessa Oulun ammattikorkeakoulun kanssa olemme sopineet, että tuotteemme saa julkaista radiografia ja sädehoitotyön opiskelijoiden opetuskäyttöön. Tekijänoikeudet ovat opinnäytetyön tekijöillä ja Oulun ammattikorkeakoulu ei saa myydä työtä eteenpäin. Oulun ammattikorkeakoululla on oikeus tehdä pieniä muutoksia/päivityksiä tuotteeseen. Projektimme oli tuote, jonka toteuttamisessa ei käytetty ulkopuolisia henkilöitä. Täten projektin eettistä näkökulmaa pohtiessa ei tarvinnut ottaa huomioon henkilöiden itsemääräämisoikeuksia. Opinnäytetyössä käytettiin vain kuvia, joiden uudelleenkäyttöön ja muokkaukseen oli oikeudet.

6.2 Projektin onnistumisen arviointi

Kokonaisuudessaan projekti onnistui hyvin ja aikataulun mukaisesti, sillä kaikilla tekijöillä oli samat tavoitteet opinnäytetyön suhteen. Projektin suunnitelmaa lähdettiin tekemään huolellisesti ja siihen käytettiin aikaa, jotta projektin toteutus ja raportointi sujuivat helpommin. Alkuperäisessä suunnitelmassa pysyttiin, ainoastaan pieniä muutoksia tehtiin projektin edetessä. Tuotteesta eli verkkosivustosta saatiin tehtyä kattava tietopaketti, jossa magneettikuvantamiseen liittyvän yleistiedon ja turvallisuuden lisäksi käytiin läpi kaikki yleisimmät kontraindikaatiot ajankohtaisten tutkimustulosten ja kirjallisuuden pohjalta. Pysyimme hyvin aikataulussa ja suunnitelma, tuote sekä raportti valmistuivat kaikki ajallaan. Löysimme monipuolisesti lähteitä ja käytimme uusinta

löytämäämme tutkimustietoa. Projektin onnistumisesta kertoo myös opiskelijoilta saatu palaute, jonka mukaan verkkosivustoa pidettiin hyödyllisenä ja sitä aiottiin käyttää opiskelumateriaalina magneettitutkimuksiin liittyvällä teoriakursseilla.

6.3 Omat oppimiskokemukset

Projekti kokonaisuudessaan oli monella tapaa opettavainen ja hyödyllinen. Tietomme magneettitutkimusten kontraindikaatioista ja magneettitutkimuksiin liittyvästä turvallisuudesta lisääntyi tämän projektin ansiosta. Opimme paljon itse projektin tekemisestä ja siihen kuuluvista vaiheista. Koska projekti toteutettiin kolmen hengen ryhmässä, se kehitti myös ryhmätyöskentelytaitojamme. Tiedonhaku tuli projektin myötä tutummaksi ja lähdekritiisyys korostui tärkeäksi asiaksi työtä tehdessä. Tiedonhaussa käytettiin useita eri tietokantoja, joista eri hakukriteerejä käyttäen löytyi tarvittavat lähteet. Lähteiden etsintä oli välillä haastavaa, joten välillä piti etsiä hieman aiheen vierestä, jotta tarvittavat lähteet löytyivät.

Tuotettamme varten teimme verkkosivuston, jonka tekemiseen piti aluksi kerätä ensin hieman tietoa, sillä kukaan meistä ei aiemmin ollut verkkosivustoja luonut. Itse tekemiseen, myös verkkosivuston ulkoasun valintaan täytyi etsiä neuvoja, jotta siitä tulisi miellyttävä opiskelumateriaali. Saimme kuitenkin luotua mielestämme helppokäyttöisen sivuston, jolle toivottavasti tulee käyttöä jatkossakin. Verkkosivuston luomisen lisäksi meidän täytyi laatia palautekysely Webropol-ohjelman avulla, joten tämäkin sähköinen kyselyjärjestelmä tuli tutummaksi projektin kautta. Projektin myötä opitut asiat tulevat olemaan tulevaisuudessa hyödyksi muun muassa työelämässä, jos eteen tulee erilaisia projekteja tai tulemme itse työskentelemään magneettitutkimusten parissa.

LÄHTEET

Bagheri, M., Hosseini, M., Emami, M. & Foroughi, A. 2020. Metallic artifact in MRI after removal of orthopedic implants. *European Journal of Radiology* 81 (3), 584–590. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.11.014>.

Baikoussis, N., Apostolakis, E., Papakonstantinou, N., Sarantitis, I. & Dougenis, D. 2011. Safety of Magnetic Resonance Imaging in Patients With Implanted Cardiac Prostheses and Metallic Cardiovascular Electronic Devices. *The Annals of Thoracic Surgery* 91 (6), 2006-2011. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.02.068>.

Bawazeer, N., Vuong, H., Riehm, S., Veillon, F., & Charpiot, A. 2019. Magnetic resonance imaging after cochlear implants. *Journal of Otology* 14 (1), 22-24. <https://doi.org/10.1016/j.joto.2018.11.001>.

Boston Scientific. 2015. Precision Spectra Spinal Cord Stimulator System. Viitattu 19.1.2020, https://www.bostonscientific.com/content/dam/Manuals/eu/current-rev-es/90970880-04_Rev_A_Precision_Spectra_Spinal_Cord_Stimulator_System_Information_for_Prescribers_multi-OUS_s.pdf.

Boston Scientific. 2016. Precision Montage MRI Spinal Cord Stimulator System. Viitattu 19.1.2020, https://www.bostonscientific.com/content/dam/Manuals/eu/current-rev-nl/91053246-02_Rev_A_Precision_Montage_MRI_Spinal_Cord_Stimulator_System_Information_for_Prescribers_multi-OUS_s.pdf.

Boston Scientific. 2018. Precision Novi Spinal Cord Stimulator System. Viitattu 19.1.2020, https://www.bostonscientific.com/content/dam/Manuals/bz/current-rev-pt/90962628-03_Precision_Novi%E2%84%A2_Spinal_Cord_Stimulator_System_Information_for_Prescribers_multi-OUS_s.pdf.

Bulas, D. & Egloff, A. 2013. Benefits and risks of MRI in pregnancy. *Seminars in Perinatology* 37 (5), 301–303. <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2013.06.005>.

Bussmann, S., Luechinger, R., Froehlich, J. M., von Weymarn, C., Reischauer, C., Koh, D. M., & Gutzeit, A. 2018. Safety of intrauterine devices in MRI. *Seminars in Perinatology* 37 (5), 301-304. <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2013.06.005>.

Cunqueiro, A., Lipton, M.L., Dym, R.J., Jain, V.R., Serman, J. & Scheinfeld, M.H. 2019. Performing MRI on patients with MRI-conditional and non-conditional cardiac implantable electronic devices: an update for radiologists. *Clinical Radiology* 74 (12), 912-917. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2019.07.006>.

Cyteval, C. & Bourdon, A. 2012. Imaging orthopedic implant infections. *Diagnostic and Interventional Imaging* 93 (6), 550. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2012.03.004>.

Diagnostic imaging. 2008. MRI issues for hemodynamic monitoring and temporary pacing devices. Viitattu 30.3.2020, <https://www.diagnosticimaging.com/articles/mri-issues-hemodynamic-monitoring-and-temporary-pacing-devices>.

Duodecim Terveyskirjasto 2019. Lääketieteen sanasto. Viitattu 25.9.2019, https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt03681.

Durkin, S. 2012. Tattoos, Body Piercing, and Healthcare Concerns. *Journal of Radiology Nursing* 31(1), 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.jradnu.2011.09.001>.

Escher, K. & Shellock, F. 2012. Evaluation of MRI artifacts at 3 Tesla for 38 commonly used cosmetics. *Magnetic Resonance Imaging* 31 (5), 778-781. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2012.11.002>.

Fausto, A., Bernini, M., Giacomo, L., Schivartche, V., Marcasciano, M., Casella, D., Volterrani, L. & Mazzei, M. 2018. Diagnostic value and safety of dynamic MRI of contralateral breast and axilla in subjects with tissue expander. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* 71 (9), 1282-1285. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2018.05.002>.

FDA. 2017. Safety Concerns with Implantable Infusion Pumps in the Magnetic Resonance (MR) Environment: FDA Safety Communication. Viitattu 20.3.2020, <https://www.fda.gov/medical-devices/safety-communications/safety-concerns-implantable-infusion-pumps-magnetic-resonance-mr-environment-fda-safety>.

Fornell, D. 2019. Nurse Injured in MRI Accident at Swedish Hospital. Viitattu 14.11.2019, <https://www.itnonline.com/article/nurse-injured-mri-accident-swedish-hospital>.

Gruber, B., Froeling, M., Leiner, T. & Klomp, W.J. D. RF coils: A practical guide for nonphysicists. 2018. Journal of Magnetic Resonance Imaging (JMRI) September; 48(3): 590–604. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/jmri.26187>.

Gruwel, M., Latta, P., Wojna-Pelczar, A., Wolfsberger S. & Tomanek, T. 2018. MR imaging of tissue near aneurysm clips using short- and zero time MR sequences. Measurement 130, 398–402. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.08.017>.

Hackenbroch, C., Wafa, M., Klinger, S. & Mauer, U.M. 2019. Magnetic resonance imaging in the presence of projectiles and projectile fragments: Artefacts, image quality, rotation and movement. Magnetic Resonance Imaging 57, 143–149. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2018.11.019>.

Hancox, J. & Jin, T. 2020. Implantable port. Viitattu 28.3.2020, <https://radiopaedia.org/articles/implantable-port>.

Hiroyuki, T., Azusa, T. & Yoshito, T. 2019. Unexpected magnetic resonance imaging burn injuries from jogging pants. Radiology Case Reports 14 (11), 1348–1350. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2019.08.015>.

HUS kuvantaminen. 2018. Ohjeita lähettävälle yksikölle. Magneettitutkimus suurikokoiselle potilaalle tai potilaalle, jolla on ahtaanpaikankammo. Viitattu 31.3.2020, <https://www.hus.fi/ammattilaiselle/hus-kuvantaminen/MK%20%20LO/Magneettitutkimus%20suurikokoiselle%20potilaalle%20tai%20potilaille%20jolla%20on%20ahtaanpaikankammo.pdf>.

ISMRM. 2017. MR safety week 2017 – Mri safety and the story of a medication patch. Viitattu 12.5.2020. <https://www.ismrm.org/mr-safety-links/mr-safety-week-2017/mri-safety-and-the-story-of-a-medication-patch/>.

Johansson, K. & Wiklund, C. 2020. Viitattu 30.3.2020, Putket ja piuhat keuhkokuvassa. <https://www.duodecimlehti.fi/duo15433>.

Kaasalainen, T., Pakarinen S., Kivistö S. & Hänninen H. 2015. Sydämentahdistinpotilaiden magneettikuvaus – turvallinen toimintamalli. Duodecim. Viitattu 2.4.2020, <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2015/8/duo12208>.

Kantorovich, A. & Durugo, F. 2016. Transdermal patches that must be removed before MRI. Viitattu 11.1.2020, <https://www.pharmacytimes.com/contributor/alexander-kantorovich-pharmd-bcps/2016/08/transdermal-patches-that-must-be-removed-before-mri>.

Karamitsos, T. & Karvounis, H. 2019. Magnetic resonance imaging is a safe technique in patients with prosthetic heart valves and coronary stents. Hellenic Journal of Cardiology 60 (1), 38–39. <https://doi.org/10.1016/j.hjc.2017.12.001>.

Karppinen, A. 2012. Aivokammiosunttien ongelmat. Duodecim. 2012 (128), 1691–1698.

Lammentausta, E. 2017. Magneettikuvaus. Teoksessa Sequeiros, R.B., Koskinen, S., Aronen, H., Lundbom, N., Vanninen, R. & Tervonen, O. Kliininen radiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 437–452.

Lawrence, D., Lipman, A., Gupta S. & Nacey, N. 2015. Undetected intraocular metallic foreign body causing hyphema in a patient undergoing MRI: a rare occurrence demonstrating the limitations of pre-MRI safety screening. Magnetic Resonance Imaging 33 (3), 358–360. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2014.12.009>.

Marano, A., Henderson, P., Prince, M., Dashnaw S. & Rohde, C. 2017. Effect of MRI on breast tissue expanders and recommendations for safe use. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery 70 (12), 1702-1706. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2017.07.012>.

Mattila, K. 2010. Sädeturvapäivät 2010. Kannattaisiko sittenkin kuvata proteesiniveliä magneetilla?

Mavrogeni, S., Poulos, G., Kolovou, G. & Theodorakis, G. 2017. Magnetic resonance imaging-conditional devices: Luxury or real clinical need? *Hellenic Journal of Cardiology* 58 (4), 257. <https://doi.org/10.1016/j.hjc.2017.01.001>.

Mayer, R. E. 2005. Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 31.

McGinley, P. 2011. MRI safety 10 years later. Viitattu 11.11.2019, <https://www.psqh.com/analysis/mri-safety-10-years-later/>.

Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency. 2014. Safety Guidelines for Magnetic Resonance Imaging Equipment in Clinical Use. Viitattu 6.5.2020, <http://www.ismrm.org/smrt/files/con2033065.pdf>.

Miller, J., Nazarian S. & Halperin H. 2016. Implantable Electronic Cardiac Devices and Compatibility With Magnetic Resonance Imaging. *Journal of the American College of Cardiology* 68 (14), 1590-1592. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.06.068>.

Moghtader, D., Crawack, H-J., Miethke, C., Dörlemann, Z. & Shellock, F.G. 2017. Assessment of MRI issues for a new cerebral spinal fluid shunt, gravitational valve (GV). *Magnetic Resonance Imaging*. 2017 (44), 8-14.

Munn, Z., Moola, S., Lisy, K., Riitano, D. & Murphy F. 2015. Claustrophobia in magnetic resonance imaging: A systematic review and meta-analysis. *Radiography*. 2015 (21), 59-63.

Murphy, A. & Gaillard, F. 2020. Phase-encoded motion artifact. Viitattu 5.5.2020, <https://radiopaedia.org/articles/phase-encoded-motion-artifact-3?lang=us>.

Männistö, M. 2017. Taittuuko lääkelaastari? Sic! *Läketietoa Fimeasta*. 1/2017, 50-51.

National Health Service. 2019. Permanent make-up. Viitattu 9.1.2020, <https://www.nhs.uk/conditions/cosmetic-procedures/permanent-make-up/>.

Nikula, J. 2018. Siirretään ääntä. Viitattu 28.3.2020, <https://www.kuuloliitto.fi/2018/03/27/siirretaan-aanta/>.

Owens, S., Erturk, M., Ouanes, J., Murphy, J., Wu, C. & Bottomley, P. 2014. Evaluation of Epidural and Peripheral Nerve Catheter Heating During Magnetic Resonance Imaging. Viitattu 18.3.2020, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4208947/>.

Parviainen, H., Ovissi, A. & Helanterä, I. 2018. Magneettikuvauksen tehosteaineet. Duodecim. 2018 (134), 613-620.

Patel, S., Halpern, C., Shepherd, T. & Timpone, V. 2017. Electrical stimulation and monitoring devices of the CNS: An imaging review. Journal of Neuroradiology 44 (3), 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2016.12.005>.

Patentti- ja rekisterihallitus 2016. Aiesopimus. Viitattu 5.9.2020, <https://www.prh.fi/fi/keksijankasikirja/kaupankaynti/sopimuksentekeminen/sopimuksenpaakohdat.html>.

Platt, A., Wajda, B., Ingram, A., Wei, X-C. & Ells, A. 2017. Metallic intraocular foreign body as detected by magnetic resonance imaging without complications– A case report. American Journal of Ophthalmology Case Reports 7, 76-78. <https://doi.org/10.1016/j.ajoc.2017.06.010>.

Pokis 2015. Minkälaiset ovat hyvät nettisivut? Viitattu 12.11.2015, <https://pokis.fi/minkalaiset-ovat-hyvät-nettisivut/>.

Potilaan lääkärilehti. 2015. Munuaisten vajaatoiminta. Viitattu 19.1.2020, <https://www.potilaanlaakarilehti.fi/artikkelit/munuaisten-vajaatoiminta/>.

Radiologyinfo. 2019. Magnetic Resonance Imaging (MRI) Safety. Viitattu 28.3.2020, <https://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=safety-mr>.

Ray, J., Vermeulen M. & Bharatha, A. 2016. Association Between MRI Exposure During Pregnancy And Fetal And Childhood Outcomes. Viitattu 7.1.2020, <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2547756>.

Reddy, U., White, M. J. & Wilson, S. R. 2012. Anesthesia for magnetic resonance imaging. Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain. 2012 (12), 140-144.

Sandahl, J. 2012. Ny avancerad magnetkamera i Lund blir nationell resurs. Viitattu 11.11.2019, https://www.med.lu.se/nyheter/120222_tesla7.

Saunavaara, J. 2014. Vierasesineet – Mitä saa kuvata, mitä ei? Abstraktikirja: Sädeturvapäivät 2014, 66–67.

Saunavaara, J. & Saunavaara, V. 2018. Milloin vierasesine estää magneettikuvauksen? Duodecim, 134, 635–639.

Shellock, F.G. 2019. Guidelines for the Management of Patients with Vascular Access Ports Referred for MRI Procedures. Viitattu 28.3.2020, http://www.ismrm.org/smrt/safety_page/2019.Shellock.VAP.MRI.Guidelines.pdf.

Shellock, F. 2019. MRI Safety. Information and Terminology for THE LIST. Viitattu 3.11.2019, <http://www.mrisafety.com/Terminology.html>.

Shellock, F.G. 2020. MRI Safety. Information and Terminology for THE LIST. Viitattu 6.5.2020, <http://www.mrisafety.com/Terminology.html>.

Shellock, F.G. 2010. MRI Safety: Patients with insulin pumps require special cautions. Viitattu 11.1.2020, <https://www.diagnosticimaging.com/mri/mri-safety-patients-insulin-pumps-require-special-cautions>.

Silfverberg, P. 2007. Ideasta projektiksi. Projektinvetäjän käsikirja. Viitattu 18.9.2019, http://www.helsinki.fi/urapalvelut/materiaalit/liitetiedostot/ideasta_projektiksi.pdf.

Silva, S., Bampoe, S. & Scott, M. 2015. Magnetic resonance imaging safety of surgical clips and staples. Viitattu 19.3.2020, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/anae.13289>.

Slonimsky, E. & Mamourian, A. 2019. Magnetic Eyelashes: A New Source of MRI Artifacts. American Journal of Roentgenology. 2019 (213), 983-985.

Smith, T. B. & Nayak, K. S. 2010. MRI artifacts and correction strategies. Imaging Med. 2010 (2), 446.

Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. 2005. Radiologia. Helsinki: Sanoma Pro.

Sopimustieto.fi 2020. Yhteistyösopimus. Viitattu 5.9.2020, <https://sopimustieto.fi/sopimukset/LZKQ4O-yhteistyosopimus>.

Spain, A. 2014. Ferromagnetism. Viitattu 10.11.2019, <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/ferromagnetism>.

Srinivasan, R., So, C.W., Amin, N., Jaikaransingh, D., Arco, F. & Nash, R. 2019. A review of the safety of MRI in cochlear implant patients with retained magnets. Clinical Radiology 74 (12), 972. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2019.06.011>.

STUK 2019. Säteily terveydenhuollossa. Magneettitutkimus. Viitattu 22.10.2019, <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>.

STUK 2020. Säteily terveydenhuollossa. Magneettitutkimus. Viitattu 17.9.2020, <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>.

Suomen digimarkkinointi 2019. Hyvä verkkosivuston rakenne. Viitattu 12.11.2019, <https://www.digimarkkinointi.fi/blogi/hyva-verkkosivuston-rakenne>.

Suomen Tekstiili & Muoti. 2020. Epäorgaaniset kuidut. Viitattu 10.4.2020, <https://www.stjm.fi/toiminta-alueemme/tekstiilimateriaalit/tekokuidut/epaorganiset-kuidut/>.

Syvänne, M. 2019. Pallolaajennus avaa suonen tukoksen. Viitattu 7.5.2020, <https://sydan.fi/fakta/pallolaajennus-avaa-suonen-tukoksen/>.

Tekijänoikeuden tiedotus- ja valvontakeskus 2020. Tekijänoikeus. Viitattu 5.9.2020, <https://ttvk.fi/tekijanoikeus>.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2019. Potilasturvallisuus. Viitattu 27.10.2019, <https://thl.fi/fi/web/sote-uudistus/palvelujen-tuottaminen/potilasturvallisuus>.

Terveyskylä. 2020. Epiduraalinen kivunhoito. Viitattu 7.5.2020, <https://www.terveyskyla.fi/kivunhallintatalo/kipu-leikkauksen-j%C3%A4lkeen/puudutukset-leikkauksen-j%C3%A4lkeisen-kivun-hoidossa/epiduraalinen-kivunhoito>.

Thompson, R., Fowler, E., Culo, B. & Shellock F. 2020. MRI safety and imaging artifacts evaluated for a cannulated screw used for guided growth surgery. *Magnetic Resonance Imaging* 66, 219–224. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2019.11.005>.

Thornton, S. J. 2017. Technical challenges and safety of magnetic resonance imaging with in situ neuromodulation from spine to brain. *European Journal of Paediatric Neurology*. 21 (1), 232–241. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2016.06.001>.

Työterveyslaitos & STUK 2015. Henkilöstön työhyvinvointia edistävät toimintatavat magneettikuvaustyössä. 5–11. <https://www.tsr.fi/documents/20181/40645/111259-liite-MRI-opas.pdf/ac4fd1ef-d7a9-43a8-8ee5-77994428d54f>.

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003 Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

VSKK. 2018. Ohje ammattilaisille. Magneettitutkimus isokokoiselle potilaalle tai ahtaanpaikankammoiselle (klaustrofobia) potilaalle. Viitattu 31.3.2020, <https://hoito-ohjeet.fi/OhjepankkiVSSHP/Magneettitutkimus%20isokokoiselle%20tai%20ahtaan%20paikan%20kammoiselle%20potilaalle.pdf>.

Walter, M. 2019. Why magnetic eyelashes should not be worn during MRI scans. Viitattu 9.1.2020, <https://www.radiologybusiness.com/topics/care-delivery/magnetic-eyelashes-mri-scans-phantom-arrrs>.

Wang, J. & Hindman, N. 2018. Prevention of thermal burns from magnetic resonance imaging in patients with tattoos. Journal of The American Academy of Dermatology 80 (5), e101-e102. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2018.09.011>.

Wiley, J. & Sons Incorporated. 2014. Medical Imaging Based on Magnetic Fields and Ultrasounds. Viitattu 14.11.2019, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/oamk-ebooks/detail.action?docID=1650829>.

Wright, D. & Perkins, V. 2018. Magnetic resonance safety of the Freestyle Libre glucose monitoring system. Viitattu 28.3.2020, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/anae.14460>.

Zou, Y., Chu, B., Wang C. & Hu, Z. 2015. Evaluation of MR issues for the latest standard brands of orthopedic metal implants: Plates and screws. European Journal of Radiology 84 (3), 450–456. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.12.001>.

Öhman, M. 2020. Insuliinipumppu sopii monille, mutta ei kaikille. Viitattu 11.1.2020, https://www.diabetes.fi/inspis/diabeteksen_hoitaminen_ruoka/insuliinipumppu_sopii_monille_mutta_ei_kaikille.



Magneettitutkimusten kontraindikaatiot - verkkomateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille

Minkä vuosikurssin opiskelija olet?

1. vuosikurssin
2. vuosikurssin
3. vuosikurssin
4. vuosikurssin

Oletko suorittanut magneettikuvantamisen teoriakurssin ja harjoittelun?

Voit valita useamman vaihtoehdon

- Kyllä, teoriakurssin
- Kyllä, harjoittelun
- En kumpaakaan

Kuinka helppokäyttöinen Magneettitutkimusten kontraindikaatiot-verkkosivu mielestäsi oli?

	Erittäin helppokäyttöinen	Helppokäyttöinen	En osaa sanoa	Hankalakäyttöinen	Erittäin hankalakäyttöinen
Verkkosivun käyttö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kuinka moitteettomasti verkkosivu toimi?

	Erittäin moitteettomasti	Moitteettomasti	En osaa sanoa	Huonosti	Erittäin huonosti
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Erittäin moitteettomasti	Moitteettomasti	En osaa sanoa	Huonosti	Erittäin huonosti
Verkkosivun toimivuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Millä laitteella selasit verkkosivua?

- Tietokone
- Kännykkä
- Tabletti

Millä verkkoselaimella selasit verkkosivua?

- Google Chrome
- Microsoft Edge
- Internet Explorer
- Mozilla Firefox
- Muu, mikä?

Millä käyttöjärjestelmällä selasit verkkosivua?

- Android
- iOS
- Windows
- Muu, mikä?

Magneettitutkimusten kontraindikaatiot-verkkosivun ulkoasu

	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä
Ulkoasu on selkeä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä
Verkkosivua on miellyttävä selata	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verkkosivun värimaailma on miellyttävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuvat ovat havainnollistavia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Magneettitutkimusten kontraindikaatiot-verkkosivun kieli

	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä
Teksti on selkeää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teksti on helposti ymmärrettävää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekstissä ei ole kielioppivirheitä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Magneettitutkimusten kontraindikaatiot-verkkosivun hyödyllisyys

	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	En osaa sanoa	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä
Materiaali on helposti saatavilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiaali on käyttäjälähtöinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tulen käyttämään materiaalia opintojen, työharjoittelujen tai työnteon ohella	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opin materiaalin avulla jotain uutta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Olisitko kaivannut verkkosivulle vielä jotain muuta tietoa?

- Kyllä, mitä
- En

Hei!

Olemme kolmannen vuoden röntgenhoitajaopiskelijoita Oulun Ammattikorkeakoulusta ja teemme opinnäytetyötä aiheesta **Magneettitutkimusten kontraindikaatiot**. Aiheesta syntyi verkkosivusto opiskelumateriaaliksi röntgenhoitajaopiskelijoille. Toivomme, että tutustut verkkosivustoomme ja vastaat palautekyselyyn. Palautekyselyyn vastaamiseen kuluu aikaa noin 5 minuuttia. **Linkit verkkosivustolle ja palautekyselyyn löytyvät sähköpostin lopusta.**

Kysely on tarkoitettu Oulun Ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelijoille ja kysely toteutetaan **täysin anonymisti**. Kyselystä saatavia palautteita käytetään materiaalin kehittämiseen sekä opinnäytetyön arviointiin.

Toivomme, että vastaisit kyselyyn mahdollisimman pian, mutta viimeistään kahden viikon kuluessa. **Vastausaika päättyy 31.5.2020 klo 23:59.**

Ystävällisin terveisin,

Oona Siivola, Johanna Adolfsen & Jenna Järvi, RAD17SP

Linkki verkkosivustolle:

<https://mrioppiari.wixsite.com/mrikontrat>

Linkki palautekyselyyn:

<https://link.webropolsurveys.com/R/E4E4FC0E5DCB3A00>