

Laura-Elina Lahtela 1503377

Sikiön magneettikuvaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja YAMK

S1215S6

Opinnäytetyö

26.4.2017

Tekijä(t) Otsikko	Laura-Elina Lahtela Sikiön magneettikuvaus
Sivumäärä Aika	47 sivua + 5 liitettä 26.4.2017
Tutkinto	Röntgenhoitaja YAMK
Koulutusohjelma	Kliininen asiantuntija
Suuntautumisvaihtoehto	Kliininen asiantuntija
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Eija Metsälä Hallinnollinen osastonhoitaja Birgitta Katevuo
<p>Magneettikuvauslaitteiden ja tekniikoiden kehittyessä sikiön magneettitutkimuksia tehdään lisääntyvässä määrin. Sikiön magneettikuvaus vaatii tietoa, taitoa ja perehtyneisyyttä röntgenhoitajalta. Opinnäytetyön tarkoituksena ja tavoitteena oli tuottaa tietoa sikiön magneettikuvauksien toteutuksesta sekä syventää röntgenhoitajien osaamista ja tietoutta aiheesta.</p> <p>Verkkokyselyllä kartoitettiin yliopistosairaaloiden (n=5) röntgenhoitajilta (n=45) sikiön magneettitutkimusten nykyisiä kuvauskäytäntöjä. Systemaattisella kirjallisuushaulla valikoituneet julkaisut (n=10) käsittelivät sikiön magneettitutkimuksissa käytettyjä kuvaustekniikoita. Verkkokyselyn aineisto analysoitiin kuvailevin tilastollisin menetelmin ja avointen kysymysten aineisto teemoiteltiin. Systemaattinen kirjallisuushaun analysointi tapahtui teoriasidonnaisella teemoittelulla. Kehittämistehtävänä luotiin tutkimusohje Varsinais-Suomen kuvantamiskeskuksen AD2-röntgenosastolle sikiön magneettitutkimuksista, jota voidaan hyödyntää sikiön magneettikuvauksia suunniteltaessa ja tehdessä.</p> <p>Tulosten perusteella sikiön magneettikuvaus on haastava kuvaus tekijälleen. Hyvät esivalmistelut ja asetelu kuvaukseen ovat onnistuneen kuvauksen kannalta olennaisia. Potilasturvallisuus on ensiarvoisen tärkeää. Röntgenlääkärin paikallaolo kuvauksen aikana katsotaan välttämättömäksi ja yhteistyö fyysikoiden kanssa tarpeelliseksi. Suurimmaksi haasteeksi koetaan sikiön liikehdintä kuvauksen aikana sekä riittävän kuvanlaadun aikaansaaminen. Gradienttikaikupohjaiset kuvasarjat ovat yleisimpiä sikiön kuvauksissa käytettyjä sekvenssejä. Kuvauksen nopeuttamiseen suositellaan rinnakkaiskuvauksen käyttöä. Navigaatio-ohjatun triggauksen tekniikan ja reaaliaikaisen cine-tekniikan käyttö ovat aiheellisia sikiön magneettikuvantamisessa.</p>	
Avainsanat	Sikiön magneettikuvaus, magneettitutkimus, MRI, sikiö

Author(s) Title	Laura-Elina Lahtela Fetal MRI
Number of Pages Date	47 pages + 5 appendices 26 April 2017
Degree	Master of Health Care
Degree Programme	Clinical Expert
Specialisation option	Clinical Expert
Instructor(s)	Eija Metsälä, Principal Lecturer Birgitta Katevuo, Head Radiographer
<p>The development of MRI scanners and techniques has made fetal MRI more common study these days. Radiographers need special training to perform a diagnostic fetal MRI scan. The aim of this study was to produce information to radiographers about fetal magnetic resonance imaging and create a guide to help perform a fetal mri study. The guide was made in collaboration with Medical Imaging Centre of Southwest Finland.</p> <p>The research methods were online survey and systematic literature review. An online survey inquire the correct practice of fetal MRI. The data was gathered from radiographers (n=45) involved in fetal MRI studies from five different university hospitals. Systematic literature review gave result of ten scientific article. The articles covered different fetal magnetic resonance imaging techniques. The onlive survey data was analyzed with descriptive statistical methods and systematic literature search were analyzed to themes.</p> <p>According the results fetal MRI scan is challenging. Good preparations are essential and patient safety is of pivotal importance. The presence of radiologist during the scan is prerequisite and collaboration with physicists necessary. The major challenges are the motion of the fetus during the scan and obtaining good image quality. Gradient echo based sequences are the most common used sequences in fetal MRI. Parallel imaging is recommended to reduce the scan time. Navigated triggering and cine techniques are worth considering as a part of fetal MRI protocol.</p>	
Keywords	Fetal MRI, Magnetic Resonance Imaging, Fetus

Lyhenteet

B₀ Magneettikenttä

FA Kääntökulma (Flip Angle)

FID FID-signaali (Free Induction Decay)

FOV Kuva-ala (Field of View)

GE Gradienttikaiku (Gradient Echo)

GE General Electric

RF Radiotaajuus (Radio Frequency)

SAR Ominaisabsorptionopeus (Specific Absorption Rate)

SNR Signaali-kohinasuhde (Signal to Noise Ratio)

SE Spinkaiku (Spin Echo)

SWI Suskeptibiliteettikuvaus (Susceptibility Weighted Imaging)

T Tesla

T1 T1-relaksaatio

T2 T2-relaksaatio

TE Kaikuaika (Time of Echo)

TR Toisto aika (Time of Repetition)

TYKS Turun yliopistollinen keskussairaala

VSKK Varsinais-Suomen kuvantamiskeskus

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Magneettikuvaus	2
2.1	Magneettikuvauksen perusteet	2
2.2	Perussekvenssit	3
2.3	Magneettikuvauslaitteet	5
3	Sikiön magneettikuvaus	6
3.1	Magneettikuvauksen turvallisuus raskauden aikana	7
3.2	Sikiön magneettitutkimuksen esivalmistelut ja kuvaus	8
4	Varsinais-Suomen kuvantamiskeskus	10
5	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimustehtävä	11
6	Aineisto ja tutkimusmenetelmät	11
6.1	Tutkimusasetelma	11
6.2	Systemaattinen kirjallisuushaku	12
6.3	Verkkokysely	16
6.4	Aineiston analyysi	17
6.5	Kuvausohjeen laatiminen	18
7	Tulokset	18
7.1	Sikiön magneettitutkimuksen nykyiset kuvauskäytännöt	18
7.1.1	Vastaajien perustiedot	19
7.1.2	Sikiön magneettitutkimuksen suunnittelu	22
7.1.3	Raskaana olevan potilaan esivalmistelut	23
7.1.4	Sikiön magneettikuvauksen suorittaminen	24
7.1.5	Turvallisuus sikiön magneettitutkimuksessa	25
7.1.6	Osaaminen ja koulutus	26
7.2	Röntgenhoitajien kokemuksia sikiön magneettitutkimuksista	27
7.2.1	Sikiön magneettitutkimusten suunnittelun nykytilanne	27
7.2.2	Onnistuneen kuvauksen lähtökohtana toimivat esivalmistelut	29
7.2.3	Kuvauskäytännöt	30
7.2.4	Tavoitteena parempi kuvanlaatu	32
7.2.5	Sikiön magneettikuvauksen haastaa tekijänsä	33
7.2.6	Potilasturvallisuus sikiön magneettikuvauksessa	35

7.2.7	Yhteistyö avainasemassa sikiön magneettitutkimuksissa	36
7.2.8	Sikiön magneettikuvauksen tiedon ylläpito	37
7.3	Sikiön magneettikuvauksien viimeisin kuvaustekniikka	38
7.3.1	Systemaattisen kirjallisuushaun artikkeleiden esittely	38
7.3.2	Artikkeleiden kuvaustekniikat	39
8	Pohdinta	42
8.1	Opinnäytetyön eettisyys	42
8.2	Opinnäytetyön menetelmien luotettavuus	42
8.3	Sikiön magneettikuvausten kuvauskäytännöt	44
8.4	Uusin hyödynnettävä magneettikuvaustekniikka	46
8.5	Kuvausohje	47
9	Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset	47
	Lähteet	49
	Liitteet	
	Liite 1. Verkkokysely	
	Liite 2. Verkkokyselyn saatekirje	
	Liite 3. Systemaattisen kirjallisuushaun artikkeleiden haku	
	Liite 4. Systemaattisen kirjallisuushaun artikkeleiden kuvaus	
	Liite 5. Kuvio systemaattisen kirjallisuushaun tuloksista	
	Liite 6. Sikiön magneettikuvauksen tutkimusohje röntgenhoitajille	

1 Johdanto

Sikiön magneettitutkimukset yleistyvät terveydenhuollossa ja aiheesta kaivataan ammattillista lisätietoa. Säteilyturvakeskus julkaisussa ”Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011” sikiön magneettitutkimusten määräksi raportointiin vuonna 2011 yhteensä 65 tutkimusta. Vuonna 2016 julkaisussa ”Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015” sikiön magneettikuvauksia raportoitiin 131 kappaletta. Luvut perustuvat radiologisiin tutkimus ja toimenpideluokitusten kirjaamiskoodilla kirjattuihin tutkimuksiin. Todellisuudessa luvut ovat vielä suuremmat, sillä sairaalat voivat myös itse määrittää sikiön magneettitutkimusten kirjaamiskoodinsa. (Säteilyturvakeskus 2013; Säteilyturvakeskus 2016).

Kuvantamisteknologian kehitys on tuonut ulottuville kuvaustekniikoita, joilla sikiöitä pystytään kuvaamaan aiempaa paremmin. Aihe vaatii erityistä tuntemusta ja perehtyneisyyttä röntgenhoitajalta. Sikiön magneettitutkimuksista on tehty lukuisia tieteellisiä tutkimuksia, mutta röntgenhoitajille suunnattua tietoa on niukasti saatavilla ja tutkimusohjelle koetaan tarvetta. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa tietoa sikiön magneettikuvaustutkimusten toteutuksesta. Tavoitteena on röntgenhoitajien osaamisen kehittäminen ja tiedon syventäminen. Opinnäytetyössä käsitellään sikiön magneettitutkimusten tämän hetkisiä kuvauskäytäntöjä sekä uusimpia hyödynnettäviä kuvaustekniikoita. Työ tehtiin yhteistyössä Varsinais-Suomen kuvantamiskeskuksen kanssa. (Brown – Estroff – Barnewolt 2004; Plunk – Chapman 2014; Saleem 2014)

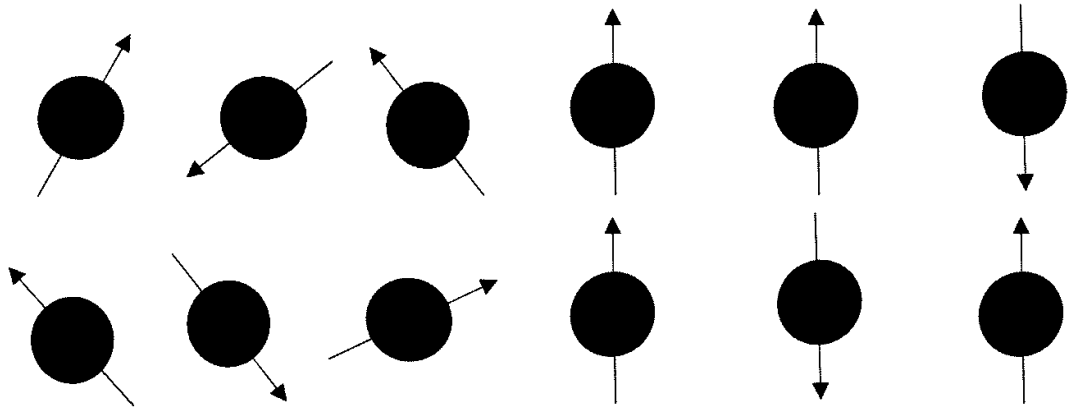
Magneettikuvaus on lääketieteellinen kuvantamismenetelmä, jossa ei käytetä ionisoivaa säteilyä. Sikiön magneettikuvausaiheita ovat pääasiassa erilaiset rakennehäiriöt ja kasvaindiagnoosi. Usein poikkeavat löydökset tulevat esille ultraäänitutkimuksissa ja magneettitutkimuksen avulla selvennetään sikiön tilannetta tarkemmin lopullisen diagnoosin saavuttamiseksi sekä mahdollisen hoidon suunnittelussa. Magneettikuvaus suoritetaan yleensä 18. raskausviikon jälkeen, jolloin sikiö on tarpeeksi kehittynyt ja kuvauslöydökset ovat helpommin tulkittavissa. Sikiön magneettikuvauksen ei ole todettu aiheuttavan vaaraa sikiölle eikä lisääntyneitä riskejä esimerkiksi kuulon alenemiseen, kasvuun tai kehitykseen liity. (Brown ym. 2004; Jurvelin - Nieminen 2005: 58.)

2 Magneettikuvaus

2.1 Magneettikuvauksen perusteet

Magneettikuvaus on lääketieteellinen kuvantamismenetelmä, joka perustuu kehossa olevien protonien eli vety-ytimien ydinmagneettiseen resonanssiin. Magneettikenttää kuvataan magneettivuon tiheys-suureella, jonka yksikkönä on tesla (T). Lääketieteellisessä kuvantamisessa käytetään pääsääntöisesti 1,5T ja 3T korkeakenttäisiä magneettilaitteita. Magneettikuvauslaitteilla saadaan erotuskyvyltään hyvin tarkkoja leikekuvia halutusta kohteesta vapaasti valittavissa kuvaussuunnissa. Erinomaisen pehmytosakontrastin ansiosta magneettikuvaus on ylivoimainen menetelmä muun muassa pehmytosien ja keskushermoston kuvantamistutkimuksissa. Menetelmänä magneettikuvaus on yleistynyt nopeasti. Magneettikuvauslaitteita on maamme kaikissa yliopisto- ja keskussairaloissa sekä kymmenissä yksityisen terveydenhuollon yksiköissä. Magneettikuvaushuoneessa voimakas staattinen magneettikenttä on jatkuvasti päällä vetäen puoleensa ferromagneettisia esineitä. Potilaan ja henkilökunnan turvallisuudesta huolehtiminen on tärkeä osa magneettikuvantamisen parissa työskentelyä. (Hamberg – Aronen 1992; McRobbie – Moore – Graves – Prince 2007:167-170.)

Magneettikuvauksessa käytetään hyväksi ihmisen kehon kudoksissa olevia vetyatomien ytimiä eli protoneja. Vety-ytimillä on sähköinen varaus ja siksi ne pyörivät koko ajan akselinsa ympäri. Pyörivää protonia kutsutaan spiniksi. Pyöriminen aiheuttaa virtasilmukan, joka synnyttää pienen magneettikentän. Protonit pyörivät satunnaisessa järjestyksessä (Kuva 1.), mutta joutuessaan vahvaan ulkoiseen magneettikenttään (B_0) ne reagoivat (Kuva 2.), jolloin osa asettuu kohtisuoraan magneettikenttään ja osa sitä vastaan. Magneettikenttä aiheuttaa myös vääntömomentin, jota kutsutaan prekessioksi. Prekessioliiken taajuus määräytyy magneettikentän mukaan eli mitä suurempi kenttävoimakkuus on, sitä suurempi prekessioliikkeen taajuus on. Prekessioliikkeen taajuutta kutsutaan myös Larmor –taajuudeksi. Larmor-taajuus määrää virityspulssin taajuuden. (Schild 1990: 7-11; McRobbie ym. 2007: 138-143.)



Kuva 1. Spinin satunnaisessa järjestyksessä Kuva 2. Spinin magneettikentässä (B_0)

Potilaaseen lähetettäessä *radiotaajuinen* ($RF = \text{Radio frequency}$) pulssi vety-ytimet virittyvät. RF-virityspulssi aiheuttaa spinien väntömomentin sekä vaiheistumisen ja siitä syntyy magneetin poikittaistuminen. RF-pulssin kesto vastaa aina tietyn asteen poikkeamaa. Kun RF-pulssi lopetetaan, pyrkivät protonit automaattisesti palaamaan samaan tilaan ennen virityspulssia ja tätä kutsutaan relaksoitumiseksi. (Schild 1990:17,39; McRobbie ym. 2007:31-32.)

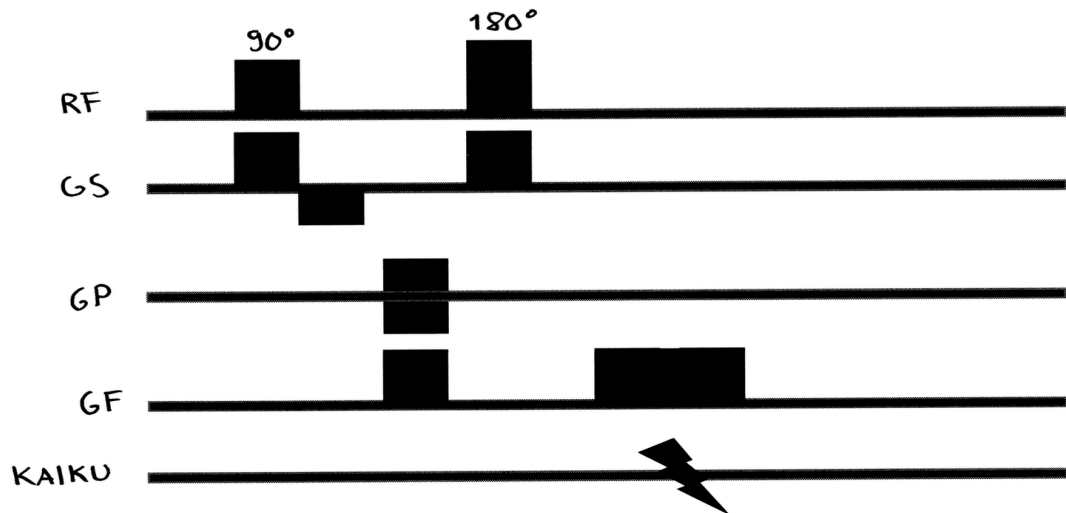
Relaksoituminen tapahtuu kahdella eri tavalla; *pitkittäisellä* (T_1 -relaksaatio) ja *poikittaisella* (T_2 -relaksaatio). Pitkittäinen magnetisaatio saavuttaa maksiminsa T_1 aikavakion määräämällä nopeudella, kun taas poikittainen nettomagnetisaatio palaa alkutilaansa T_2 relaksaatioajalla. Relaksaation aikana syntyy radiotaajuinen FID-signaali (Free Induction Decay), joka mitataan. FID-signaalin voimakkuuteen vaikuttavat relaksaatioajat ja protonitiheys. Eri kudoksilla on omat relaksaatioaikansa ja kun ne kerätään kuvaan, ne näkyvät eri harmaan sävyinä kuvaussekvenssistä riippuen. (Schild 1990:28-30,44; McRobbie ym. 2007:3.)

2.2 Perussekvensit

Magneettikuvauksessa käytetään erilaisia kuvaussekvenssejä tutkimusten suorittamiseen. Nämä kaikki kuitenkin perustuvat joko spinkaikuun tai gradienttikaikuun.

Spinkaikusekvenssi ($SE = \text{Spin Echo}$) on yleisin käytetty kuvaussekvenssi (Kuva 3.) magneettitutkimuksissa. Se koostuu 90 asteen pulssista ja 180 asteen pulssista. 90 asteen

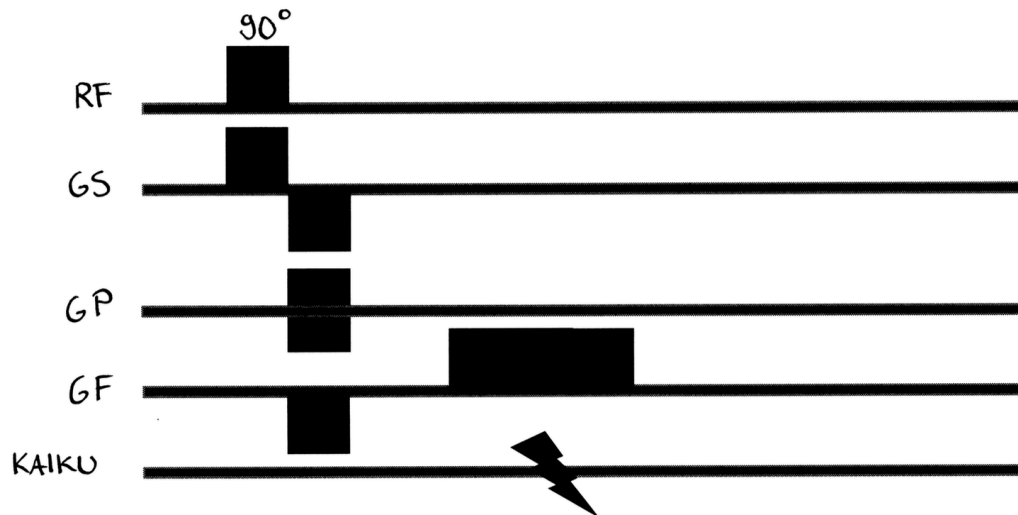
pulssi häiriinnyttää spinit ja 180 asteen pulssi kääntää spinien vaihekulmat päinvastaisiksi. Tämän jälkeen spinit palaavat alkuperäiseen vaiheeseen ja aikaansaavat spinikaiun, mistä FID-signaali saadaan mitattua. (Schild 1990: 58; McRobbie ym. 2007, 141–146.)



Kuva 3. Spinkaikusekvenssi

TR (Time of Repetition) eli toisto aika kertoo pulssien toistojen määrän millisekunneissa. Lyhyt TR on alle 500 millisekuntia ja pitkä TR on yli 1500 millisekuntia. TE (Time of Echo) eli kaikuaika kertoo kaiun ajan millisekunneissa. Lyhyt TE on alle 30 millisekuntia, kun taas pitkä TE on yli 80 millisekuntia. Magneettikuvien painotus on eri, kun käytetään eri TR ja TE aikaa. Yleisesti ottaen T1 painotteisilla kuvilla on sekä pitkä TR ja TE, kun taas T2 painotteisilla kuvilla on lyhyt TR ja lyhyt TE. (Schild 1990: 50-60.)

Gradienttikaikusekvenssissä (GE= Gradient Echo) 90 asteen virityspulssin jälkeen tuotetaan negatiivinen gradienttikaista, johon spinit reagoivat (Kuva 4.) Negatiivisen gradienttikaistan jälkeen käytetään positiivista gradienttikaistaa, joka kääntää myös magneettikentän gradientin. Tällöin spinit alkavat jälleen palautua alkuperäiseen vaiheeseen. Tietyn ajan kuluttua kaikki spinit palaavat alkutilaansa ja tuottavat gradienttikaiun. (Schild 1990: 81; McRobbie ym. 2007: 141–146.)



Kuva 4. Gradienttikaikusekvenssi

2.3 Magneettikuvauslaitteet

Magneettikuvauslaitteet jaetaan matalakenttäisiin (alle 0,3T), keskikenttäisiin (0,3-0,99T) ja korkeakenttäisiin (yli 1 T) laitteisiin. Lääketieteellisessä kuvantamisessa käytetään pääsääntöisesti suljettuja korkeakenttälaitteita. Sikiön magneettikuvauksissa suositetaan 1,5T korkeakenttälaitteita. (Jurvelin-Nieminen 2005:68; McRobbie ym. 2007:168.)

Magneettikuvauslaitteet koostuvat staattisesta magneetista, RF-vastaanotin ja – lähetinkeloista, gradienttikeloista, jäähdytysjärjestelmästä ja ohjauskonsolista. Magneettikuvauslaitteet sijoitetaan huoneeseen, jota ympäröi Faradayn häkki. Faradayn häkki estää ulkopuolisten ja haitallisten radiotaajuuspulssien pääsyä kuvaushuoneeseen. Esimerkiksi radioiden ja kännyköiden radioaallot voivat aiheuttaa kuviin erilaisia vääristymiä. Staattinen magneettikenttä on koko ajan kuvaushuoneessa päällä, kun taas gradienttikeloilla aikaan saadut kentät ovat päällä vain kuvaustilanteessa. (Jurvelin - Nieminen 2005:68; McRobbie ym. 2007: 172.)

Gradienttikelat ovat muuteltavia. Niiden voimakkuuteen ja keston voidaan vaikuttaa, sillä ne ovat päällä ainoastaan kuvaustilanteessa. Gradienttikeloja on kolme paria ja ne ovat aseteltu kohtisuoraan toisiaan vasten niin, että yksi kenttä on aina samansuuntainen staattisen magneetin kentän kanssa. Näitä kutsutaan myös taajuus-, vaihe- ja leik-

keenvalintagradienteiksi. Muuttuvat gradienttikentät synnyttävät potilaan kehossa sähköisiä induktiokenttiä sekä –virtoja, jotka voivat ilmetä huimauksena tai hermostimulaation aiheuttavina nykäyksinä ja kihelmöintinä kehossa. Tuntemukset ovat vaarattomia, mutta ne ovat usein kuvattu epämiellyttäväiksi (Jurvelin -Nieminen 2005: 60; Schild 1990: 86-89; McRobbie ym. 2007:173-175.)

RF-kelat toimivat sekä vastaanotin- että lähetinkeloina. Niiden kautta lähetetään radio- taajuisia virituspulsseja ja vastaanotetaan kohteesta tulevaa FID-signaalia. Keloilla saadaan tarkkuutta parannettua tuomalla ne hyvin lähelle kuvattavaa kohdetta ja käyttämällä niitä ohjeiden mukaisesti. Eri kuvauskohteille on suunniteltu omanlaisensa kelat. RF-kenttä toimii kuvauksessa tietyllä taajuudella. Taajuus määräytyy käytettävästä kuvauslaitteesta (Jurvelin - Nieminen 2005: 61; McRobbie ym. 2007: 181,185.)

3 Sikiön magneettikuvaus

Sikiöön liittyneitä magneettitutkimuksia on tehty yli kolmenkymmenen vuoden ajan. Kuvanlaadusta ja kuvaustekniikasta johtuen sikiöitä ei aluksi suoranaisesti pystytty kuvaamaan vaan magneettikuvausindikaatiot koskivat lähinnä raskaana olevaa naista tai istukan häiriöitä. Laitteiston ja kuvaustekniikoiden kehittyessä sikiön kuvaus on tullut mahdolliseksi ja nykyään magneettikuvauksella päästään hyvin tarkkaan kuvanlaatuun. Magneettikuvaus soveltuu raskaana olevan potilaan kuvantamiseen, kun indikaatiot kuvaukselle täyttyvät. Sikiön magneettikuvausindikaatioiden ohjenuora on magneettitutkimuksella saavutettu tieto, jota ei saada selville muilla menetelmillä tai tutkimuksella saavutettua tietoa tarvitaan hoitopäätöksen tekoon jo ennen kuin raskaus päättyy (Smith – Adam– Phillips 1983; Smith – MacLennan – Abramovich – MacGilivray – Hutchison 1984; Brown – Estroff – Barnewolt 2004)

Ultraäänitutkimus on edelleen sikiön ensisijainen kuvantamismuoto. Alhaiset käyttökustannukset, tutkimusten turvallisuus, helppo saatavuus sekä reaaliaikainen kuva ovat ultraäänien etuja. Ultraäänitutkimuksilla on kuitenkin rajoituksensa. Ultraäänitutkimukset ovat hyvin käyttäjä- ja tulkitsijariippuvaisia ja esimerkiksi raskaana olevan naisen lihavuus, lapsiveden niukkuus tai sikiön asento kohdussa saattavat hankaloittaa ultraäänitutkimusten tekoa sekä tulkintaa. Magneettikuvausta hyödynnetäänkin usein lisätutkimuksena ultraäänitutkimusten rinnalla, varsinkin sikiöiden poikkeavuuksien ja rakennehäiriöiden tarkastelussa. Sikiön magneettikuvauksia ja ultraäänitutkimuksia voidaan pitää toisiaan täydentävinä tutkimuksina. Magneettitutkimusten eduiksi lasketaan muun

muassa kuvien erinomainen pehmytkudosten kontrasti ilman ionisoivaa säteilyä sekä vapaasti valittavat kuvaussuunnat. Teknisesti kuvauksia pystytään suorittamaan kaikilla klinikoilla, joissa magneettikuvauslaitteita on, mutta käytännössä kuvauksien vaatima erikoisosaaminen on rajannut kuvaukset yliopistosairaaloihin ja isoimpiin keskussairaaloihin (Brown ym. 2004; Plunk – Chapman 2014).

3.1 Magneettikuvauksen turvallisuus raskauden aikana

Magneettikuvausta voidaan pitää turvallisena menetelmänä raskaana olevan kuvantamisessa, sillä kuvauksella saavutetut hyödyt ovat teoreettisia riskejä suuremmat. Voimakkaiden sähkömagneettisten kenttien vaikutuksista ihmiskehoon ei täysin tunneta. Suurin osa tieteellisistä tutkimuksista ovat osoittaneet, ettei sikiölle koidu vaaraa kuvauksesta tai todistettavaa lisääntyntä riskiä esimerkiksi kuulon alenemiseen, kasvuun tai kehitykseen liittyen. Yleisen ohjeistuksen puuttuessa käytäntönä on, että jokaisen raskaana olevan potilaan kuvauksen tarpeellisuus pohditaan tapauskohtaisesti ja magneettikuvausta vältetään raskauden ensimmäisen kolmanneksen ajan, jolloin sikiön kehitys on herkimmillään. Röntgenhoitajien ja muiden magneettiosastolla työskentelevien on noudatettava tarkasti turvallisia magneettikuvauskäytäntöjä (Expert Panel on MR Safety 2013; Brown ym. 2004; Plunk – Chapman 2014; Timonen – Komsu – Tähtinen 2014; 4.)

Tieteelliset kokeet eivät ole paljastaneet soluviljelyissä esimerkiksi solun kasvua, dna-vaurioita tai muita biologisia tapahtumia ihmiskudoksissa lyhytaikaisen altistuksen aikana vahvassa staattisessa magneettikentässä, gradienttikentissä tai RF-pulsseilla (Guisasola – Desco – Millan – Villanueva – Garcia-Barreno 2002.) Muutamat eläinkoetutkimukset väläyttävät staattiselle magneettikentälle altistuksen lisäävän alkioiden ja sikiöiden kuolemia (Narra – Howell – Goddu – Rao 1996; Mevissen– Buntenkötter – Löscher 1994.) Suurin osa tutkimuksista eivät kuitenkaan tue näitä väittämiä ja pääsääntöisesti lyhyttä altistusta magneettikentille ei pidetä vaarallisena (Sato – Yamaguchi – Miyamoto – Kinouchi 1992; Wiskirchen, J. – Groenewaele – Kehlbach – Heinzelmänn – Wittau– Rodemann – Claussen – Duda 1999; Guisasola ym. 2002; Expert Panel on MR Safety 2013.)

Yleisimmät huolenaiheet sikiön magneettikuvantamisessa ovat laitteen kuvauksen aikainen melu, voimakkaat sähkömagneettiset kentät ja RF-pulssit. Gradienttikelat aiheuttavat kovaa mekaanista ääntä magneettitutkimuksen aikana ja kuvattavan potilaan kuuloa suojataan aina korvatulpilla, kuulosuojaimilla tai näiden kahden yhdistelmällä. Kaikki

magneettikuvauslaitteet pitävät pääsääntöisesti kovaa ääntä ja äänen voimakkuus ko-
hoaa kenttävoimakkuuden noustessa. Sikiön kuuloa ei pystytä suoranaisesti suojaa-
maan, mutta lapsivesi heikentää sikiöön altistuvaa melua. Tieteellisesti on osoitettu, että
sikiön magneettitutkimuksessa mahdollisuus kuulovaurioon on hyvin pieni (Price – De
Wilde – Papadaki – Curran – Kitney 2001; Baker – Johnson – Harvey – Gowland –
Mansfield 1994; Gover – Hykin – Gowland – Wright – Johnson – Mandfield 1995.)

Korkeat lämpötilat voivat olla vahingollisia sikiön kehitykselle. Potilaan kudosten lämpe-
nemistä seurataan ominaisabsorptionopeusarvon (SAR= Specific Absorption Rate)
avulla magneettitutkimuksissa, sillä RF-pulssit saavat aikaan potentiaalisen riskin kudosten
lämpenemiseen. Ominaisabsorptionopeus kuvaa kuinka paljon energiaa radiotaajui-
sesta sähkömagneettisesta kentästä absorboituu ihmiskehon kudoksiin. Kaikissa lääke-
tieteellisissä käytössä olevista magneettilaitteissa on ohjelmoituna SAR-arvon turvalli-
suusrajat, jotka pitävät huolta siitä, ettei kudosten liiallista lämpenemistä tapahdu. Turva-
rajat ovat kuitenkin määritelty keskimääräiselle kuvauskohteelle eivätkä ne sellaisenaan
ota huomioon potilaan yksilökohtaisia eroja kuten esimerkiksi raskautta tai kuumetta.
(Nyberg– Jokela 2006.) Hand – Li – Thomas – Rutherford (2006) tutkimuksen mukaan
raskaana olevan potilaan saavuttama maksimaalinen SAR-arvo lantion alueella 1,5 T- ja
3T - magneettilaitteilla vastasi 40-70%:n SAR-arvoa sikiöllä. Sikiön saavuttamat SAR-
arvot olivat kuvattavan äidin arvoja pienemmät eli sikiön lämmön nousu magneettitutki-
muksen aikana on suhteellisen vähäistä. Turvallisuusrajoja ja –käytänteitä on silti syytä
noudattaa.

3.2 Sikiön magneettitutkimuksen esivalmistelut ja kuvaus

Esivalmistelut ovat erittäin tärkeitä onnistuneen magneettikuvauksen kannalta. Henkilö-
kunnan lämmin vastaanotto, rauhallisuus ja magneettitutkimuksen läpikäyminen poista-
vat huolta ja jännitystä. Läheisen ihmisen mukaan ottaminen kuvaushuoneeseen saattaa
myös rauhoittaa kuvattavaa. Raskaana olevat potilaat haastatellaan mahdollisten vasta-
aiheiden vuoksi. Kuvauksen mahdollisia vasta-aiheita ovat muun muassa aneurys-
maklipsit, sisäkorvaimplantit, neurostimulaattorit, stentit, coilit, portit ja välikorvaprotee-
sit. Ferromagneettiset esineet ja ferromagneettisia aineita sisältäviä esineitä kuten esi-
merkiksi kellot, korut, hiuspinnit ja rintaliivit täytyy poistaa ennen tutkimusta. Metallit ai-
heuttaa vääristymää magneettikuvaan ollessaan kuvauskentässä tai sen välittömässä
läheisyydessä. Staattinen magneettikenttä vetää ferromagneettisia esineitä puoleensa,
joten mitään ferromagneettisia esineitä ei saa viedä kuvaushuoneeseen. Mahdollisten

vaaratilanteiden välttämiseksi röntgenhoitajat haastattelevat potilaat tarkoin ennen tutkimusta. Kuvauksen kesto ei saisi ylittää tuntia, jotta raskaana oleva potilas jaksaa tutkimuksen (Shellock – Karacozoff 2013; Plunk – Chapman 2014; Timonen ym. 2014; 2.)

Riittävä nesteytys ja normaali syöminen ovat suositeltavia ennen tutkimusta, sillä raskaana olevan potilaan tulisi olla mahdollisimman hyvävointinen kuvauksessa. Virtsarakko olisi syytä tyhjentää juuri ennen kuvauksen alkua, ettei mahdollinen virtsaamisen tarve keskeytä tutkimusta. Raskaana oleva nainen asetellaan joko selälleen tai vasemmalle kyljelle, joko pää tai jalat edellä putkeen. Lantion päälle asetellaan erillinen kuvauskela parantamaan kuvan laatua. Asettelu riippuu siitä, miten raskaana oleva nainen koee vointinsa. Selällään ollessa on mahdollista, että sikiö painaa alaonttolaskimoa, joka vaikeuttaa naisen elimistön verenkiertoa ja voi johtaa esimerkiksi pyörtymiseen kesken kuvauksen. Röntgenhoitajat voivat tukityynyillä muokata asennon mahdollisimman hyväksi, jotta kuvattavan olo saadaan mahdollisimman mukavaksi. Kuvattavalle asetetaan kuulosuojaimet korville, joista yleensä on mahdollista kuunnella musiikkia. Musiikilla on todettu olevan rauhoittava vaikutus kuvattavaan potilaaseen. Hälytyskello annetaan käteen, jota painamalla potilas voi viestiä olotilansa muutoksista (Plunk – Chapman 2014; Saleem 2014.)

Sikiön magneettikuvauksessa kuvaussuunnat suunnitellaan sikiön anatomian mukaisesti. Röntgenhoitajan on huomioitava sikiön liike. Uudet kuvasarjat suunnitellaan aina edellisiin kuvasarjoihin, jolloin kuvaussuunnat pysyvät mahdollisimman tarkkoina ja oikeina. Tarvittaessa on otettava uusia suunnittelusarjoja, jotta oikeat kuvaussuunnat toteutuvat. Kuva-alan (FOV) riittävyyteen on kuvauksen alusta asti syytä kiinnittää huomiota, sillä liian pieni kuva-ala aiheuttaa kuviin aliasoitumista. Aliasoituminen aiheuttaa pahimmillaan suuren artefaktan keskelle kuvaa, joka vaikeuttaa merkittävästi kuvien tulkintaa. (Brown ym. 2004; Plunk – Chapman 2014; Saleem 2014.)

Magneettitutkimuksissa on tärkeää olla liikkumatta, sillä lähes kaikki kuvasarjat ovat liikeherkkiä. Liike aiheuttaa kuviin epätarkkuutta, joka puolestaan vaikeuttaa diagnoosintekoa. Liikettä aiheuttavat muun muassa potilaan hengitys tai tahattomista hermostimulaatioista tulevat nykäykset. Hengitysliikettä minimoidaan sarjoilla, joissa pidätetään hengitystä ja nykäyksiä voidaan ehkäistä hyvällä asettelulla sekä kuvattavan kohteen riittäväällä tukemisella. Sikiön magneettitutkimuksissa sikiön asentoon tai liikkeisiin ei pystytä vaikuttamaan. Aikaisemmin sikiön liikkeitä vähennettiin sedaation avulla. Nykyisin sikiön rauhoittamista lääkkein ei suositella. Sikiö pystyy vapaasti liikkumaan lapsivedessä ja

magneettikuvauksen aiheuttama kova ääni jopa provosoi sikiön liikehtimään. Sikiön magneettikuvaukset suoritetaan yleensä nopeilla kuvasarjoilla, jotta sikiön ennalta-arvaamaton liikehdintä ei ehdi liikaa häiritsemään kuvaa. Taulukkoon (Taulukko 1.) on kerätty yleisempiä sikiön kuvauksessa käytettäviä kuvasarjoja kolmen eri valmistajan nimistöillä (Expert Panel on MR Safety 2013; Brown ym. 2004; Plunk – Chapman 2014; Saleem 2014; The Society for Pediatric Radiology 2016.)

Taulukko 1. Yleisimpiä sikiön kuvauksessa käytettyjä sekvenssejä

SEKVENSSIT	SIEMENS	GE	PHILIPS
"Single shot fast/turbo spin-echo"	HASTE	SSFSE	Single-shot TSE
"Fast imaging with steady state precession"	TRUFI	FIESTA	Balanced FFE
"Spoiled T1 gradient echo"	FLASH	SPGR	T2-FFE
"Spoiled T2* gradient echo"	FLASH	MPGR	T1-FFE
"3D-spoiled T1 gradient echo"	VIBE	LAVA	eTHRIVE
Rinnakkaiskuvantaminen	GRAPPA	ASSET	SENSE

4 Varsinais-Suomen kuvantamiskeskus

Opinnäytetyö tehdään Turun yliopistollisen keskussairaalan AD2-röntgenosaston tarpeisiin. AD2-röntgenosasto kuuluu Varsinais-Suomen kuvantamiskeskukseen. Varsinais-

Suomen kuvantamiskeskus (VSKK) kuuluu Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiriin TYKS – SAPA -liikelaitokseen. Kuvantamiskeskus tuottaa ja järjestää radiologian toimialaan kuuluvia palveluita sairaanhoitopiirin toimintayksiköille sekä terveyskeskuksille ja muille tahoille. Varsinais-Suomen kuvantamiskeskuksen tavoitteina ovat tutkimusten korkean laadun takaaminen, resurssien tehokas käyttö sekä hyvä kuvantamispalveluiden saataavuus alueellisesti (Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 2014.)

AD2-röntgenosastolla on neljä magneettikuvauslaitetta, kaksi natiivikuvauslaitetta, tietokonetomografialaite sekä ultraäänilaitte. Osasto koostuu osastonhoitajasta, apulaisosastonhoitajasta, noin 20 röntgenhoitajasta, fyysikosta, röntgenlääkäreistä sekä osastonsihteeereistä. 14 röntgenhoitajalla on koulutus magneettitutkimuksiin ja suurimmalla osalla on kokemusta sikiön magneettikuvauksista.

5 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimustehtävä

Työn tarkoituksena on tuottaa tietoa sikiön magneettikuvauksien toteutuksesta. Tavoitteena on röntgenhoitajien osaamisen kehittäminen ja tiedon syventäminen sikiön magneettikuvauksissa.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Millaisia ovat sikiön magneettitutkimusten nykyiset kuvauskäytännöt?
2. Millaisia ovat sikiön magneettitutkimuksissa käytetyt uusimmat kuvaustekniikat?

Työn kehittämistehtävänä on tuottaa tutkimusohje sikiön magneettikuvantamisesta Turun yliopistollisen keskussairaalan AD2-röntgenosastolle.

6 Aineisto ja tutkimusmenetelmät

6.1 Tutkimusasetelma

Opinnäytetyön aihe muodostui AD2 -röntgenosaston kehittämistarpeesta saada ajankohtaista tietoa sikiön magneettitutkimuksista sekä tarpeesta saada kuvantamisohje sikiön magneettikuvaukselle. Sikiön magneettitutkimuksista ei löytynyt suomenkielistä tietoa kohdennettuna röntgenhoitajille eikä valmista kuvausohjetta ollut olemassa.

Röntgenhoitajien tiedon syventämistä sekä tutkimusohjetta varten haluttiin saada tietoon sikiön magneettikuvauksen tämän hetkiset kuvauskäytännöt. Kuvauskäytännöt päätettiin selvittää maanlaajuisesti sekä samalla etsiä tutkittua tietoa uusimmista kuvaustekniikoista. Tiedonkeruumenetelmiksi valittiin systemaattinen kirjallisuushaku sekä verkkokysely. Systemaattinen kirjallisuushaku katsottiin parhaaksi tiedonkeruumenetelmäksi löytää ajankohtaista ja tutkittua tietoa sikiön magneettikuvauksen kuvantamistekniikoista. Verkkokysely puolestaan valikoitui parhaaksi menetelmäksi saada ajankohtaista tietoa kuvauskäytännöistä. Työn nimeksi muotoutui ”sikiön magneettikuvaus”, sillä työ käsittelee sikiön magneettikuvausta röntgenhoitajan näkökulmasta kuvaustekniikkaan ja kuvauskäytäntöihin paneutuen. Työssä ei oteta kantaa kuvien tulkintaan tai tutkimuksen diagnosointiin.

6.2 Systemaattinen kirjallisuushaku

Kirjallisuuskatsauksella on merkittävä rooli tutkimustyön välineenä ja sen tärkein tehtävä on kehittää teoreettista ymmärrystä tutkittavasta asiasta tai ilmiöstä. Tässä työssä käytetään nimeä systemaattinen kirjallisuushaku, sillä haku suoritettiin yhden tekijän voimin. Kirjallisuushaun apuna käytettiin PICO-työkalua, joka auttoi muuttamaan tutkimuskysymyksen hakutermeiksi (Suhonen – Axelin – Stolt 2015:7,14.)

PICO-kysymys:

Millaisia ovat sikiön (P) magneettitutkimuksessa (I) käytetyt uusimmat kuvaustekniikat (O)?

Pico- työkalun avulla hakuaihe jaettiin kolmeen aihekokonaisuuteen ja niiden pohjalta muodostettiin hakusanat (Taulukko 2.) Hakusanoista muodostettiin hakulauseke hyödyntäen Boolean logiikkaa sekä katkaisumerkkiä asteriski (*). Hakukoneiksi valittiin neljä terveysalan tietokantaa MEDLINE (PubMed), CINAHL (Ebsco), Cochrane sekä Medic, jotta kaikki tutkimuskysymystä vastaavat relevantit julkaisut tavoitettaisiin. Koehakuja tehtiin toukokuussa 2016, jolloin sisäänotto- ja poissulkukriteerit tarkentuivat. Tavoitteena oli saada tarkka ja objektiivinen haku sekä minimoida virheiden mahdollisuus valinnoissa. Kirjallisuushaun rajauksissa käytettiin hakukoneiden laajennettua hakua ja artikkeleiden tyyppeihin ei asetettu rajausta. Haut kirjattiin systemaattisen tiedonhaun kaavakkeeseen (Liite 3.) Kaavakkeesta käy ilmi hakujen hakulausekkeet, rajaukset sekä eri

hakukoneista saadut julkaisumäärät (Niela-Vilen – Kauhanen 2015:26; Lehtiö – Johansson 2015:44).

Kirjallisuushakujen rajaukset:

Sisäänottokriteerit

Aikaväli 1.1.2006- 10.6.2016

Tutkimukset tehty terveydenhoitoalalla

Julkaisukieli suomi tai englanti

Julkaisu käsittelee myös kuvaustekniikkaa

Julkaisussa esitellään kuvauskäytäntö

Julkaisu käsittelee elävien sikiöiden magneettitutkimuksia

Poissulkukriteerit

Aiemmin kuin vuonna 2006 tehdyt tutkimukset ja julkaisut

Julkaisukieli muu kuin suomi tai englanti

Julkaisussa ei käsitellä kuvaustekniikkaa

Tutkimukset tehty muulla kuin terveydenhoitoalalla

Eläinkokeilla tehdyt tutkimukset

Kuolleiden sikiöiden magneettitutkimukset

Istukan toimintaa käsittelevät magneettitutkimukset

Alkiovaiheen magneettitutkimukset

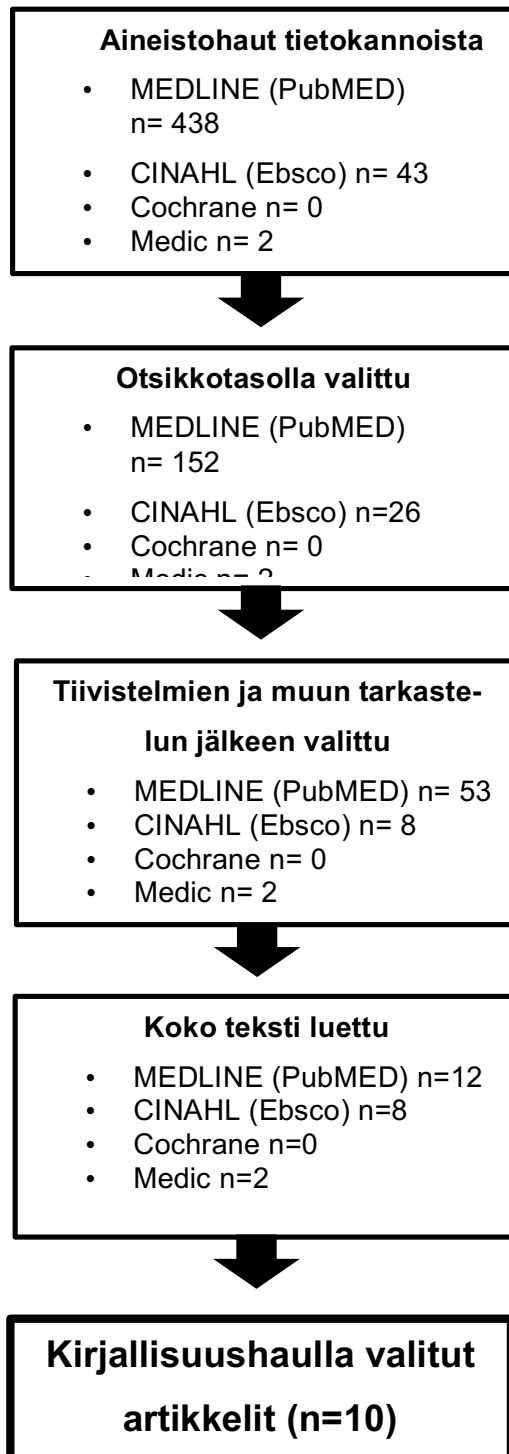
Taulukko 2. Systemaattisen kirjallisuushaun hakusanataulukko

Tekniikka Kuvausohje Sekvenssi Sekvenssit Technique Technic Protocol Protocols Procedure Procedures Sequence Sequences	Sikiö Fetus Fetal Foetal Prenatal Unborn During pregnancy	Magneettikuvaus MK MRI MR Magnetic Resonance Imaging Magnetic Resonance
---	---	--

Systemaattinen kirjallisuushaku toteutettiin kesäkuussa 2016. MEDLINE haku tuotti tulokseksi yhteensä 438 tutkimusta ja haku CINAHL –tietokannasta tuotti 43 tutkimusta.

Julkaisut luettiin otsikkotasolla ja tutkimuksista rajattiin pois ne, jotka eivät täyttäneet valintakriteerejä. Otsikoiden lukujen jälkeen tutkimuksia oli yhteensä 180. Tiivistelmiä luettaessa pidettiin tarkasti mielessä tutkimuskysymys sekä haulle asetetut valintakriteerit. Tiivistelmistä ei käynyt ilmi kuinka paljon teknisiä tietoja ja kuvauskäytäntöjä julkaisut sisälsivät, joten tiivistelmien luvun ohella tarkasteltiin julkaisujen metodiosiot. Tiivistelmien ja metodiosiodien tarkastelun jälkeen valittiin julkaisut (n=61) koko tekstin lukua varten ja samalla poistettiin hakujen päällekkäisyydet. Koko tekstin lukua varten julkaisuja oli 20, joista työhön valikoitui yhteensä kymmenen artikkelia. Haku Cochrane -tietokannasta ei tuottanut tulosta. Suomalaisesta Medic -tietokannasta löytyi kaksi artikkelia (n=2), jotka käsittelivät sikiön magneettikuvausta. Haku tehtiin sanoilla magneettikuvaus ja sikiö, sanat yhdistettiin Boolean logiikan AND-sanalla. Kumpaakaan artikkelia ei valittu, sillä tekniset tiedot kuvauksesta eivät olleet tutkimuskysymystä ajatellen riittävät. Systemaattinen kirjallisuushaku on esitettyä myös kuviossa 1.

Systemaattisesta kirjallisuushausta pidettiin kirjaa taulukkomuodossa (Liite 3.) sekä kirjallisesti. Koko haun ajan noudatettiin tarkasti ennalta määritettyjen sisään – ja poissulkukriteerejä. Valitut julkaisut luettiin huolella läpi moneen kertaan. Tutkimukset olivat tunnetuissa kansainvälisissä julkaisukanavissa julkaistuja lääketieteen alan artikkeleita, jotka käsittelivät sikiön magneettitutkimuksia myös kuvausteknisellä tasolla. Valitut artikkelit olivat ennen julkaisua käyneet läpi vertaisarvioinnin julkaisukanavan toimesta. Artikkeleiden luotettavuuteen ja laatuun kiinnitettiin huomiota käyttämällä Joanna Briggs Instituten kriittisen arvioinnin tarkastuslistaa. Artikkeleita ei pisteytetty erikseen vaan työn tekijä käytti tarkastuslistan kysymyksiä apuna tutkimusmetodologian ja aineistojen keruumenetelmien arvioimiseen sekä tuloksiin vaikuttavan harhan riskin tunnistamiseen (Niela-Vilen – Kauhanen 2015: 29-30; JBI Kriittisen arvioinnin tarkistuslista kokeelliselle tutkimukselle 2013.)



Kuvio 1. Systemaattisen kirjallisuushaun eteneminen

6.3 Verkkokysely

Verkkokysely valikoitui työn toiseksi tutkimusmenetelmäksi, jolla kerättiin asiantuntijatie-toa sikiön magneettikuvantamisen nykykäytänteistä Suomessa. Aikaisempaa kerättyä tietoa valtakunnallisesti ei löytynyt. Verkkokyselyn osallistujiksi valittiin Helsingin, Turun, Tampereen, Kuopion ja Oulun yliopistosairaaloiden magneettikuvausyksiköiden röntgenhoitajat. Yliopistosairaalat valikoituivat kyselyn kohteiksi sikiön magneettitutkimuk-sen vaativan erityisosaamisen vuoksi. Yliopistosairaaloissa on myös keskussairaaloihin verrattuna todennäköisesti enemmän sikiön magneettitutkimuksia tehneitä röntgenhoi-tajia. Verkkokyselyllä saatiin kerättyä tutkimusaineistoa selkeästi, helposti ja ympäris-töystävällisesti eikä vastaaminen ollut aikaan tai paikkaan sidottua. Työn tekijällä oli myös olettaus, että röntgenhoitajilla oli internet sekä sähköposti käytettävissä (Heikkilä – Hupli – Leino-Kilpi 2008; Heikkilä 2010; 47, 69-70.) (Liite 1.)

Valmista kyselyä ei ollut saatavilla, joten mittari laadittiin itse Google Forms- ohjelmalla. Kyselyn seitsemän osa-aluetta muotoituivat teoreettisen viitekehyksessä käytettyjen ar-tikkeleiden pohjalta. Kysely koostui puolistrukturoiduista kysymyksistä, väittämistä ja avoimista kysymyksistä. Väittämissä käytettiin viisiportaista Likert-tyyppistä asteikkoa. Kyselyn kohdat suunniteltiin huolella ja kysely pyrittiin pitämään mahdollisimman sel-keänä ja suoraviivaisena. Saatekirje (Liite 2.) sekä vastaamisohjeet laadittiin selkeiksi ja ytimekkäiksi (Heikkilä 2010; 47-49.) (Liite 1.)

Osa-alueet olivat perustiedot, sikiön magneettikuvauksen suunnittelu, raskaana olevan potilaan esivalmistelut, sikiön magneettikuvaus ja parametrit, turvallisuus sekä osaami-nen ja koulutus. Perustiedoissa oli seitsemän puolistrukturoitua kysymystä. Mainittakoon ettei kyselyssä erikseen kysytty vastaajien työpaikkaa, sillä tarkoituksena ei ollut vertailla magneettikuvausyksiköitä keskenään vaan saada kokonaisnäkemys sikiön magneetti-kuvauksien nykykäytänteistä (Liite 1.)

Sikiön magneettitutkimuksen suunnittelu -osiossa oli neljä väittämää ja avoin kysymys, jossa kysytään sikiön magneettitutkimuksen suunnittelusta. Raskaana olevan potilaan esivalmistelut –osio koostui yhdestä puolistrukturoidusta kysymyksestä, viidestä väittä-mästä ja avoimesta kysymyksestä, koskien raskaana olevan potilaan esivalmisteluja. Si-kiön magneettikuvaus ja parametrit –osiossa oli kymmenen väittämää ja avoin kysymys, jossa kysyttiin sikiön magneettikuvaukseen ja parametreihin liittyviä asioita. Turvallisuus –osio koostui kahdeksasta väittämästä ja avoimesta kysymyksestä. Avoin kysymys koski

sikiön magneettikuvauksen turvallisuutta. Osaaminen ja koulutus –osiossa oli kaksi väit-
tämää ja kaksi avointa kysymystä. Avoimilla kysymyksillä tiedusteltiin osaamista ja kou-
lutusta sekä jatkokoulutusaiheita sikiön magneettitutkimuksissa (Liite 1.)

Ennen kyselyn lähettämistä pidettiin harjoituskysely, jolla kyselyn toimivuus testattiin. Harjoituskyselyn testasivat kaksi röntgenhoitajaa. Harjoituskyselyn jälkeen kahta kysy-
myskohtaa muokattiin vastausvaihtoehtoja tarkentamalla. Verkkokyselyyn tarvittavat tut-
kimusluvut saatiin kesäkuussa 2016. Työn tekijällä oli jokaisesta yliopistosairaalasta yh-
teyshenkilö. Yhteyshenkilöt välittivät verkkokyselyn linkin sikiön magneettikuvauksia te-
keville ja tutkimuksessa mukana olleille röntgenhoitajille ohjeiden mukaisesti. Yhteyshen-
kilöä käyttämällä vastaajien anonymiteetti pystyttiin varmistamaan. Yhteyshenkilöt
välittivät työn tekijälle tiedon, kuinka monelle röntgenhoitajalle kysely oli lähetetty. Verk-
kokysely lähetettiin yhteensä 106 röntgenhoitajalle syyskuun alussa 2016. Vastausaika
oli neljä viikkoa. Kahden viikon jälkeen lähetettiin muistutusviesti kyselystä (Heikkilä
2010:47; Ojasalo ym. 2015: 40-41.) (Liite 1.)

6.4 Aineiston analyysi

Systemaattisen kirjallisuushaulla valittujen artikkeleiden analysointi tapahtui erittelemällä
asiakokonaisuuksia aineistosta. Julkaisut luettiin huolella läpi ja niistä eroteltiin allevii-
vaamalla ja värittämällä magneettikuvaustekniikoita sekä sikiön magneettitutkimusten
kuvauskäytäntöjä. Teoriasidonnaisella teemoittelulla pääkategorioiksi syntyivät kuvaus-
tekniikat sekä kuvauskäytännöt.

Verkkokyselyn vastaukset esitetään kuvailevin tilastollisin menetelmin. Verkkokyselyn
vastaukset siirrettiin Google Forms- ohjelmasta Excel-taulukkoon. Excel-taulukosta tie-
dot ladattiin IBM SPSS Statistics ohjelmaan. Tietoja jouduttiin osin muuttamaan käsin.
Työvuodet pyöristettiin kokonaisluvuiksi ja tutkimusajoissa valittiin lyhyin aika, jos vas-
tauksessa oli ilmoitettu kaksi aikaa. Kyselyn kaikista muuttujista katsottiin suorat ja-
kaumat, keskihajonta ja keskiarvot (Holopainen – Tenhunen – Vuorinen 2004; 44-45.)

Verkkokyselyn avoimet kohdat analysoitiin abduktiivisesti teemoittelemalla. Vastauksia
verkkokyselyn avoimiin kohtiin tuli yhteensä kuusikymmentä kappaletta. Vastaukset se-
koittuivat verkkokyselyn aihealueiden välillä, joten vastaukset päätettiin kerätä yhdeksi
aineistoksi Word-dokumenttiin. Aineistosta eroteltiin toistuvia aiheita sekä ilmauksia. Ai-
heet ja ilmaisut ryhmiteltiin uudestaan ja niistä muodostettiin suoraan kahdeksan pää-
luokkaa. Nämä kahdeksan pääluokkaa kuvaavat röntgenhoitajien kokemuksia sikiön

magneettitutkimuksista. Pääluokkien teemat muodostuivat osin samoiksi kyselyn teema-alueiden kanssa.

6.5 Kuvausohjeen laatiminen

Kuvausohjeen laatimisen pohjana käytettiin verkkokyselyn vastauksia, systemaattisen kirjallisuushaun tuloksia sekä työn teoreettista viitekehystä. Kuvausohjeen laatimiseen sovellettiin Torkkola ym. (2002) hyvän ohjeen mallia sekä Varsinais-Suomen kuvantamiskeskuksen ohjemallia. Varsinais-Suomen kuvantamiskeskukselta tuli pyyntö pysyä mahdollisimman tiiviissä kokonaisuudessa. Kirjallisen ohjeen tarkoituksena on edesauttaa kuvantamistilanteen toteutumista sekä ylläpitää laatua kuvauksen tekijästä riippumatta (Liite 6.)

Ohje päätettiin rakentaa neljän pääaiheen ympärille pyrkimyksenä saada tutkimukselle looginen ja tarkka eteneminen (Torkkola ym. 2002). Ohjeen alussa käydään läpi sikiön magneettitutkimusta yleisellä tasolla. Mitkä ovat kuvauksen indikaatiot ja miksi niitä tehdään. Esivalmisteluissa pureudutaan potilasturvallisuuteen, potilaan kohtaamiseen sekä aseteluun. Kuvaustekniikka osiossa esille nostetaan tärkeimmät asiat kuvauksen tekemisen kannalta sekä kuvausteknisiä asioista, jotka ovat syytä ottaa huomioon kuvauksen aikana. Ohjeessa on esiteltyä myös useimmiten käytettyjä kuvaussekvenssejä. Lopuksi ohjeeseen on kerätty tietoja, jotka tutkimuksen tekijän on syytä tietää tutkimusta tehdessään (Expert Panel on MR Safety 2013; Brown ym. 2004) Ulkoasun selkeyteen ja ohjeistuksen on panostettu. Kirjoitettu ohje auttaa röntgenhoitajaa tutkimuksen teossa, hän pystyy paremmin keskittymään työhönsä sekä ennakoimaan tutkimuksen kulkua (Torkkola ym. 2002.)

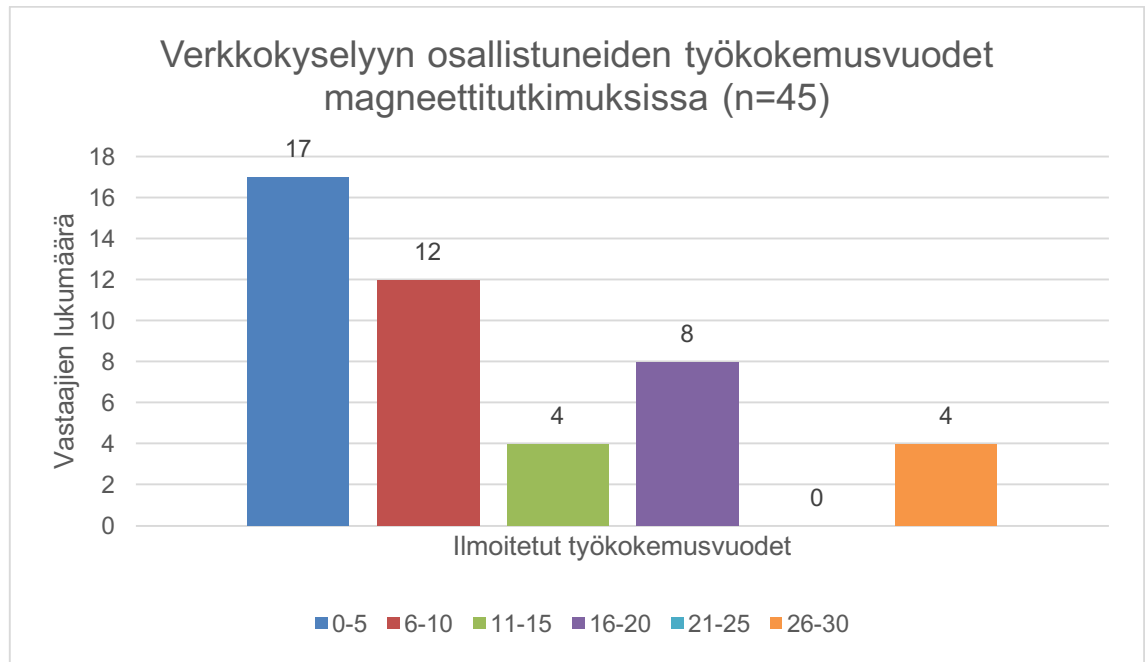
7 Tulokset

7.1 Sikiön magneettitutkimuksen nykyiset kuvauskäytännöt

Verkkokyselyssä tiedusteltiin sikiön magneettitutkimusten kuvauskäytäntöjä. Se lähetettiin viiden yhteyshenkilön avulla 106 röntgenhoitajalle Helsingin, Turun, Tampereen, Kuopion ja Oulun yliopistosairaaloiden magneettikuvausyksiköihin, joissa kuvataan sikiön magneettitutkimuksia. Vastauksia tuli yhteensä 45 kappaletta. Vastausprosentti oli 42. Seuraavissa luvuissa käydään läpi verkkokyselyn tuloksia.

7.1.1 Vastaajien perustiedot

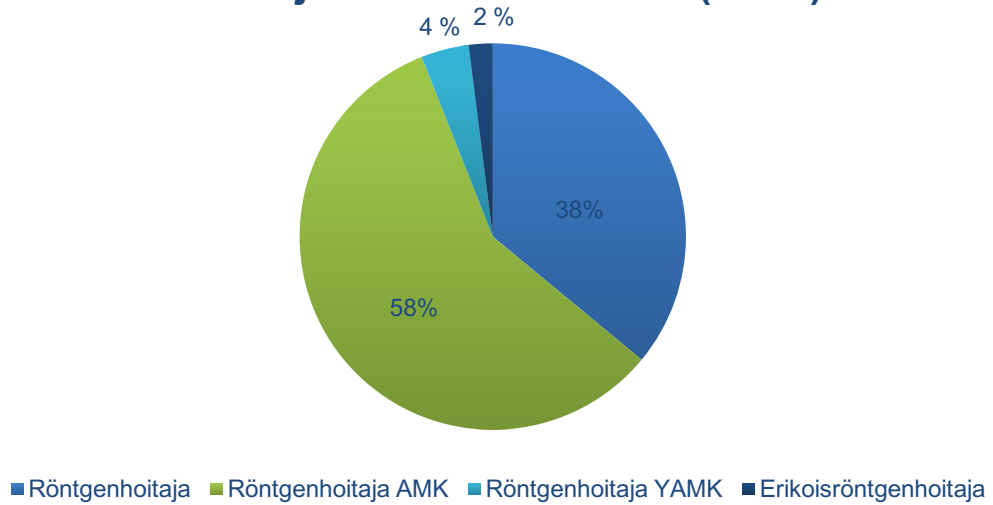
Verkkokyselyyn osallistuneiden sukupuolijakauma oli 93% naisia ja 7 % miehiä. Työkokemus magneettikuvauksissa vaihteli yhden ja 30 vuoden välillä. Suurimmalla osalla vastaajista oli työkokemusta yhdestä viiteen vuotta (Kuvio 2.)



Kuvio 2. Verkkokyselyn osallistuneiden (n=45) työkokemusvuodet magneettitutkimuksissa.

Koulutustaustaltaan vastaajat jakoutuivat siten, että suurin osa olivat röntgenhoitaja AMK -tutkinnon suorittaneita ja yli kolmannes röntgenhoitajia. Muita aineistossa esiintyneitä ammattinimikkeitä olivat röntgenhoitaja YAMK ja erikoisröntgenhoitaja (Kuvio 3.)

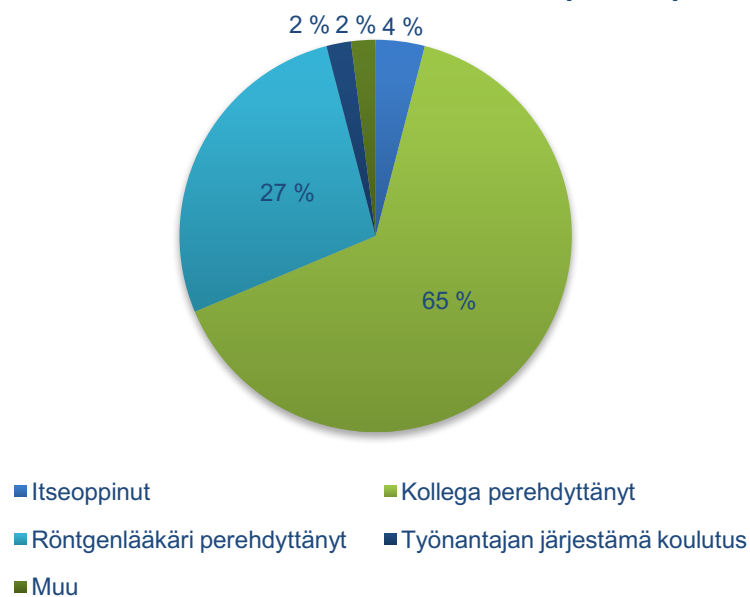
Vastaajien koulutustausta (n=45)



Kuvio 3. Verkkokyselyyn vastanneiden röntgenhoitajien koulutustausta

Vastanneista suurimmalle osalle toinen röntgenhoitaja on perehdyttänyt sikiön magneetikuvauksiin ja lähes kolmannekselle opin on antanut röntgenlääkäri. Osaamisen taustalla oli myös itseoppineisuutta sekä työpaikan koulutuksen kautta saatua oppia. Yksi vastaaja ilmoitti osaamistaustakseen kollegalta, röntgenlääkäriltä sekä fyysikolta saadun tiedon (Kuvio 4.)

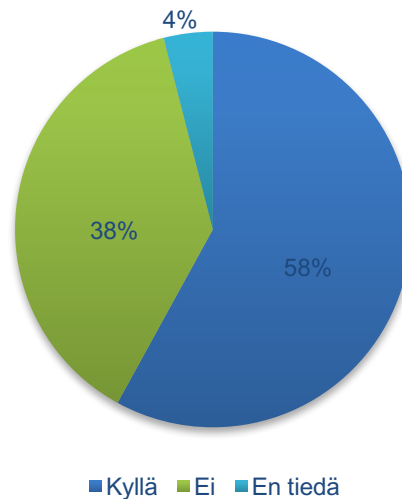
Osaamisen lähtökohdat (n=45)



Kuvio 4. Osaamisen lähtökohdat

Aineiston perusteella magneettikuvasyöksiköistä löytyy usein kirjallinen kuvausohje sikiön magneettitutkimuksille. Lähes neljänneksellä vastanneista ohjetta ei kuitenkaan ole (Kuvio 5.)

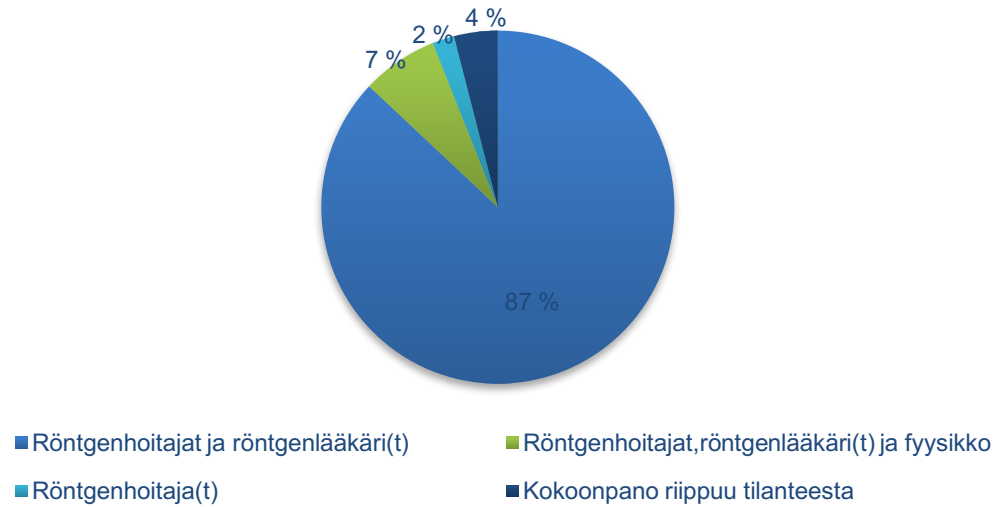
Yksikössäni on kirjallinen ohje sikiön magneettitutkimukselle (n=45)



Kuvio 5. Yksiköiden kirjallinen kuvausohje

Sikiön magneettitutkimukset tehdään pääsääntöisesti moniammatillisena yhteistyönä. Usein tutkimukseen osallistuvat röntgenhoitajien lisäksi röntgenlääkäri. Röntgenlääkärin lisäksi osalla on myös fyysikko käytettävissä. Vain pienellä osalla röntgenhoitajat joutuvat keskenään pohtimaan kuvausta. Osalla taas tilanteesta riippuen kokoonpano vaihtelee (Kuvio 6.)

Sikiön magneettitutkimukseen osallistuvat henkilöt (n=45)



Kuvio 6. Sikiön magneettitutkimukseen osallistuvat henkilöt

7.1.2 Sikiön magneettitutkimuksen suunnittelu

Sikiön magneettitutkimuksien suunnitteluun on suurimmassa osassa toimipisteitä varattu riittävästi aikaa ja valmis kuvausprotokolla on usein käytettävissä. Huomioitavaa on, että lähes kuudesosalla ei ole lainkaan valmista protokollaa käytettävissä. Neljäsosan mukaan tarvittavia kuvaussekvenssejä ei löydy yksiköiden laitteiden sekvenssivalikoimasta (Taulukko 3.)

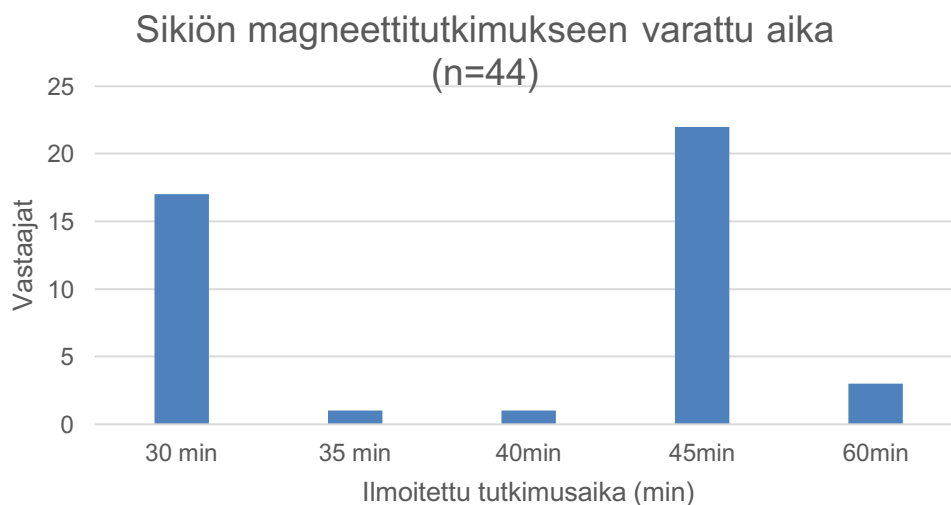
Taulukko 3. Sikiön magneettitutkimuksen suunnittelu (n=45).

	Täysin samaa mieltä (%)	Samaa mieltä (%)	Eri mieltä (%)	Täysin eri mieltä (%)	En osaa sanoa (%)	Yht. (%)
Suunnitteluun on varattu riittävästi aikaa	20	47	24	-	9	100
Yksikössä on valmis protokolla, jota mahdollisesti muokataan	29	53	13	4	-	100
Kuvausohje on valmiina ennen kuvauksen alkua	27	40	22	7	4	100

Tarvittavat sekvenssit löytyvät kuvauskoneen sekvenssivalikoimasta	36	40	24	-	-	100
--	----	----	----	---	---	-----

7.1.3 Raskaana olevan potilaan esivalmistelut

Vastaukset tutkimusajan pituudesta vaihtelivat 30 - 60 minuutin välillä. Sikiön magneettitutkimus kesti tyypillisimmin 45 minuuttia (Kuvio 7.)



Kuvio 7. Sikiön magneettitutkimukseen varattu kuvausaika

Suurin osa koki tutkimusajan riittäväksi ja lähes kuudesosan mukaan aika oli riittämätön. Vastaajilla, jotka kokivat tutkimusajan riittäväksi, tutkimuksen mediaaniaika oli 45 minuuttia. Vastaajat, jotka kokivat tutkimusajan riittämättömäksi, tutkimuksen mediaaniaika oli 37,5 minuuttia.

Sikiön liikkeitä ei rajoiteta rauhoittavalla lääkkeellä lähes missään kuvausyksikössä. Aineistosta käy ilmi, että raskaana olevan potilaan asettelu pyritään tekemään mahdollisimman hyvin ja kuvauksessa käytetään erillistä kuvauskelaa vatsan päällä (Taulukko 4.)

Taulukko 4. Raskaana olevan potilaan esivalmistelut (n=45).

	Täysin samaa mieltä (%)	Samaa mieltä (%)	Eri mieltä (%)	Täysin eri mieltä (%)	En osaa sanoa (%)	Yht. (%)
Tutkimusaika on riittävä tutkimuksen toteutukseen	22	56	13	-	9	100
Sikiön liikkeitä rajoitetaan rauhoittavalla lääkkeellä	-	2	11	87	-	100
Virtsarakko neuvotaan tyhjentämään ennen kuvausta	7	22	29	22	20	100
Asettelu pyritään tekemään mahdollisimman optimaaliseksi	82	18	-	-	-	100
Vatsan päälle asetellaan erillinen kuvauskela	89	11	-	-	-	100

7.1.4 Sikiön magneettikuvauksen suorittaminen

Suurimmassa osassa sikiön magneettikuvauksia suorittavissa yksiköissä kuvauskelan signaalin riittävyys paikannetaan suunnittelukuvista. Röntgenhoitajat hahmottavat useimmiten sikiön anatomian kuvista. Kaikki (n=45) ilmoittivat tunnistavansa liikkeen aiheuttamat artefaktat kuvista sekä suurin osa tunnistaa aliasoitumisen kuvasta. SAR-arvo on käsitteenä tuttu. Aineiston mukaan SAR-arvoa seuraa sikiön magneettikuvauksen aikana selvästi yli puolet vastanneista (Taulukko 5.)

Kyselyn mukaan lähes kaikkien vastaajien yksiköissä käytetään HASTE/SSFSE/ Single-shot TSE- sekvenssiä. TRUFI/FIESTA/FFE- sekvenssiä käytetään kuvaksissa myös usein. FLASH/SPGR/T2-FFE-sekvenssi löytyy myös suurimman osan sekvenssivalikoimasta. Rinnakkaiskuvausta käytetään yli puolen vastaajien kuvausyksiköissä. Yli neljäsosa vastanneista eivät osanneet sanoa onko rinnakkaiskuvaus käytössä (Taulukko 5.)

Taulukko 5. Sikiön magneettikuvauksen suorittaminen (n=45).

	Täysin samaa mieltä (%)	Samaa mieltä (%)	Eri mieltä (%)	Täysin eri mieltä (%)	En osaa sanoa (%)	Yht. (%)
Kuvauskelan signaalin riittävyys paikannetaan suunnittelukuvista	49	36	7	2	7	100
Hahmotan sikiön anatomian magneettikuvista	36	62	-	-	2	100
Tunnistan liikkeen aiheuttaman vaikutuksen magneettikuvista	58	42	-	-	-	100
Tunnistan aliasoitumisen kuvasta	62	27	2	-	9	100
Tiedän mikä on SAR	67	33	-	-	-	100
Seuraan SAR-arvoa kuvauksen aikana	18	53	24	2	2	100
Käytämme "spoiled gradient echo" -sarjoja	36	24	29	-	11	100
Käytämme "single shot turbo fast spin echo" -sarjoja	60	38	-	-	2	100
Käytämme "single steady state free precession gradient echo" -sarjoja	49	31	11	-	9	100
Käytämme rinnakkaiskuvausta	33	20	7	-	40	100

7.1.5 Turvallisuus sikiön magneettitutkimuksessa

Potilasturvallisuuden varmistaminen toteutuu aineiston perusteella hyvin kuvausyksiköissä. Raskaana olevilta potilailta pyydetään poistamaan metalliset esineet ja varmistetaan, ettei kehon sisällä ole metallia. Kaikissa yksiköissä tarkastetaan myös sydämen-

tahdistimen, neurostimulaattorit ja sisäkorvaimplanttien olemassaolo. Aneurysmaklip-sien olemassaolon varmistavat myös lähes kaikki. Kaikki (n=45) antavat potilaalle kä-teen hälytyskellon tutkimuksen ajaksi ja suurin osa pystyy näköyhteyden avulla seuraamaan raskaana olevan potilaan tilaa magneettitutkimuksen aikana (Taulukko 6.)

Taulukko 6. Potilasturvallisuuden varmistaminen sikiön magneettitutkimuksessa (n=45).

	Täysin samaa mieltä (%)	Samaa mieltä (%)	Eri mieltä (%)	Täysin eri mieltä (%)	En osaa sanoa (%)	Yht. (%)
Potilaalta pyydetään poistamaan kaikki metalliset esineet	89	11	-	-	-	100
Potilaalta varmistetaan ettei hänellä ole sydämentahdistinta	91	9	-	-	-	100
Potilaalta varmistetaan, ettei hänellä ole metallinsiruja kehossa	91	9	-	-	-	100
Potilaalta varmistetaan, ettei hänellä ole sisäkorvaimplanttia	91	9	-	-	-	100
Potilaalta varmistetaan ettei hänellä ole neurostimulaattoria	91	9	-	-	-	100
Potilaalta varmistetaan ettei hänellä ole aneurysmaklipsejä	84	13	2	-	-	100
Potilaalle annetaan hälytyskello käteen tutkimuksen ajaksi	91	9	-	-	-	100
Pystyn näköyhteyden avulla seuraamaan raskaana olevan tilaa tutkimuksen aikana	73	24	2	-	-	100

7.1.6 Osaaminen ja koulutus

Yli puolet vastaajista haluaisivat saada enemmän tukea magneettitutkimusten suorittamiseen ja toisaalta yli neljäsosa ei halunnut. Suurin osa ilmaisi toiveensa saada lisäkoulutusta sikiön magneettitutkimuksista (Taulukko 7.)

Taulukko 7. Sikiön magneettitutkimuksessa koetun tuen sekä lisäkoulutuksen tarve (n=45).

	Täysin samaa mieltä (%)	Samaa mieltä (%)	Eri mieltä (%)	Täysin eri mieltä (%)	En osaa sanoa (%)	Yht. (%)
Haluaisin saada enemmän tukea sikiön magneettitutkimuksen suorittamiseen	16	38	33	7	7	100
Toivoisin saavani lisäkoulutusta sikiön magneettitutkimuksista	24	53	11	-	11	100

7.2 Röntgenhoitajien kokemuksia sikiön magneettitutkimuksista

Sikiön magneettikuvausta kuvailtiin monipuolisesti verkkokyselyn avoimissa kohdissa röntgenhoitajien toimesta. Teemoittelemalla aineistosta luotiin kahdeksan pääkategoriaa. Kategoriat ovat osittain samat verkkokyselyn teema-alueiden kanssa, mutta aineistosta nousi esille myös uusia aihealueita.

7.2.1 Sikiön magneettitutkimusten suunnittelun nykytilanne

Sikiön magneettitutkimusten suunnittelun nykytilanne koostuu neljästä alakategoriasta, jotka ovat esiteltynä kuviossa 8. Aineistosta kävi ilmi, että sikiön magneettitutkimusten suunnittelua ja esivalmistelua koskevat käytännöt vaihtelivat runsaasti. Osa kertoi kuvauksien olevan aina hyvin suunniteltuja, kun taas osa ilmaisi tutkimusten tulevan niin nopealla aikataululla, ettei suunnittelulle jää aikaa. Nopealla aikataululla järjestetyt kuvaukset aiheuttavat huolta, sillä röntgenlääkärin saaminen mukaan kuvaukseen voi olla hankalaa.

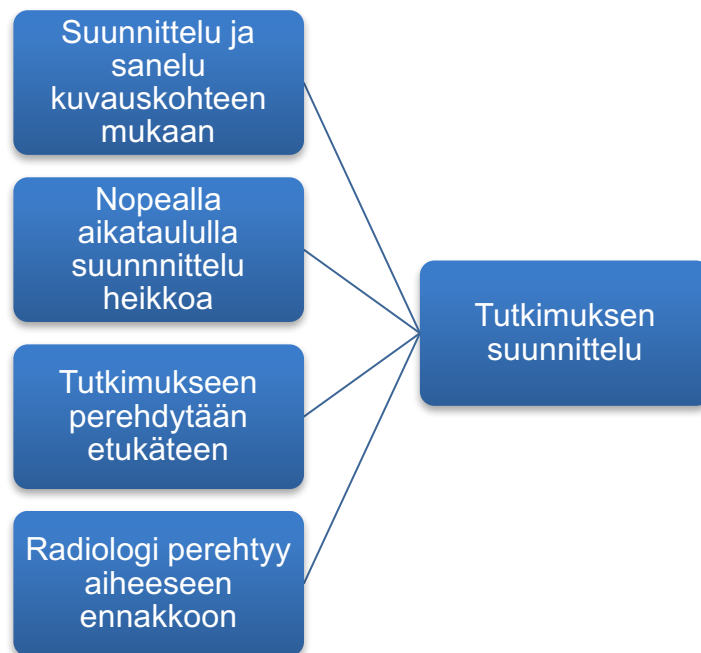
”Kuvaukset täytyy yleensä järjestää nopealla aikataululla, jolloin suunnittelu jää aika heikoksi. Usein on epäselvää, minkä alueen radiologi on mukana kuvauksessa ja katsoo kuvat.”

”Tutkimukset mietitään etukäteen ja röntgenlääkäri perehtyy aiheeseen ennakoon.”

Kuvauskokonaisuuksia suunnitellaan myös siltä pohjalta, kuka sanelee kuvat. Yhdeksi kuvauksen suunnitteluvaiheen vaikeudeksi nimetäänkin se, ettei tiedetä kuka radiologi lausuu kuvat.

”Usein on epäselvää, minkä alueen radiologi on mukana kuvauksessa ja katsoo kuvat.”

”Sikiön magneettikuvaus on vain yleisnimi – aina pitää selvittää, kuka sanelee ja suunnitella kuvauskokonaisuus siitä lähtökohdasta käsin.”



Kuvio 8. Sikiön magneettitutkimusten suunnittelun nykytilanne

7.2.2 Onnistuneen kuvauksen lähtökohtana toimivat esivalmistelut

Sikiön magneettikuvauksen esivalmistelut muodostettiin seitsemän alakategorian kautta, jotka esitellään kuviossa 9. Aineistossa kuvattiin esivalmisteluja ja niiden tärkeyttä onnistuneen kuvauksen kannalta. Potilaan asetteluun kerrottiin kiinnitettävän paljon huomiota. Potilaat asetellaan tyynyillä tukien mahdollisimman hyvään asentoon, jotta kuvattava jaksaa olla paikallaan koko tutkimuksen ajan. Sairaaloiden käytännöistä riippuen potilaan asento kuvauksessa vaihteli.

"Selin makuulla olo usein hankalaa, kannattaa asetteluun panostaa ja koettaa tyyntyn tehdä äidin olo mahdollisimman mukavaksi."

"Mahd. mukava asento."

"Meillä kuvataan vasemmalla kyljellä maaten."

"Usein äiti ei pysty olemaan täysin selällään, joten asettelukaan ei ole täysin mutkatonta."

Hyvän asettelun ohella pyritään empaattiseen ja rauhalliseen ohjaukseen. Vastaajat ilmaisivat kertovansa potilaille etukäteen sikiön todennäköisestä liikkumismäärän lisääntymisestä, paikoillaanolon tärkeydestä ja magneettikoneen melusta kuvauksen aikana. Osaksi esivalmisteluja vastaajat nimesivät myös paaston, ruokailun välttämisen, vaatteiden vaihdon ja vessassa käymisen juuri ennen kuvausta. Kuvauksien ajankohdaksi esitettiin mieluummin aamut.

"Hyvä ja empaattinen potilaan + saattajan ohjaus ja rauhoittelu tärkeää."

"mahd. mukava asento, kerrotaan melusta, liikkumattomuudesta ym."

"Vältetään ruokailua ennen sikiön mri-kuvausta."

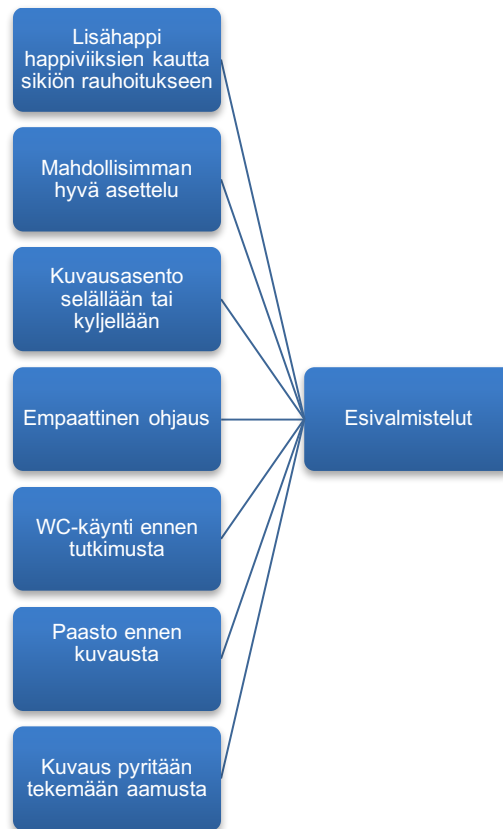
"Potilaalta kysytään, haluaako käydä vessassa. Paasto 4h ennen kuvausta."

Aineistosta nousi esille myös lisähapen käyttö sikiön magneettitutkimuksissa. Raskaana olevalle naiselle laitetaan happiviiksien kautta happilisiä juuri ennen kuvauksen alkua. Happilisillä sikiön liikkeitä pyritään rauhoittamaan, jolloin sikiön kuvaamisen toivotaan helpottuvan. Aiemmin sikiön liikkeitä rajoitettiin odottavalle äidille annettavalla rauhoittavalla lääkityksellä, mutta tästä tavasta on luovuttu.

"Potilas saa lisähapetta happiviiksien kautta kuvauksen ajan."

”Äidille annetaan happiviiksien kautta pieni happilisa tutkimuksen ajan – oletetaan rauhoittavan sikiön liikkeitä.”

”Ennen annettiin rauhoittava lääkitys ennen kuvausta, enää ei.”



Kuvio 9. Onnistuneen kuvauksen lähtökohtana toimivat esivalmistelut

7.2.3 Kuvauskäytännöt

Sikiön magneettikuvauksen kuvauskäytännöt muotoutuivat kuuden alakategorian aiheista, jotka esitellään kuviossa 10. Aineistossa käy ilmi, että sikiön kuvaukseen löytyy suurimmalta osalta valmis protokolla. Osalla vastanneista on hyvä tilanne sikiön kuvausprotokollien kanssa. Paikoissa, jossa kuvataan usein sikiöitä, kuvaustilanteet ovat hallinnassa ja ongelmattomia. Osassa paikoista protokoliin ei olla läheskään aina tyytyväisiä. Vastaajat kertovat, etteivät sekvenssit toimi toivotulla tavalla tai vaadittavia sekvenssejä ei löydy sekvenssivalikoimasta. Kuvaprotokollien toimimattomuus ja kuvanlaatuun liittyvät seikat koetaan harmittavina.

”Meillä on selvä protokolla sikiön kuvaamiseen, mutta joidenkin sekvenssien kuvanlaatu on kaamea. Olemme pyytäneet fyysikoita korjaamaan sekvenssejä, mutta niitä ei ole ainakaan vielä ole korjattu.”

”Koneesta riippuen valmiita sekvenssejä on vaihtelevasti.”

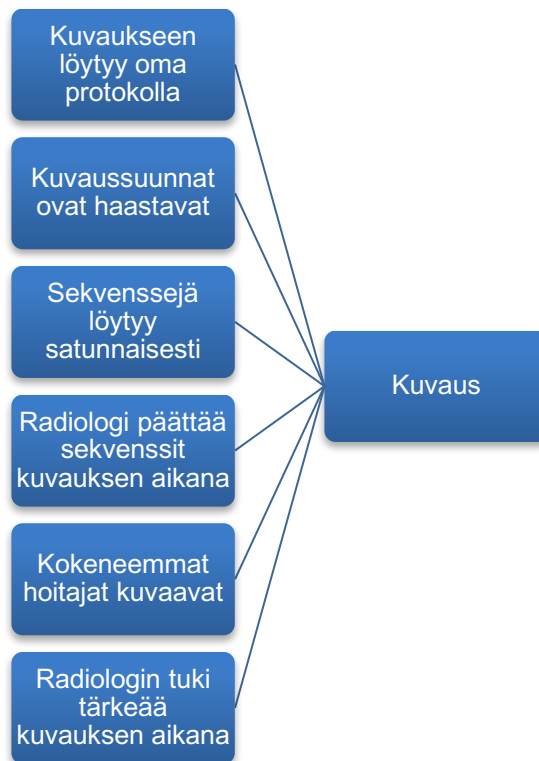
”Paikalla oleva radiologi pystyy tutkimusta tehtäessä jo ottamaan kantaa, mitkä sekvenssit ovat riittävän hyviä, vaikka eivät olisikaan aivan täydellisiä.”

”Yksikössämme kuvataan aika harvoin sikiöitä, mutta silti toivoisin, että kuvasarjat olisivat parempia ja hiotumpia.”

Vastauksista kävi ilmi, että magneettikuvaustaidoiltaan kokeneemmat hoitajat päätyvät usein kuvaamaan sikiön magneettitutkimuksia. Kuvauksessa täytyy ottaa huomioon monta asiaa samanaikaisesti ja kokeneemmat hoitajat osaavat toimia kuvauksen vaatimalla tavalla. Uudet kuvasarjat suunnitellaan aina edellisiin kuvasarjoihin, jotta kuvaussuunnat olisivat mahdollisimman lähellä haluttua suuntaa.

”Haasteena tutkimuksessa on sikiön liikkuminen ja tämän vuoksi leikkeiden asetelun täytyy olla ripeää ja tapahtua aina edellisen sekvenssin kuviin.”

”Meillä sikiön kuvantaminen on yleistä, joten olemme aika perehtyneitä kuvantamiseen. Tosin vain kokeneemmat hoitajat kuvaavat, jotta kuvausaika pysyisi lyhyenä.”



Kuvio 10. Kuvauskäytännöt

7.2.4 Tavoitteena parempi kuvanlaatu

Kuvanlaatuun liittyviä alakategorioita on seitsemän, jotka ovat esiteltynä kuviossa 11. Kuvanlaatuun röntgenhoitajat kiinnittävät hyvin paljon huomiota, varsinkaan jos kuvasarjat eivät ole toimia. Kommentit käsittelivät pääasiassa kuvanlaatuongelmia, vaikka muuttaman vastaajan mukaan toimiviakin protokollia on.

”Joidenkin sekvenssien kuvanlaatu on kaamea.”

”Koska vauva liikkuu usein paljon kuvauksen aikana, on haastavaa saada hyvää kuvanlaatua aikaiseksi.”

”Liian pitkät sekvenssit eivät anna mitään informaatiota ja kovin lyhyet sarjat ovat laadullisesti huonoja.”

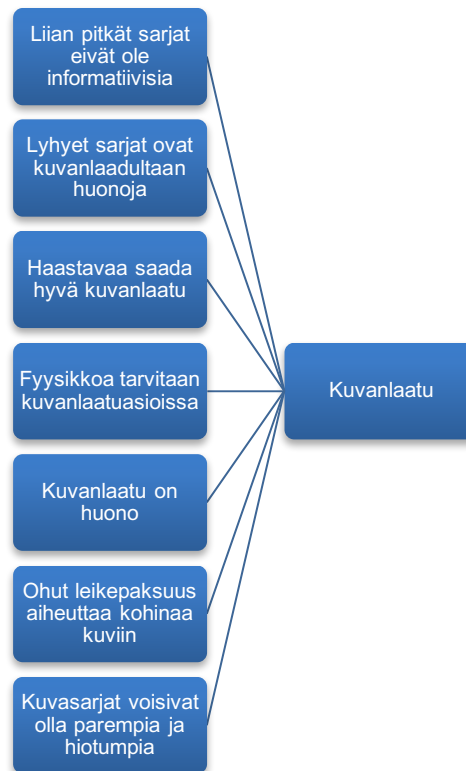
Aineistosta kävi selville, että tutkimuksen sekvenssit ovat sairaalafysikoiden tekemiä. Vastaajat ilmaisivat tarvitsevansa ja kaipaavansa sairaalafysikoiden apua sekä tukea kuvanlaatuasioissa myös kuvauksia suorittaessa. Sekvenssien toimivuuteen halutaan kiinnitettävän enemmän huomiota.

”Fyysikkoa olemme tarvinneet aikanaan sekvenssejä tehdessä ja jos kuvanlaadussa on ollut ongelmia.”

”Olemme pyytäneet fyysikoita korjaamaan sekvenssejä, mutta niitä ei ainakaan vielä ole korjattu.”

”Toivoisin, että kuvasarjat olisivat parempia ja hiotumpia.”

”Yksikössämme kuvasarjoja ei ole paljoa hiottu”



Kuvio 11. Tavoitteena parempi kuvanlaatu

7.2.5 Sikiön magneettikuvas haastaa tekijänsä

Kuvauksen haasteet muodostuivat viiden alakategorian pohjalta, jotka on esitelty kuviossa 12. Kyselyn vastauksissa sikiön magneettikuvausta luonnehdittiin haastavaksi. Ongelmallisena koettiin sikiön vapaa liikkuminen kohdussa, jolloin oikeiden kuvaussuuntien saaminen on työlästä.

”Haasteellista on määrittää kuvaussuunnat, koska sikiö ehtii tutkimuksen aikana liikkua paljon. Uusi sekvenssi on aina suunniteltava viimeisiin kuviin, koska lähtötilanne on muuttunut, eikä localizer -kuvia voi käyttää!”

”Koska vauva liikkuu usein paljon kuvauksen aikana, on haastavaa saada hyvää kuvanlaatua aikaiseksi.”

Hankalana asiana kuvattiin myös raskaana olevan naisen motivointi kuvaukseen. Odottavan äidin kuvauksessa jaksaminen mietitytti monia. Pitkä paikallaanolo on haaste raskaana olevalle, sillä sikiö saattaa painaa vatsassa ja asennon vaihtamista kesken kuvauksen ei suositella.

”Äidin jaksaminen kuvauksessa on myös joskus tutkimusta vaikeuttava asia.”

”Usein odottavan äidin motivointi kuvaukseen saattaa olla haastavaa, koska pitkällä olo saattaa tehdä olosta tukalaa.”

Toisaalta sikiön magneettikuvauksen vaativuutta ei nähty ainoastaan vaikeuttavana asiana. Haastava tutkimus saattaa lisätä työn mielekkyyttä.

”Sopivan haastavaa ja erittäin mielenkiintoista kuvantamista!”



Kuvio 12. Sikiön magneettikuvaus haastaa tekijänsä

7.2.6 Potilasturvallisuus sikiön magneettikuvauksessa

Sikiön magneettiturvallisuuden teema koostui neljästä alakategoriasta, jotka on esitelty kuviossa 13. Turvallisuuteen kiinnitetään raskaana olevan kohdalla poikkeuksellisen paljon huomiota ja esille haluttiin tuoda, ettei ongelmia turvallisuuden kanssa ole ollut.

”Raskaana olevat potilaat täyttävät erillisen suostumuslomakkeen magneettitutkimukseen raskauden aikana.”

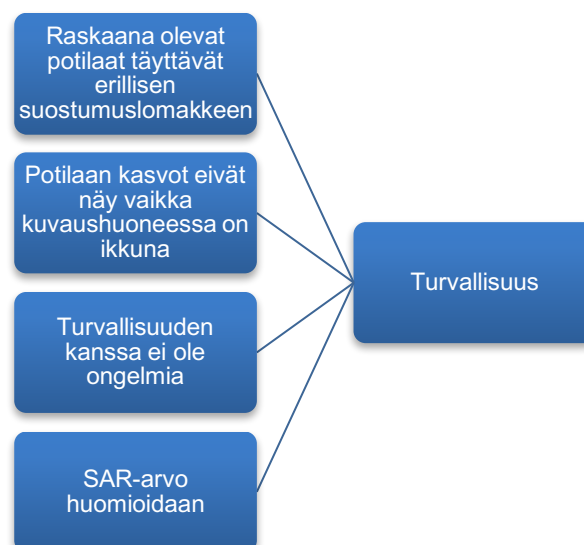
”Ei ole ollut ongelmia turvallisuuden suhteen.”

Absorptionopeusarvoon (SAR-arvo) kiinnitetään huomiota ja kuvaus pyritään kuvaamaan joko normal mode -tilassa (Siemens) tai SAR -arvoihin on kiinnitetty huomiota sekvenssien suunnittelu- ja tekovaiheessa.

”Sar-arvot on lähtökohtaisesti huomioitu sekvenssejä tehtäessä, niitä ei tule juurikaan seurattua enää tutkimuksen aikana.”

”Kirjallisuuden mukaan korkeita SAR sekvenssejä voidaan käyttää sikiön tutkimuksessa harkiten. Nämä sekvenssit eivät vain saa olla peräkkäin.”

”Lähtökohtaisesti sekvenssit on suunniteltu matalille SAR-arvoille”



Kuvio 13. Potilasturvallisuus sikiön magneettikuvauksessa.

7.2.7 Yhteistyö avainasemassa sikiön magneettitutkimuksissa

Sikiön magneettikuvauksen yhteistyötä kuvattiin seitsemässä eri alakategoriassa, jotka ovat esillä kuviossa 14. Aineistosta nousi esille yhteistyön tärkeys sikiön magneettikuvauksen aikana ja vastaajat ilmaisivat yhteistyön tärkeyttä monin sanankääntein. Radiologin tuki koettiin tärkeäksi. Radiologin tukea kaivattiin nimenomaan kuvauksen aikana ja hänen paikallaolonsa on oleellista. Tärkeäksi koetaan yhteistyö niin röntgenhoitajien välillä kuin röntgenhoitajien ja – lääkäreiden välillä.

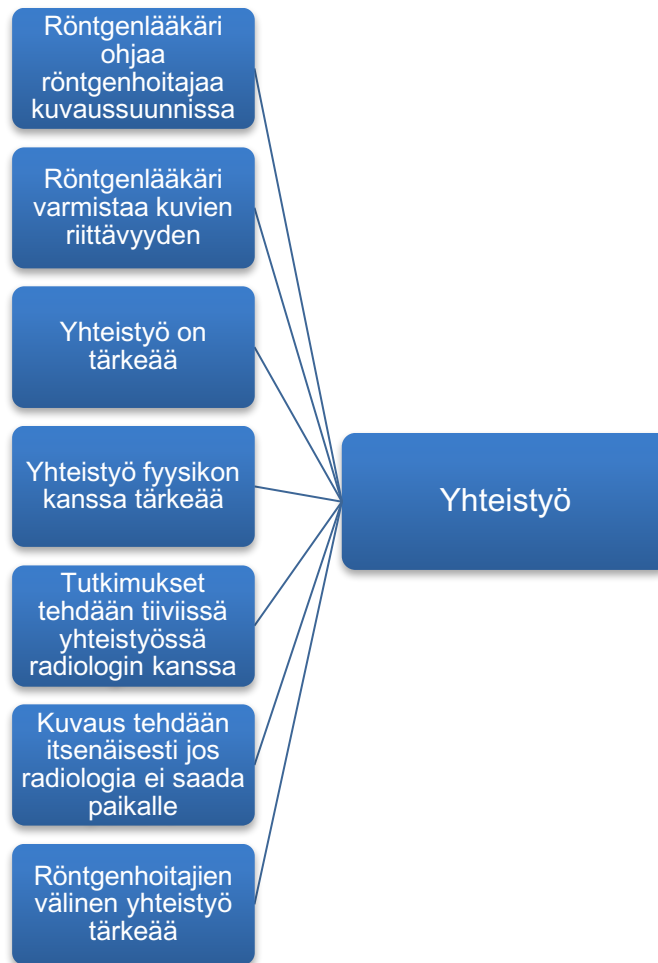
”Sikiön mri-tutkimuksia on harvoin, joten radiologin tuki kuvauksen aikana on mielestäni erittäin tärkeää. Tällä hetkellä yksikössämme käytännöt ovat tuntuneet sujuvilta sikiön mri-tutkimuksissa.”

”Sikiön kuvauksia olen tehnyt vain muutaman, osuvat harvoin kohdalle. Radiologin kanssa yhteistyössä tehty tutkimus kuitenkin ”pelastaa” tilanteen; katsomme yhdessä mitä sarjoja otamme ja mistä kuvaussuunnasta, että tutkimuksesta tulee riittävä diagnoosin antamista varten.”

”Radiologin paikkaolo aina tarpeellinen.”

”Yksikössäni sikiön tutkimukset tehdään tiiviissä yhteistyössä radiologin kanssa.”

”Kuvauksen onnistumisen kannalta oleellista on että radiologi on kuvauksen aikana koneella röntgenhoitajan kanssa, jotta kuvausta voidaan suunnitella ja toteuttaa reaaliajassa tarpeiden mukaan.”



Kuvio 14. Yhteistyö avainasemassa sikiön magneettitutkimuksissa

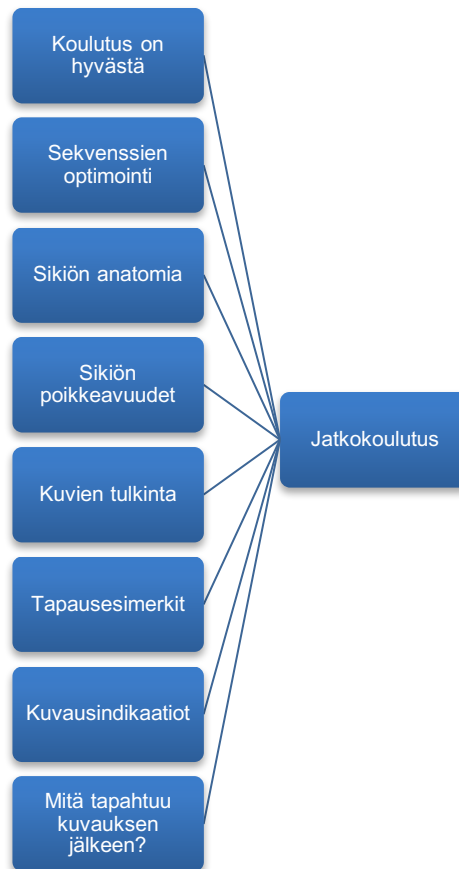
7.2.8 Sikiön magneettikuvauksen tiedon ylläpito

Sikiön magneettikuvauksen tiedon ylläpidon teema-aihe on jatkokoulutus, joka koostuu kahdeksasta alakategoriasta. Kategoriat ovat esiteltynä kuviossa 15. Aineistosta nousi esille, että kaikkea koulutusta pidetään hyvänä. Kaksi pääaihetta nousi erityisesti esille kysyttäessä mistä aiheesta röntgenhoitajat toivoisivat lisäkoulutusta: Sekvenssien optimointi sekä sikiön anatomian tuntemuksen parantaminen. Muita aineistosta mainittuja aiheita olivat sikiön poikkeavuudet, kuvien tulkinta, tapausesimerkit, kuvausindikaatiot sekä tietoa siitä miten kuvaus vaikutti lapsen ennusteeseen.

"Kaikki koulutus on hyvästä."

" Kuvasarjojen optimointi eri elinten kuvaukseen."

” Lisäoppia sikiön anatomiasta.”



Kuvio 15. Sikiön magneettikuvauksen tiedon ylläpito

7.3 Sikiön magneettikuvauksien viimeisin kuvaustekniikka

7.3.1 Systemaattisen kirjallisuushaun artikkeleiden esittely

Työhön valikoitui kymmenen lääketieteellistä julkaisua kahdeksasta eri maasta. Kaikissa tutkimuksissa oli kvantitatiivinen tutkimusote. Artikkelit kerättiin taulukkoon, josta käy ilmi tutkimuksissa käytetyt magneettikuvausprotokollat (Liite 4.) Eri laitteiden sekvenssinimityksistä on tehty muuntotaulukko (kts. s.10) Valikoituneet artikkelit käsittelivät sikiön magneettikuvausta monipuolisesti ja erilaisia kuvaustekniikoita on käytetty runsaasti. Artikkeleista tehtiin yhteenvetona kuvio havainnollistamaan tuloksia (Liite 5.)

Kolme tutkimusta käsitteli koko sikiön kuvantamista (Millischer – Sonigo – Ville – Brunelle – Boddaert – Salomon 2013; Hayat – Nihat – Martinez-Biarge – McGuinness – Allsop – Hajnal – Rutherford 2010; Brugger – Mittermayer – Prayer 2006). Yksi tutkimus vertaili

1,5T ja 3,0T magneettikuvauslaitteita; SAR-arvoja ja kuvanlaatua sikiön aivojen magneettikuvauksessa. (Krishnamurthy – Neelavalli – Mody – Yeo – Jella – Saleem – Korzeniewski – Cabrera – Ehterami – Bahado-Singh – Katkuri – Haacke – Hernandez-Andrade – Hassan – Romero 2015). Yksi tutkimus käsitteli sikiön ruoansulatuskanavan kuvantamista. (Inaoka – Sugimori – Sasaki – Takahashi – Sengoku – Takada – Abunaro 2007.) Cassart – Avni – Guibaud – Molho – D’Haene – Paupe (2011) tutkimus käsitteli sikiön rautamaksakertymää. Bonel – Frei – Raio – Meyer-Wittkopf – Remonda – Wiest (2007) tutkimus puolestaan paneutui sikiön aivojen kuvantamiseen navigaatio-ohjatusti. Sikiön aivojen magneettikuvausta käsitteli myös Neelavalli – Mody – Yeo – Jella – Korzeniewski – Saleem – Katkuri – Bahado-Singh – Hassan – Haacke – Romero – Thomson (2014) julkaisu. Saleem (2008) käsitteli sikiön sydämen magneettikuvausta.

Potilaan asettelua kuvattiin suurimmassa osassa aineistoa. Potilaat aseteltiin järjestelmällisesti joko selälleen tai kyljelleen. Aineiston mukaan sikiön magneettikuvaukset tehtiin raskausviikoilla 18 – 41. Esivalmisteluja oli kuvattu aineistossa jonkin verran. Raskaana olevaa potilasta pyydettiin kävelemään kymmenen minuuttia ennen tutkimusta (Inaoka ym. 2007.) Saleem (2008) tehdyssä tutkimuksessa pyydettiin kuvattavaa äitiä olemaan neljä tuntia syömättä ennen kuvausta, jotta äidin suoliston liike saataisiin minimoituksi kuvauksessa. Samaisessa tutkimuksessa kuvattiin esivalmisteluiksi virtsarakon tyhjennys ennen kuvausta, jotta kuvattavan potilaan olo tutkimuksessa olisi mahdollisimman mukava. Aineisto kävi esille, ettei sikiön liikkeiden vähentämiseen käytetty rauhoittavaa lääkitystä. Myöskään kontrastiainetta ei käytetty.

7.3.2 Artikkeleiden kuvaustekniikat

Bonel ym. (2007) käyttivät navigaatio-ohjattua T2- painotteista ja spinkaikupohjaista HASTE- sekvenssiä sikiön liikkeiden tuomien artefaktujen vähentämiseen ja neurokuvantamisen kuvanlaadun parantamiseen. Navigaattori aseteltiin kohtisuoraan sikiön aivojen kohdalle. Navigaatio HASTE-sekvenssit kuvattiin aksiaali- ja koronaali- suunnissa sikiön pään liikkeen mukaan tahdistettuna sekä ilman. 18/20 sikiön kuvien kuvanlaatu oli parempi navigaattoria käytettäessä kuin ilman. Vaikka navigaatio HASTE-sekvenssi oli ajallisesti pidempi, tutkijat suosivat sen käyttöä parempaan kuvanlaatuun vedoten.

Neljässä tutkimuksessa (n=4) kuvattiin sikiöt kokonaisuudessaan. Millischer ym. (2013) loivat sikiön magneettikuvausprotokollan, jonka kokonaisaika on 20 minuuttia ja joka kattaa sikiön anatomian kokonaisuudessaan. Tutkimuksen tarkoituksena oli löytää standardoitu magneettikuvausprotokolla sikiöiden kuvaamiseen. Radiologit pisteyttivät ennalta

päätettyjä anatomisia rakenteita kuvista, jotka oli otettu suoraan rakenneultraäänisuosituksista. Tutkimusryhmä kuvasi 100 raskaana olevaa naista päätetyn protokollan mukaisesti ja totesivat sen toimivaksi sikiön anatomian kuvantamiseen. Ainoastaan sydämen kuvantamisen osalta kaivattiin parannuksia. Hayat ym. (2010) tekivät tutkimuksen, jossa sikiöiden liikehdintää seurattiin reaaliaikaisen optimoidun bSSFP-sekvenssin avulla. Sekvenssiä oli nopeutettu muun muassa rinnakaiskuvantamisen ja osittaisen Fourier-muunnoksen avulla. Sikiön liikkeitä pystyttiin seuraamaan sekä pään, vartalon että raajojen osalta. Reaaliaikainen (cine) magneettikuvaus on tehokas tapa tarkkailla sikiön liikkeitä puolestavälistä raskautta alkaen. Mitä myöhäisemmässä vaiheessa raskaus oli ja mitä vähemmän tilaa sikiöllä oli kohdussa, sitä vähemmän sikiö liikkui ja varsinkin sikiön jalkojen liikehdintää nähtiin vähemmän 30. raskausviikon jälkeen.

Brugger ym. (2006) paneutuivat vahvasti T2-painotteisen paksuleikkeisen thick-slab sekvenssin käyttöön sikiön magneettikuvauksissa ja Huisman – Solopova (2009) vertailivat thin- ja thick-slab sekvenssejä sikiön anatomisten rakenteiden tunnistamisessa sekä arvioivat kuvien diagnostista arvoa. Thick-slab kuvissa sikiö kuvantuu kokonaisuudessa, kun taas ohutleikkeisillä thin-slab kuvilla saadaan paremmin ja yksityiskohtaisemmin esille jokin tietty anatominen rakenne. Pääasiassa kuvanlaatu oli hyvä (76.2%) ja keskimääräinen (19%) thick-slab kuvissa. Thin-slab kuvissa kuvanlaatu oli myös pääasiassa hyvä (81%) tai keskimääräinen (14.3%). Vahvasti T2-painotteiset, myös magneettifetografiaksi kutsutut kuvat antavat nopean katsauksen sikiön muodosta ja asennosta. Sikiön nestettä sisältävät rakenteet kuvantuvat erityisen hyvin ja esimerkiksi lapsiveden määrä kohdussa on arvioitavissa. Lyhyet kuvausajat antavat mahdollisuuden kuvata sekä thick- että thin-slab sekvenssit. Tutkijat suosittelivat magneettifetografiaa hyödylliseksi lisäksi sikiön kuvauksen perusprotokollaan.

Krishnamurthy ym. (2015) vertailivat 1,5 T ja 3,0 T magneettilaitteiden välisiä eroja kuvanlaadussa ja SAR-arvoissa sikiön aivojen magneettikuvauksissa. Teknisesti vastaavia T2-painotteisia kuvasarjoja vertailtiin 22 sikiön osalta eri valmistajien 1,5T ja 3,0T magneettikuvauslaitteilla. Kuvasarjojen signaalikohinasuhde (SNR) oli selvästi korkeampi ja kokokehon SAR-arvo selvästi matalampi 3,0T laitteella kuin 1,5 T laitteella kuvattaessa. Molemmilla kenttävoimakkuuksilla saatiin diagnostisia sikiön magneettikuvia. 3,0T kuvat olivat yhtä hyviä tai parempia verrattuna 1,5T kuviin kaikissa tutkimuksessa mitatuissa osa-alueissa; kuvanlaatu, kudoskontrasti ja näkyvyys.

Neelavalli ym. (2014) tutkivat sikiön magneettivenografiaa käyttämällä susceptibiliteetti-kuvausta (SWI = Susceptibility Weighted Imaging). SWI-sekvenssiä modifioitiin sikiölle sopivaksi (kts. Liite 4.) Kuvaukset tehtiin sekä 1.5T että 3.0T magneettikuvauslaitteilla. 19/22 kuvauksessa sikiön aivojen vaskulaarinen verisuonisto saatiin kuvattua. Yli puolen (68.2%) tutkittujen sikiöiden kuvissa ei näkynyt artefaktoja ja 22.7%:a tapauksista artefaktoja oli hieman havaittavissa. Tutkijat pitivät SWI –sekvenssiä käyttökelpoisena ja toimivana tekniikkana sikiön aivojen magneettikuvauksessa.

Cassart ym. (2011) tutkivat sikiön maksan raudan liikakertymää. Tutkimukseen osallistui seitsemän raskaana olevaa naista, joiden sikiöillä oli todettu ultraäänitutkimuksessa vatsanseudulla poikkeavuuksia. Magneettikuvausprotokolla koostui vahvasti T2-painotteisesta HASTE -sekvenssistä ja T1-painotteisesta sekvenssistä. Kaikissa kuvatuissa tapauksissa maksan signaali oli normaalista poikkeava, viitaten maksan raudan liikakertymään. Tutkijat ehdottivat tarkastamaan sikiön maksan signaalin magneettitutkimuksissa aina, jos sikiöllä epäillään ruoansulatuselinten poikkeavuuksia.

Sahar Saleemin (2008) tutkimuksessa käytettiin gradienttikaikuun perustuvaa SSFP-sekvenssiä sikiön sydämen kuvantamiseen. SSFS-sekvenssin kuvilla on korkea T2-painotteinen kontrasti. Sekvenssin etuja ovat muun muassa veren virtauksen homogeenisyys sekä nopea kuvausaika, jotka antavat paremman kuvanlaadun sekä vähentävät liikeartefaktoja. Tutkimuksessa kuvattiin 20 sikiötä, joilla oli etukäteen epäily sydänviasta tai ultraäänitutkimus oli epäonnistunut. Kuvausprotolla (kts. Liite 5.) toimi sikiön sydämen kuvauksessa hyvin. Kuvaussuunnat olivat sekä sikiön anatomian, että sikiön sydämen anatomian mukaisesti kuvattuja ja ne antoivat hyvät mahdollisuudet arvioida sydämen rakennetta. Tilastollista eroa sikiön iässä raskausviikkoina ja sydämen rakenteiden visualisoinnissa sikiön liikkeen takia ei ollut. Sikiön sydämen magneettikuvaus SSFP-sekvenssillä useissa suunnissa antoi kuvan synnynnäisestä sydänviasta, jos sikiön sydämen ultraäänitutkimus ei ole mahdollinen.

Inaoka ym. (2007) käyttivät gradienttipohjaista VIBE-sekvenssiä tutkimuksessaan arvioidessa sikiön ruoansulatuskanavaa. VIBE on T1-painotteinen sekvenssi, josta saadaan myös rekonstruoitua 3D -kuvia. VIBE sekvenssin etuja verrattuna perinteiseen gradienttikaikusekvenssiin ovat korkeampi signaali-kohinasuhde (SNR), korkeampi kuvan kontrasti, ohuimmat leikkeet ja lyhyempi kuvausaika. Tutkijat käyttivät kuvasarjasta saatavaa 3D kuvaa varsinkin sikiön paksusuolen tarkasteluun. Kuvasarja kuvattiin hengityspiädätyksenä tai vapaasti hengittämällä. Tutkimuksessa todetaan, että VIBE sekvenssin

käyttö on sikiön magneettikuvauksessa antaa hyvät T1 painotteiset kuvat ja 3D kuvat auttavat arvioitaessa sikiön ruoansulatuskanavan häiriöitä.

8 Pohdinta

8.1 Opinnäytetyön eettisyys

Eettiset kysymykset liittyvät sekä opinnäytetyön aiheeseen, että prosessin kulkuun. Tutkimuseettinen neuvottelukunta on määritellyt ohjeet hyvästä tieteellisestä käytännöstä, joita tässä työssä on noudatettu. Hyviin tutkimuskäytänteisiin kuuluu yleiset rehellisyyden periaatteet jokaisessa kehittämistyön prosessin vaiheessa. Lähteitä on valittu lähdekriittisesti ja työn prosessin vaiheet on kuvattu mahdollisimman huolellisesti sekä tarkasti (Terveyseettinen neuvottelukunta 2012.)

Verkkokyselyä varten hankittiin tutkimusluvut viideltä yliopistosairaualta. Opinnäytetyössä ei tutkittu potilaita, joten eettisen toimikunnan lausuntoa ei tarvittu. Verkkokyselyyn osallistuminen perustui vapaaehtoisuuteen. Vapaaehtoisuudesta muistutettiin kyselyn saatekirjeessä ja kyselyn pystyi keskeyttämään missä vaiheessa tahansa. Osallistumalla kyselyyn vastaajat antoivat luvan vastauksien käyttöön, asiasta mainittiin saatekirjeessä. Tekijä piti huolen vastaajien anonymiteetistä ja aineistoa säilytettiin tietosuojasäännösten mukaisesti salasanan takana. Tulosten jälkeen aineisto hävitettiin asianmukaisesti. Opinnäytetyön tulosten uskottavuus ja luotettavuus edellyttivät hyvien tutkimuskäytänteiden noudattamista. Tulosten raportointi tapahtui totuudenmukaisesti ja työ tarkastettiin Turnitin-ohjelmalla plagioinnin poissulkemiseksi (Terveyseettinen neuvottelukunta 2012.)

Sikiön magneettikuvaus on eettinen aihe. Sikiön magneettikuvaukseen päätyminen on aina etukäteen tarkkaan harkittu päätös erikoislääkäreiden toimesta. Magneettitutkimus perustuu vapaaehtoisuuteen ja raskaana olevalle naiselle tulee kertoa tutkimuksesta kattavasti etukäteen. Tutkimukset osittavat, ettei magneettikuvauksesta ole suoraa riskiä sikiölle (Expert Panel on MR Safety 2013.)

8.2 Opinnäytetyön menetelmien luotettavuus

Opinnäytetyön aiheen valinta oli ajankohtainen ja tärkeä. Tutkimuskysymykset olivat tarkkaan harkittuja ja perusteltuja. Uskottavuutta työlle tuo tutkimuksen selkeä kuvaus

sekä totuudenmukainen raportointi. Lähdemateriaalina käytettiin uusimpia ja tuoreimpia tutkimuksia ellei kyseessä ollut alkuperäistutkimus. Opinnäytetyön luotettavuuden arvioinnissa käytettiin kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden arviointikriteereitä. Kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa tarkasteltiin tutkimuksen validiteettia sekä reliabiliteettia. (Kankkunen – Vehviläinen 2013:153, 164-165; Tuomi – Sarajärvi 2011: 136-139.)

Systemaattinen kirjallisuushaku suunniteltiin ohjeiden mukaisesti tarkan ja laadullisen lopputuloksen aikaansaamiseksi. Hakusanat muodostettiin PICO- mallin avulla ja opinnäytetyön aiheen perusteella tietokannonoiksi valittiin terveysalaan keskittyneet tietokannat. Hakuprosessi on kuvattu tarkoin vaiheittain. Vaiheet ovat dokumentoitu huolella ja kirjallisuushaku on toistettavissa. Lopulliset tutkimukset valittiin objektiivisesti hakukriteereiden mukaisesti. Ennen varsinaisia hakuja tehtiin koehaut, joissa hakuprotokollan toimivuus varmistettiin sekä hakukriteereitä tarkennettiin. Julkaisuista tarkasteltiin julkaisukanava. Valittujen tutkimusten laatua ei arvioitu erikseen esimerkiksi pisteyttämällä, mutta laatuun kiinnitettiin huomiota Joanna Briggs Institutin kriittisen arvioinnin tarkastuslistaa apuna käyttäen (JBI Kriittisen arvioinnin tarkistuslista kokeelliselle tutkimukselle 2013.) Pidin tärkeänä, että artikkelit olivat julkaistu alansa suurimmissa ja arvostetuimmassa julkaisukanavissa, sillä vertaisarvioituissa lähteissä julkaistut artikkelit ovat käyneet läpi arvioinnin ennen julkaisemistaan. Harmaa kirjallisuus, kuten opinnäytetyöt ja muualta kuin tietokannoissa löytyvät tutkimukset jätettiin pois aikataulullisista syistä. Työn kannalta aiheellisia ja tärkeitä tutkimuksia on voinut jäädä tällä tavoin pois. Kirjallisuushaku tehtiin yksin, jolloin osa relevanteista tutkimuksista on saattanut jäädä huomaamatta. Kahden tutkijan tekemä haku olisi lisännyt kirjallisuushaun luotettavuutta (Niela-Vilen – Kauhanen 2015: 25-30.) Systemaattisen kirjallisuushaun analyysivaihe tuotti vaikeuksia, sillä oikean analyysimenetelmän löytäminen oli hyvin haastavaa. Aineisto koostui erilaisista magneettikuvaustekniikoista, jotka olivat tiedoiltaan spesifiä ammattitermistöä. Eri laitevalmistajien termistöt toivat haasteita myös. Analyysimenetelmäksi valikoitui teoriasidonnainen teemoittelu. Aineistosta saatiin hyvä ja asiasisältöinen kokonaisuus vastaamaan tutkimuskysymykseen sikiön magneettikuvauksissa käytetyistä kuvaustekniikoista.

Verkkokyselyssä haluttiin saada käsitys sikiön magneettikuvauksen valtakunnallisista kuvauskäytänteistä. Valmista kyselyä ei ollut olemassa, joten mittari laadittiin itse. Verkkokysely laadittiin tieteellisten julkaisujen pohjalta ja niistä esiin nousseista teemoista.

Mittari esitettiin ohjaajalle ja sen esitetasivat kaksi röntgenhoitajaa. Heiltä saaman palutteen perusteella kyselyä muokattiin. Kyselyn validiutta edesauttoi perusjoukon tarkka määrittely ja edustavan otoksen saaminen. Otannan perusjoukoksi valittiin viiden yliopistosairaalan magneettikuvausosastojen röntgenhoitajat. Viidestä eri toimipisteestä tulevat röntgenhoitajat antoivat edustavan kuvan valtakunnallisesti sikiön magneettikuvausten kuvauskäytänteistä. Vastaajien anonymiteetin suojaamiseksi päädyttiin yhteyshenkilöiden käyttöön. Yhteyshenkilöiden lähettäessä tiedon röntgenhoitajien lukumääristä kävi ilmi, että sikiön magneettitutkimusten osajia oli hyvinkin eri määrä eri sairaaloissa. Magneettikuvausyksiköt, joissa on paljon osajia saattavat dominoida kyselyn vastaustuloksia. Kyselyn vastausprosentti oli 42 niiden joukosta joille yhteyshenkilöt välittivät kyselyn. Yhden sairaalan yhteyshenkilö ilmoitti muistutusviestikeskustelun yhteydessä, että kysely oli lähetetty suuremmalle joukolle röntgenhoitajia kuin todellisuudessa osallistuu sikiön magneettikuvauksien tekemiseen. Osa kyselyn saaneista ovat saattaneet jättää vastaamatta, koska verkkokysely ei koskenut heidän todellista työkuvaansa. Verkkokyselyn tuloksista ei pystytty erittelemään vastauksia toimipaikkakohtaisesti anonymiteetin vuoksi, joten vastausprosentti on laskettu alkuperäisesti ilmoitetun hoitajamäärän mukaan. Verkkokyselyn avointen kysymysten vastauksissa havaittiin hyvin avoimia ja kriittisiäkin vastauksia, joista saatiin arvokasta tietoa röntgenhoitajien kokemuksista sikiön magneettitutkimuksista.

Verkkokyselyn tulokset antavat totuudenmukaisen kuvan valtakunnallisista kuvauskäytänteistä ja ovat käytännön työn kannalta merkittäviä. Esiin nousseet aiheet, kuten moniammatillisen yhteistyön merkittävyys ja kuvanlaadulliset asiat ovat kiinteä osa röntgenhoitajien jokapäiväistä käytännön työtä. Edellä mainittujen asioiden huomioon ottaminen vaikuttaa röntgenhoitajien työn laatuun ja sen kehittämiseen. Kysely oli onnistunut ja tarkoitukseen sopiva, sillä se antoi totuudenmukaisen ja tarkan kuvan sikiön magneettikuvauskäytänteistä. Vastauksista kävi ilmi, että kuvauskäytänteet ovat samoja tieteellisesti tutkitun tiedon kanssa (Saleem 2008; Saleem 2014.)

8.3 Sikiön magneettikuvausten kuvauskäytännöt

Sikiön magneettikuvausta luonnehditaan haastavaksi tutkimukseksi. Aineiston pohjalta tutkimusten kuvausprosessi toteutuu hyvin. Kuvauksen suunnitteluun on varattu riittävästi aikaa ja 45 minuutin tutkimusaikaa pidetään riittävänä. Tieteelliset julkaisut tukevat samaa ajattelua. (Bonel ym. 2008; Saleem 2008.) Raskaana olevan naisen hyvinvointiin

ennen tutkimusta ja tutkimuksen aikana on tärkeää kiinnittää huomiota. Hyvät esivalmistelut ja asetelu kuvaukseen ovat onnistuneen kuvauksen kannalta olennaisia, sillä ne vaikuttavat raskaana olevan naisen hyvinvointiin ja jaksamiseen kuvauksen aikana (Plunk – Chapman 2014: Saleem 2008.) Erillisen kuvauskelan käyttö alavatsan päällä on suositeltavaa ja kelan sijainti on hyvä tarkistaa suunnittelukuvista. Samoja käytänteitä noudatettiin lähes kaikissa systemaattisen kirjallisuushaun kautta valikoiduissa tieteellisissä tutkimuksissa. Magneettitutkimuksissa turvallisuus on avainasemassa ja aineiston perusteella potilasturvallisuus toteutuukin lähes erinomaisesti sikiön magneettitutkimusten kohdalla. (Expert Panel on MR Safety 2013.)

Sikiön magneettikuvaukset tehdään pääsääntöisesti moniammatillisena yhteistyönä. Moniammatillisesta yhteistyöstä ei kuvata missään tässä opinnäytetyössä käytetyissä tieteellisissä julkaisuissa. Todennäköisesti tieteellisten artikkeleiden pituusvaatimukset rajaavat tämän kaltaisen tiedon olemattomaksi. Verkkokyselyn aineistosta kävi ilmi, että röntgenlääkärin mukanaolo kuvauksen aikana on lähes välttämätöntä. Röntgenhoitajat ilmaisivat tarvitsevansa röntgenlääkärin apua ja tukea kuvaussuuntien hahmottamisessa sekä kuvanlaadun ja kuvien riittävyyden arvioinnissa. Röntgenlääkärin paikallaolo koetaan antavan myös henkistä tukea kuvauksen suorittamiseen. Sekvenssien ja protokollien rakentamisessa sekä ylläpidossa yhteistyö sairaalafysikoiden kanssa on merkittävää. Yhteistyötä röntgenhoitajien kesken pidetään myös erittäin tärkeänä. Aineiston mukaan suurimman osan vastanneista toinen röntgenhoitaja on perehdyttänyt sikiön magneettitutkimuksiin. Oman osaamisen ja tiedon jakaminen muille on kuvattu ensiarvoisen tärkeäksi.

Aineistosta nousi esiin kuvanlaadulliset asiat. Vaikka kuvauskoneilta löytyi lähes aina protokolla sikiön kuvantamiseen ja kuvaus on ohjeistettu etukäteen, kuvauksen aikana ilmenee haasteita kuvanlaadun kanssa. Kuvanlaatu koetaan selvästi kuvausta hankaloittavana asiana, jos käytössä olevat kuvasarjat eivät ole toimivia tai loppuun asti hiotuja. Kuvanlaatuun liittyvät ongelmat liittyvät pääasiassa sekvenssien toimivuuteen. Sikiön magneettikuvantamisesta on tehty paljon tieteellisiä tutkimuksia. Huomioni mukaan julkaisuissa kuvauskäytännöt ja kuvausprotokollat eivät aina ole esiteltynä tai tiedot ovat puutteelliset, jotta niitä voitaisiin suoraan hyödyntää käytännötyössä. Testaamista ja kehitystyötä tarvitaan jokaisella magneettikuvausosastolla, jotta protokollat saadaan toimiviksi. Vaikuttaa siltä, että moniammatillinen yhteistyö röntgenhoitajien, röntgenlääkä-

reiden ja sairaalafyysikoiden välillä olisi avainasemassa sikiön magneettikuvauksien kuvanlaadun kehityksessä ja parantamisessa. Mielestäni toimivat ja testatut sekvenssit tukevat röntgenhoitajia myös itsenäisempään työhön.

Koulutustarpeeseen röntgenhoitajat nimeävät sekvenssien optimointiin ja sikiön anatomiaan liittyvän koulutuksen. Aineiston perusteella röntgenhoitajien olisi hyvä paneutua entistä enemmän kuvausteknillisiin asioihin. Työpaikoilla järjestettävä koulutus kyseisistä teemoista olisi aiheellista.

8.4 Uusin hyödynnettävä magneettikuvaustekniikka

Kaikki työhön valikoituneet tutkimukset pureutuivat saman aiheen ympärille; kuinka magneettikuvien kuvanlaatu saadaan pidettyä mahdollisimman hyvänä ja diagnostisena, mutta kuvausaika riittävän lyhyenä. Kaikista tutkimuksista (n=10) kävi ilmi, että sikiön ennalta-arvaamaton liikehdintä tuo suurimman haasteen sikiön magneettikuvaukseen. Sikiön liikehdintää on vaikea rajoittaa tai ennakoita. Työn teoreettinen viitekehys paneutui saman aiheen ympärille (Brown ym. 2004; Plunk – Chapman 2014; Saleem 2014.)

Sikiön magneettikuvauksissa käytettiin pääasiassa erilaisia gradienttikaikupohjaisia sekvenssejä. Magneettikuvausprotokolleja tarkastellessa rinnakkaiskuvaus on käytössä useassa sekvenssissä. Rinnakkaiskuvaus nopeuttaa kuvausta, mutta sen käytössä tulee kiinnittää huomiota aliasoitumiseen sekä signaali-kohina suhteen säilyttämiseen riittävänä. Verkkokyselyn aineistosta nousi esiin, ettei rinnakkaiskuvaus ole tuttua. Todennäköisesti rinnakkaiskuvaus on käytössä nopeissa sekvensseissä, mutta sen käsite ei ole tuttu. (Brown ym. 2004; Plunk – Chapman 2014; Saleem 2014.)

Huomio kiinnittyi osassa tutkimuksissa kuvauksissa käytettyyn leikepaksuuteen. Leikepaksuus oli usein 5mm, joka tuntuu suurelta kohteen kokoon verrattuna. Koko sikiötä kuvattaessa paksummat leikkeet ovat tarkoituksenmukaisia, mutta esimerkiksi tiettyjen elinten kuvauksessa leikepaksuus tuntuu suurelta. Voidaan pohtia, onko tutkimuksissa haettu parempaa kuvanlaatua ja nopeampaa kuvausaikaa paksumpia leikkeitä käyttämällä.

Bonel ym. (2008) käyttivät liikkeen vähentävänä tekniikkana triggausta. Triggau tapahtuu koneen navigaatio-ohjelman avulla yleensä potilaan hengityksen mukaan tahdistettuna niin että kuvasarjan aikana aina vain tietty kohta kuvataan, jolloin liikkeen tuoma

häiriö saadaan kadotettua kuvista. Trigatut-sarjat saattavat ajallisesti kestää pidempään, mutta ne todennäköisesti onnistuvat paremmin perinteisiin sekvensseihin verrattuna. Reaaliaikainen cine-tekniikka antaa mahdollisuuden puolestaan seurata sikiön liikkeitä reaaliajassa (Hayat ym. 2010.) Erialaisten kuvastekniikoiden testaus ja hiominen voi tuoda uusia ulottuvuuksia sikiön magneettikuvantamiseen.

Kahdessa tutkimuksessa sikiön magneettikuvauksessa oli käytetty 3 teslan kuvauslaitetta. Tutkitun tiedon mukaan sikiön magneettikuvauksia on täysin aiheellista tehdä kolmen teslan kenttävoimakkuuden laitteilla, varsinkin kun sekvenssit ovat optimoituja. 3T laitteiden korkeampi signaalikohinasuhde mahdollistaa korkeamman resoluution kuviin. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että pienetkin yksityiskohdat saadaan paremmin esille. Huomioitavaa oli, että koko kehon keskimääräinen SAR-arvo oli alhaisempi kuin 1,5 T (Krishnamurthy ym. 2015.)

8.5 Kuvausohje

Kuvausohjeen muotoon vaikutti Varsinais-Suomen kuvantamiskeskuksen puolelta tullut pyyntö pysyä mahdollisimman lyhyessä ja ytimekkäässä lopputuloksessa. Ohjeesta halettiin tiivis, mutta asiasisältöinen kokonaisuus. Kuvausohje rakentui tieteellisten tutkimusten sekä verkkokyselyn pohjalta. Se on tehty Siemens magneettikuvauslaitteiden termistöllä. Olennainen tieto pyrittiin pitämään sellaisena, ettei se muutu vaikka laitteiston valmistaja olisi eri. Tutkimusohjeen tarkastivat röntgenhoitaja sekä röntgenlääkäri. Kuvausohje sai palautetta hyvästä asiasisällöstä ja selkeästä ulkoasusta (Liite 5.)

Kuvausohjetta voivat hyödyntää työssään sekä magneettikuvauksia aloittelevat röntgenhoitajat, että magneettitutkimusten asiantuntijat. Kuvausohjeen kokonaisuus on mielestäni onnistunut ja auttaa sikiön magneettitutkimuksen suunnittelussa sekä kuvauksessa. Kuvausohje vastaa tarkoitustaan ja on käytettävissä käytännön työn apuvälineenä (Liite 5.)

9 Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset

Tulosten perusteella voidaan todeta, että sikiön magneettikuvaus on haastava kuvaus, joka vaatii kuvaajaltaan osaamista ja perehtyneisyyttä aiheeseen. Kuvattavan kohteen ennalta-arvaamattoman liikehdintä luo suurimman ongelman kuvaukselle.

Sikiön magneettikuvauskäytännöt toimivat valtakunnallisesti ja moniammatillisen yhteistyön tärkeys korostui tuloksista. Röntgenhoitajan ja röntgenlääkärin yhteistyö katsotaan erittäin tärkeäksi. Röntgenlääkärin paikallaoloa sikiön magneettikuvauksen aikana pidetään välttämättömänä. Kuvanlaatuasioissa yhteistyö sairaalafysikoiden kanssa on tarpeellista. Kuvanlaatuasiat vaativat huomiota ja lisäkoulutusta. Sikiön magneettikuvauksessa käytettävien sekvenssien tulisi olla etukäteen testattuja ja hiottuja.

Magneettikuvaustekniikat ovat edistyneet ja nopeita kuvasarjoja on saatavilla. Erilaisten nopeiden kuvaustekniikoiden avulla kuvasarjojen pituutta pystytään säätämään kuvanlaadusta tinkimättä. Navigaattori trigger - tekniikka sekä Cine-tekniikka saattavat hie-man pidentää kuvausaikaa, mutta liikkuvalla kohteella niiden tuoma etu kuvanlaadussa on positiivinen. Kolmen teslan kuvauslaitteita on aiheellista käyttää sikiön magneettitutkimuksissa.

Työstä nousi vahvasti esille moniammatillisen yhteistyön tärkeys. Jatkotutkimusehdotuksenani on tutkia röntgenosastoiden moniammatillista yhteistyötä ja löytää välineitä saumattoman yhteistyön toteutukseen. Röntgenhoitajien taidot esimerkiksi kuvaustekniikoiden osalta kaipaavat jatkuvaa päivitystä. Osaamisen ylläpitoon tarvitaan koulutusta, mutta henkilökuntaa on usein vaikea irrottaa käytännön työstä. Jatkossa voitaisiin kehittää uusia menetelmiä ja tapoja tiedon ylläpitämiseksi niin että mahdollisimman moni saisi uusimman tiedon käyttöönsä. Sikiön magneettitutkimuksia voitaisiin myös jatkossa tutkia ja kehittää. Kuvattavien mielipiteet voisivat tuoda arvokasta tietoa kuvauksen kehittämistyöhön.

Lähteet

Baker, Philip – Johnson, Ian – Harvey, Paul – Gowland, Penny – Mansfield Peter 1994. A three-year follow up of children imaged in utero with echo-planar magnetic resonance. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 170. 32-33.

Bonel – Frei – Raio – Meyer-Wittkopf – Remonda – Wiest 2008. Prospective Navigator-Echo-Based Real-Time Triggering of Fetal Head Movement for the Reduction of Artifacts. *European Journal of Radiology* 18. 822-829.

Brown, Stephen – Estroff, Judy – Barnewolt, Carol 2004. Fetal MRI. *Applied Radiology* 33(2).

Brugger, Peter – Mittermayer, Christoph – Prayer, Daniela 2006. A New Look at Fetus: Thick-slab T2-weighted Sequences in Fetal MRI. *European Journal of Radiology* 57. 182-186.

Cassart, Marie – Efraim Avni, Freddy – Guibaud, Laurent – Molho, Mare – D'Haene, Nicky – Paupe, Alain 2011- Fetal Liver Iron Overload: the role of MR Imaging. *European Journal of Radiology* 21. 295-300.

Coackley, Fergus – Glenn, Orit – Qayyum, Aliya – Barkovich, Aanthony – Goldstein, Ruth – Filly, Roy 2004 Fetal MRI: A developing technique for the developing patient. *American Journal of Roentgenology* 182 (1). 243-252.

Expert Panel on MR Safety: Kanal, Emanuel – Barkovich, James – Bell, Charlotte – Borgstede, James – Bradley, William – Froelich, Jerry – Gimbel, Rod – Gosbee, John – Kuhni-Kaminski, Ellisa – Larson, Paul – Lester, James – Nyenhuis, John – Schaefer Daniel – Sebek, Elizabeth – Weinreb, Jeffrey – Wilkoff Bruce – Woods Terry – Lucey Leonard – Hernandez Dina 2013. ACR Guidance Document on MR Safe Practices: 2013. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 37(3). 501-530.

Gover, Paul – Hykin, J. – Gowland, Penny – Wright, J. – Johnson, I. – Mandfield, P. 1995. An assessment of the intrauterine sound intensity level during obstetric echo-planar magnetic resonance imaging. *British Journal of Radiology* 68(814). 1090-1094.

Guisasola, Concepcion – Desco, Manuel – Millan, Olga – Villanueva, Francisco – Garcia-Barreno, Pedro 2002. Biological dosimetry of magnetic resonance imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 15(5). 584-590.

Hand, Jeffrey – Li, Y. – Hajnal, Jo 2010. Numerical study of RF exposure and the resulting temperature rise in the foetus during a magnetic resonance procedure. *Physics in Medicine and Biology* 55(4). 913-930.

Hand, Jeffrey – Li, Y. – Thomas, E. – Rutherford, M. 2006. Prediction of specific absorption rate in mother and fetus associated with MRI examinations during pregnancy. *Magnetic Resonance in Medicine* 55(4). 883-893.

Hamberg, Leena – Aronen, Hannu 1992. Magneettikuvauksen perusteet ja tutkimusmenetelmät. *Duodecim* 108, 713.

Hayat – Nihat – Martinez-Biarge – McGuinness – Allsop – Hajnal – Rutherford 2011. Optimizing and Initial Experience of a Multisection Balanced Steady-State Free Precession Cine Sequence for the Assessment of Fetal Behavior in Utero. *American Journal of Neuroradiology* 32. 331-338.

Heikkilä, Asta – Hupli, Maija – Leino-Kilpi Helena 2008. Verkkokysely tutkimusaineiston keruumenetelmänä. *Hoitotiede* 20 (2). 101–110.

Heikkilä, Tarja 2010. Tilastollinen tutkimus. 7.-8. painos. Edita, Helsinki.

Huisman, Thierry – Solopova, Alina 2009. ME Fetography Using Heavily T2-weighted Sequences: Comparison of Thin- and Thick-Slab Acquisitions. *European Journal of Radiology* 71. 557-563.

Inaoka, Tsutomu – Sugimori, Hiroyuki – Sasaki, Yoshito – Takahashi, Koji – Sengoku, Kazuo – Takada, Nobuhisa – Abunaro, Tamio 2007. VIBE MRI for Evaluating the Normal and Abnormal Gastrointestinal Tract in Fetuses. *American Journal of Roentgenology* 2007 189. W303-W308.

Jurvelin, J. - Nieminen, M. 2005. Magneettikuvaus. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. *Radiologia*. Helsinki: WSOY

JBI: Kriittisen arvioinnin tarkastuslista kokeelliselle tutkimukselle 2013. Verkkodokumentti <http://www.hotus.fi/system/files/JBI_Exp_appraisal.pdf>

Kangasniemi, Mari – Utriainen, Kati – Pietilä, Anna-Maija – Jääskeläinen, Petri – Ahonen, Sanna-Mari – Liikanen, Eeva 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. *Hoitotiede* 25 (4). 291-301.

Koivisto Juha – Haverinen Riitta 2006: Systemaattiset tutkimuskatsaukset vaikuttavuuden arvioinnin välineenä sosiaalialalla. *Hallinnon Tutkimus* 25 (3). 108–126.

Krishnamurthy, Uday - Neelavalli, Jaladhar – Mody, Swati – Yeo, Lami – Jella, Pavan Kumar – Saleem, Sheena – Korzeniewski, Steven – Cabrera, Maria – Ehterami, Shadi – Bahado-Singh, Ray – Katkuri, Yashwanth – Haacke, Ewart – Hernandez-Andrade, Edgar – Hassan, Sonia – Romero, Roberto 2015. MR Imaging of the Fetal Brain at 1.5T and 3.0T Field Strengths: Comparing Specific Absorption Rate (SAR) and Image Quality. *Journal of Perinatal Medicine* 43(2). 209-220.

Kääriäinen M. – Lahtinen M. 2006: Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tutkimustiedon jäsentäjänä. *Hoitotiede* 18 (1), 37- 45.

McRobbie Donald – Moore, Elizabeth – Graves, Martin – Prince, Martin 2007. *MRI from Picture to Proton*. United Kingdom: The University Press, Cambridge.

Mevissen, Martin – Buntenkötter, S. – Löscher, W. 1994. Effects of statistic and time-varying (50-Hz) magnetic fields on reproduction and fetal development in rats. *Teratology* 50(3). 229-237.

MRIsafety.com 2015. Pregnant patients and MRI procedures. Verkkodokumentti. <<http://www.mrisafety.com/SafetyInfov.asp?SafetyInfoID=195>> Luettu 10.10.2015

Mäkelä, Marjukka – Varonen, Helena – Teperi, Juha. 1996. Systemoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tiivistäjänä. *Lääketeollinen aikakauslehti Duodecim*. 112 (21). 1999.

- Narra, V. – Howell, R. – Goddu, S. – Rao, D. 1996. Effect of a 1,5 –Tesla Static Magnetic Field on Spermatogenesis and Embryogenesis in Mice. *Investigative Radiology* 31 (9). 586-590.
- Neelavalli, Jaladhar – Mody, Swati – Yeo, Lami – Jella, Pavan Kumar – Korzeniewski, Steven – Saleem, Sheena – Katkuri, Yashwanth – Bahado-Singh, Ray – Hassan, Sonia – Haacke, Mark – Romero, Roberto – Thomason, Moriah 2014. Magnetic Resonance Venography of the Fetal Brain Using Susceptibility Weighted Imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 40(4). 949-947.
- Nyberg, H. – Jokela, K. 2006. Sähkömagneettiset kentät. Säteily- ja ydinturvallisuus 6. Säteilyturvakeskus.
- Ojasalo, Katri – Moilanen, Teemu – Ritalahti, Jarmo 2015. Kehittämistyön menetelmät: Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: WSOYpro
- Price, D. – De Wilde, J. – Papadaki, A. – Curran, J. – Kitney, R. 2001. Investigation of acoustic noise on 15 MRI scanners from 0.2 T to 3 T. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 13 (2). 288–293.
- Plunk, M. – Chapman, T. 2014. The Fundamentals of Fetal MR Imaging: Part1. *Current Problems in Diagnostic Radiology*. 43 (6). 331–346.
- Saleem, Sahar 2014. Fetal MRI: An approach to practice: A review. *Journal of Advanced Research*. 5(5). 507-523.
- Saleem, Sahar 2008. Feasibility of MRI of the Fetal Heart with Balanced Steady-State Free Precession Sequence along Fetal Body and Cardiac Planes. *American Journal of Roentgenology* 191. 1208-1215.
- Sato, K – Yamaguchi, H. – Miyamoto, H. – Kinouchi, Y. 1992. Growth of human cultured cells exposed to a nonhomogenous static magnetic field generated by SM-CO magnets. *Biochim Biophys Acta*. 1136 (3). 231–238
- Schild H.H 1990: MRI made easy...(well almost). Schering. Berliini, Saksa: H. Heene-man GmbH& Co.
- Shellock, F. – Karacozoff, A. 2013. Detection of implants and other objects using a ferromagnetic detection system: implications for patient screening before MRI. *American Journal*. 201 (4). 720-725.
- Smith, F. – Adam, A. – Phillips, W. 1983. NMR imaging in pregnancy. *Lancet*. 1. 61-62.
- Smith, F. – MacLennan, F. – Abramovich, D. – MacGilivray, I. – Hutchison, J. 1984. NMR imaging in human pregnancy: A preliminary study. *Magnetic Resonance Imaging* 2(1). 57-64.
- Säteilyturvakeskus 2013. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011.

Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 2015. PICO: Tutkimuskysymykset. Verkkodokumentti <<https://www.thl.fi/fi/web/paatoksenteko-talous-ja-palvelujarjestelma/vaikuttavuus/terveydenhuollon-menetelmien-arviointi/hta-opas/kirjallisuushaku/picotutkimuskysymys>> Luettu 18.11.2015

Terveyseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Verkkodokumentti <http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf> Luettu 5.12.2015.

The Society for Pediatric Radiology 2015. Fetal MRI - General Information. Verkkodokumentti. <<http://www.pedrad.org/Specialties/Fetal-Imaging/Fetal-MRI-General-Information#38201229-indications->> Luettu 10.10.2015.

The Society for Pediatric Radiology 2016. Fetal MRI- Report Templates & Protocols. Verkkodokumentti<<http://www.pedrad.org/Specialties/Fetal-Imaging/Fetal-MRI-General-Information>> Luettu 8.3.2016.

Timonen, Marjut – Komsu, Anne – Tähtinen, Kirsi 2014. Magneettikuvauksen kontrastidikaatit. Menettelyohje. HUS-Kuvantaminen. Radiologia.

Torkkola, Sinikka – Heikkinen, Helena - Tiainen, Sirkka 2002. Potilasohjeet ymmärrettäviksi. Opas potilasohjeiden tekijöille. Helsinki: Tammi

Tuomi, Jouni – Sarajärvi, Anneli 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi. Helsinki: Tammi.

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 2014. Kuvantamiskeskuksen yleisesittely. Verkkodokumentti <<http://www.vsshp.fi/fi/toimipaikat/tyks-sapa/kuvantaminen/Sivut/Yleisesittely.aspx>> Luettu 3.11.2015

Wiskirchen, J. – Groenewael, E. – Kehlbach, R. – Heinzelmann, F. – Wittau, M. – Rodemann, HP. – Claussen, CD. – Duda, SH. 1999. Long-term effects of repetitive exposure to a static magnetic field (1.5 T) on the proliferation of human fetal lung fibroblasts. *Magnetic Resonance in Medicine*. 41 (3). 464–468 Lähdetieto Lähdetieto Lähdetieto

Verkkokysely ja saatekirje

Sikiön magneettitutkimus -kysely

Hyvä röntgenhoitaja,

Olen Metropolia ammattikorkeakoulussa ylempää ammattikorkeakoulututkintoa kliininen asiantuntija – koulutusohjelmassa opiskeleva röntgenhoitaja. Opinnäytetyöni tavoitteena on kehittää ja syventää röntgenhoitajien osaamista sikiön magneettitutkimuksissa.

Tämän kyselyn tarkoituksena on kerätä ajankohtaista tietoa sikiön magneettitutkimusten kuvauskäytännöistä. Kyselyyn osallistuminen on vapaaehtoista ja kyselyyn vastaamisen voi keskeyttää niin halutessaan. Kyselystä saatu aineisto analysoidaan luottamuksellisesti, eikä tutkimuksen tekijä saa tietää vastaajien henkilöllisyyttä missään tutkimuksen vaiheessa. Osallistumalla kyselyyn annatte luvan käyttää tietoja opinnäytetyön tekemiseen.

Kyselyyn vastaaminen vie aikaanne noin 10 minuuttia. Kysely koostuu kysymyksistä, väittämistä ja vapaasti vastattavista kysymyksistä. Vastaa kysymyksiin valitsemalla mielestäsi paras vaihtoehto ja vapaasti vastattaviin kenttiin kirjoittamalla.

Kyselyyn pääsette painamalla SEURAAVA-painiketta.

Kiittäen,

Laura-Elina Lahtela
Röntgenhoitaja AMK
laura-elina.lahtela@metropolia.fi

Opinnäytetyön ohjaajat:

Eija Metsälä FT, yliopettaja Birgitta Katevuo, hallinnollinen osastonhoitaja
eija.metsala@metropolia.fi birgitta.katevuo@tyks.fi

Perustiedot

1. Sukupuolesi *

Merkitse vain yksi soikio.

Nainen

Mies

2. Työkokemus magneettikuvauksissa *

Ilmoita kokonaislukuna esim. 1, 5, 10 vuotta

3. Koulutuksesi **Merkitse vain yksi soikio.*

- Röntgenhoitaja
 Röntgenhoitaja AMK
 Röntgenhoitaja YAMK
 Muu:

4. Mistä olet saanut tämän hetkisen osaamisesi sikiön magneettitutkimuksiin? **Merkitse vain yksi soikio.*

- Itsenäinen tiedon hankinta
 Kollegan antama mri-perehdytys
 Työnantajan järjestämä koulutus
 Ulkoinen koulutus
 Muu:

5. Onko yksikössäsi kirjallinen ohje sikiön magneettitutkimuksista? **Merkitse vain yksi soikio.*

- Kyllä
 Ei
 Muu:

6. Kuka tai ketkä osallistuvat sikiön magneettitutkimuksen tekemiseen? *

Voit valita monta vaihtoehtoa

Merkitse vain yksi soikio.

- Röntgenhoitaja
 Röntgenlääkäri
 Fyysikko
 Muu:

7. Miten sikiön magneettikuvaukset suoritetaan? **Merkitse vain yksi soikio.*

- Itsenäisesti
 Ryhmätyönä
 Moniammatillisena yhteistyönä
 Muu:

Sikiön magneettitutkimuksen suunnittelu

8. Sikiön magneettitutkimuksen suunnitteluun on varattu riittävästi aikaa **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Yksikössäni on käytössä valmis protokolla sikiön magneettitutkimukseen, jota tarpeen mukaan muokataan **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Sikiön magneettitutkimuksen kuvausohje on valmiina ennen kuvauksen alkua **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Tarvittavat sekvenssit löytyvät kuvauskoneen sekvenssivalikoimasta **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Mitä muuta haluaisit kertoa sikiön magneettitutkimuksen suunnitteluun liittyen?

.....

.....

.....

.....

.....

Raskaana olevan potilaan esivalmistelut**13. Kuinka paljon aikaa on varattu sikiön magneettitutkimukselle? ****Vastaa minuutteina esim. 20, 35, 60 minuuttia.*

.....

14. Tutkimusaika on riittävä sikiön magneettitutkimuksen toteutukseen. **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. **Sikiön liikkeitä rajoitetaan antamalla rauhoittavaa lääkettä odottavalle äidille. ****Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. **Potilasta neuvotaan tyhjentämään virtsarakko ennen kuvausta. ****Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. **Raskaana olevan potilaan asettelu pyritään tekemään mahdollisimman optimaaliseksi, jotta hän jaksaa olla tutkimuksen ajan liikkumatta. ****Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. **Asettelen vatsan päälle erillisen kuvauskelan (Esimerkiksi Body-kela/ Torso-kela/ cardiac-kela) ****Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. **Mitä muuta haluaisit kertoa raskaana olevan potilaan esivalmisteluista?**

.....

.....

.....

.....

.....

Sikiön magneettikuvaus ja parametrit20. **Kuvauskelan signaalin riittävyys paikannetaan suunnittelukuvista. ****Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Hahmotan sikiön anatomian magneettikuvista. **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Tunnistan liikkeen aiheuttaman vaikutuksen magneettikuvista. **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Tunnistan aliasoitumisen (=wrap around) kuvasta. **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Tiedän mikä on SAR (= Specific Absorption Rate) **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. Seuraan SAR-arvoa sikiön kuvauksen aikana. **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. Käytämme yksikössäni sikiön kuvantamiseen spoiled gradient echo -sarjoja (FLASH/SPGR/T2-FFE) **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Käytämme yksikössäni sikiön kuvauksessa single shot turbo fast/turbo spin echo -sarjoja (HASTE/SSFSE/Single-shot TSE) **Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.*

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. Käytämme yksikössäni sikiön kuvauksessa single steady state free precession gradient echo -sarjoja (TRUFI/FIESTA/ FFE) *

Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. Käytämme yksikössäni rinnakkaiskuvausta sikiön kuvauksessa (iPAT/ ASSET/SENSE) *

Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. Mitä muuta haluaisit kertoa sikiön magneettikuvaukseen ja parametreihin liittyen?

.....

.....

.....

.....

.....

Turvallisuus

31. Raskaana olevalta potilasta pyydetään poistamaan kaikki metalliset esineet (esim. lävistyskorut, korut, kellot, rintaliivit jne.) *

Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32. Raskaana olevalta potilaalta varmistetaan, ettei hänellä ole sydämentahdistinta. *

Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

33. Raskaana olevalta potilaalta varmistetaan, ettei hänellä ole metallisiruja kehossa (esim. silmissä) *

Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

34. **Raskaana olevalta potilaalta varmistetaan, ettei hänellä ole sisäkorvaimplanttia. ***
Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

35. **Raskaana olevalta potilaalta varmistetaan, ettei hänellä ole neurostimulaattoria. ***
Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

36. **Raskaana olevalta potilaalta varmistetaan, ettei hänellä ole aneurysmaklipsejä. ***
Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

37. **Raskaana olevalle potilaalle annetaan hälytyskello käteen tutkimuksen ajaksi. ***
Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

38. **Pystyn näköyhteyden avulla seuraamaan raskaana olevan potilaan tilaa magneettitutkimuksen aikana. ***
Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

39. **Mitä muuta haluaisit kertoa sikiön magneettikuvauksen turvallisuuteen liittyen?**

.....

.....

.....

.....

.....

Osaaminen ja koulutus

40. Haluaisin saada enemmän tukea sikiön magneettitutkimuksen suorittamiseen *
Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

41. Toivoisin saavani lisäkoulutusta sikiön magneettitutkimuksista *
Merkitse vain yksi soikio riviä kohden.

	Täysin samaa mieltä	Samaa mieltä	Eri mieltä	Täysin eri mieltä	En osaa sanoa
VASTAUS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

42. Mistä aiheesta toivoisit saavasi koulutusta sikiön magneettitutkimuksiin liittyen?

.....
.....
.....
.....
.....

43. Mitä muuta haluaisit kertoa osaamisesta ja koulutuksesta?

.....
.....
.....
.....
.....

Verkkokyselyn saatekirje

Hyvä röntgenhoitaja,

Olen Metropolia ammattikorkeakoulussa ylempää ammattikorkeakoulututkintoa kliininen asiantuntija – koulutusohjelmassa opiskeleva röntgenhoitaja. Teen opinnäytetyötäni yhteistyössä Varsinais-Suomen kuvantamiskeskuksen kanssa sikiön magneettitutkimuksista. Opinnäytetyöni tavoitteena on kehittää ja syventää röntgenhoitajien osaamista sikiön magneettitutkimuksissa.

Tämän kyselyn tarkoituksena on kerätä ajankohtaista tietoa sikiön magneettitutkimusten kuvauskäytännöistä. Kysely on tarkoitettu röntgenhoitajille, jotka ovat sikiön magneettitutkimuksia tehneet ja olleet mukana tekemässä. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää Varsinais-Suomen kuvantamiskeskukselle tekemässä tutkimusohjeessa. Osallistamalla kyselyyn annatte luvan käyttää tietoja tämän opinnäytetyön tekemiseen.

Kyselyyn osallistuminen on vapaaehtoista ja kyselyyn vastaamisen voi keskeyttää niin halutessaan. Kyselystä saatu aineisto analysoidaan luottamuksellisesti, eikä tutkimuksen tekijä saa tietää vastaajien henkilöllisyyttä missään tutkimuksen vaiheessa. Kyselyyn vastaaminen vie aikaanne noin.... minuuttia.

Kiittäen,

Laura-Elina Lahtela

Röntgenhoitaja AMK

laura-elina.lahtela@metropolia.fi

Opinnäytetyön ohjaajat:

Eija Metsälä FT, yliopettaja

eija.metsala@metropolia.fi

Birgitta Katevuo, hallinnollinen osastonhoitaja

birgitta.katevuo@tyks.fi

Linkki kyselyyn:

<https://docs.google.com/a/metropolia.fi/forms/d/1x9WoCEqtKuhEdZaH01-sZEZD3OUwxLsVvRrnX-Sllc/viewfor>

Systemaattisen kirjallisuushaun artikkeleiden haku

Pvm	Tietokanta	Hakusanat	Rajaus	Aineistoa yhteensä	Otsikoiden luvun jälkeen	Tiivistelmien ja metodiosoiden luvun jälkeen	Mukaan otettavat koko tekstin perusteella	Valitut julkaisut
8.6	MEDLINE (PubMed)	(technique* OR technic* OR protocol* OR procedure* OR sequence*) AND (fetus* OR fetal* OR prenatal* OR foetal* OR "pre natal*" OR unborn* OR "un born*" OR "during pregnancy*") AND (MRI* OR MR OR "magnetic resonance imaging*" OR "magnetic resonance*")	Laajennettu haku. Text availability: Full text Language: English, Finnish Species: humans, Customized publication dates: 1.1.2006-15.6.2016. Search fields: title/abstract	438	152	53	12	9
14.6	CINAHL (Ebsco)	(technique* OR technic* OR protocol* OR procedure* OR sequence*) AND (fetus* OR fetal* OR prenatal* OR foetal* OR "pre natal*" OR unborn* OR "un born*" OR "during pregnancy*") AND (MRI* OR MR OR "magnetic resonance imaging*" OR "magnetic resonance*")	Laajennettu haku. Hakutila: Boolean operaattorit/lauseke, Kieli: Englanti Ikäryhmä: Sikiö, hedelmöitymisestä syntymään Aikarajaus: Tammikuu 2006-kesäkuu 2016.	43	26	8	8	1

2 (2)

7.6	Cochrane	Fetal MRI technique, (technique* OR technic* OR protocol* OR procedure* OR sequence*) AND (fetus* OR fetal* OR prenatal* OR foetal* OR "pre natal*" OR unborn* OR "un born*" OR "during pregnancy*") AND (MRI* OR MR OR "magnetic resonance imaging*" OR "magnetic resonance*")	Laajennettu haku. Aikarajaus 2006-2016.	0	0	0	0	0
	Medic	Magneettikuvaus AND sikiö		2	2	2	2	0

Systemaattisen kirjallisuushaun artikkeleiden kuvaus

Julkaisun nimi	Tekijä(t), julkaisumaa ja julkaisu-vuosi	Laite ja kuvauskela(t)	Kuvauskäytäntö	Huomioita
MR imaging of the Fetal Brain at 1.5T and 3.0T Field strengths: Comparing Specific Absorption Rate (SAR) and Image Quality	Uday Krishna-murthy, Jaladhar Neelavalli, Swati Mody, Lami Yeo, Pavan K. Jella, Sheena Saleem, Steven J. Korzeniewski, Maria D. Cabrera, Shadi Ehterami, Ray O. Bahado-Singh, Yashwanth Katkuri, Ewart M. Haacke, Edgar Hernandez-Andrade, Sonia S. Hassan, Roberto Romero Yhdysvallat 2015	1,5T GE Signa, 8-kanavainen cardiac-kela ja vastaanotin selkäkelat. 3T Siemens Verio, 6-kanavainen body-kela, vastaanotin selkäkelat. Suurilla potilailla ylimääräisenä 2-kanavainen flex-kela	Kolmen suunnan kuvat (aksiaali, koronaali ja sagittaali) 1,5T T2 SSFSE TR 1192-1240ms TE 90-240ms, Leikepaksuus 4mm FA 90° - Kuvaussuunnat; aksiaali, koronaali ja sagittaali - Kuvasarjat suunniteltiin kohtisuoraan sikiön aivojen rakenteita 3T HASTE TR 2600ms-5000ms TE 139ms- 140ms, Leikepaksuus 3-4mm	12 raskaana olevaa naista, rv:lla 27-35. - Kuvaukseen valikoituneilla sikiöillä oli etukäteen tiedossa oleva anomalia. Raskaana olevat naiset kuvattiin sekä 1.5 T että 3.0T magneettikuvauslaitteilla. Kuvasarjat toistettiin, jos niissä havaittiin sikiöstä johtuvaa liikettä. T2 SSFSE sekvenssi valittiin tutkimukseen, sillä sitä käytetään yleisimmin sikiön magneettitutkimuksissa anatomian hahmottamiseen, lisäksi sekvenssillä on tyypillisesti korkea SAR-arvo. SNR oli selvästi korkeampi 3.0T kuin 1.5T. Koko kehon keskimääräinen SAR-arvo oli selvästi alhaisempi 3.0T kuin 1.5T. Molemmilla kenttävoimakkuuksilla saatiin kuvanlaadultaan diagnostiset kuvat.

2 (11)

				<p>Pääosin 3.0T saadut kuvat oli yhtä hyviä tai parempia kuin 1.5 T saadut kuvat.</p> <ul style="list-style-type: none">- 3.0 T oli selvästi tarkemmat kuvat, pienet yksityiskohdat erottuivat paremmin verrattuna 1.5 T kuviin. <p>3.0T oli selvästi korkeampi SNR- arvo kuin 1.5T kuvattaessa.</p> <ul style="list-style-type: none">- Korkeampi SNR-arvo mahdollistaa korkeamman resoluution kuviin, jolloin pienetkin anatomiset rakenteet kuvautuvat tarkemmin. <p>SAR-arvo on ratkaiseva kuvattaessa sikiötä 3.0T laitteella.</p> <ul style="list-style-type: none">- SAR-arvo oli matalampi sikiön aivojen kuvauksessa, mutta SNR parempi kuvattaessa 3.0T kuin 1.5T laitteella.
--	--	--	--	---

<p>Magnetic Resonance Venography of the Fetal Brain Using Susceptibility Weighted Imaging</p>	<p>Neelavalli J, Mody S, Yeo L, Jella PK, Korzeniewski SJ, Saleem S, Katkuri Y, Bahado-Singh RO, Hassan SS, Haacke EM, Romero R, Thomason ME</p> <p>Yhdysvallat 2014</p>	<p>1,5T GE Signa, 8-kanavainen cardiac-kela ja vastaanotin selkäkelat.</p> <p>3T Siemens Verio, 6-kanavainen body-kela ja vastaanotin selkäkelat.</p>	<p>1,5 T</p> <p>T2 SSFSE</p> <p>TR 1192-1240ms TE 242 ms Leikepaksuus 4mm Matriisi 256x160 Vokseli 1.13x1.13 mm² FA 90°</p> <p>Anatominen kuvaus</p> <p>SWI</p> <p>TR 80-105ms TE 8.4, 16.8, 25.3, 33.7 ms Leikepaksuus 5-6-mm Matriisi 512x256 Vokseli 0,7x1,4x5mm³ FA 18° FOV 350x350mm²</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sarja tehtiin 2D FSGE sekveksistä - Virtauksen kompensointi päällä - Rinnakaiskuvantaminen; factor 2 - Kuvaus hengityspidätyksinä - Kuvat interpoloitiin matriisiin 512x512; vokseli 0,7x0,7mm² - Sekvenssin kesto keskimäärin 2,5 min <p>3T</p>	<p>22 raskaana olevaa naista, rv:lla 29-34.</p> <p>Ei rauhoittavaa lääkitystä</p> <p>15 kuvauksessa ei ollut artefaktoja, viidessä kuvauksessa artefaktoja esiintyi vain vähän ja kaksi tutkimusta ei ollut diagnostisia.</p> <p>19 kuvauksessa sikiön aivojen vaskulaarinen verisuonisto kuvaantui.</p> <p>Kuvassarjat pyrittiin uusimaan, jos kuvissa ilmeni liikkeen tuomia artefaktoja.</p> <p>Kuvaukset arvioitiin käyttämällä kuvanlaatu- ja tuotusjärjestelmää.</p>
---	--	---	--	--

4 (11)

			<p>HASTE: TR 3000ms TE 140ms Leikepaksuus 3mm Matriisi 320 x 320 FA 75° Anatominen kuvaus</p> <p>SWI 2D</p> <p>TR 250- 280 ms TE 17-19 ms Leikepaksuus 3-3,5 mm Matriisi 448 x 168 FA 32°</p> <p>SWI 3D</p> <p>TR 20-23 ms TE 13-17,3 ms Leikepaksuus 3-3,5 mm Matriisi 448 x 168 FA 10°</p> <ul style="list-style-type: none"> - Virtauksen kompensatio kol- messa suunnassa - Kuvaus hengityspidätyksinä - Rinnakaiskuvantaminen: factor 2 - Kuvaussuunta sikiön aivojen aksi- aali 	
		1,5T GE Signa	SSFP-FIESTA	100 raskaana olevaa naista, rv:lla 24–36

<p>Standardized Fetal Anatomical Examination Using Magnetic resonance Imaging: a Feasibility Study</p>	<p>Millischer AE, Sonigo P, Ville Y, Brunelle F, Boddaert N, Salomon LJ. Ranska 2013</p>	<p>Body -kela</p>	<p>TR 4.9 ms TE 2.5 ms Matriisi 224 × 224 FA 65° Average 1 Leikepaksuus 4 mm Distance factor 30% FOV 39 mm²</p> <p>half Fourier acquisition single shot turbo spin-echo sequence</p> <p>TR 4000 TE 86 matriisi 256 × 256 FA, 125° average 1 Leikepaksuus 3mm Distance factor 30%, FOV 39 mm²</p> <p>T1 LAVA FLASH</p> <p>TR 2 TE 4 Matriisi 224 × 384 FA, 15° Average, 1 Leikepaksuus 3.6 mm FOV 44 mm²</p> <p>2D LAVA FIESTA CINE</p> <p>TR 3.5–4.5 ms</p>	<p>Kuvaus selällään tai kyljellään.</p> <p>Ei rauhoittavaa lääkitystä</p> <p>Ei kontrastiainetta</p> <p>Kolme kuvaussuuntaa; koronaali, sagittaali ja aksiaali aseteltuna sikiön anatomian mukaisesti.</p> <p>5mm valittiin 2D Fiesta Cineen vähentämään kohinaa kuvissa.</p> <p>Koko protokollan kokonaisaika oli 20 min.</p> <p>Tutkijat loivat sikiön anatomisen magneettikuvausprotokollan.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kuvista pisteytettiin anatomisia rakenteita, jotka olivat ennaltapäädettyjä (ISUOG ja AIUM ohjeistus). - Kaksi radiologia katsoivat ja pisteyttivät kuvat erikseen. - Vaikeimmat arvioitavat kohteet olivat aorta ja keuhkovaltimo. <p>Kuvausprotokolla oli nopea ja kattoi koko sikiön anatomian</p> <p>Kuvausta suositellaan 24 raskausviikon jälkeen.</p> <p>MRI antaa arvokasta tietoa sikiön anatomia</p>
--	---	-------------------	--	--

			TE 1.6–2.1 ms FA 65° Average 0.5 Matriisi 192 × 192 FOV 38 mm ² Leikepaksuus 5 mm Rinnakaiskuvantaminen Factor 1 -	Protokollaa suositellaan, kun rakenneultraääni ei ole teknillisesti mahdollista suorittaa, esim. ylipainosta johtuen.
Optimization and Initial Experience of a Multisection Balanced Steady-State Free Precession Cine Sequence for the Assessment of Fetal behavior in Utero	Hayat TT, Nihat A, Martinez-Biarge M, McGuinness A, Allsop JM, Hajnal JV, Rutherford MA. Iso-Britannia 2010	1.5T Philips Achieva 5-kanavainen cardiac -kela	bSSFP CINE TR 3.2 ms TE 1.59ms FA 60° FOV 50 cm ² Vokselin koko 2.2 × 2.2 mm Leikepaksuus 30–40 mm SENSE factor 2 - SAR rajoitettiin max. 2 W/kg - Sekvenssin kuvausaika 2-4 min - Sekvenssi kuvattiin moneen kertaan - Kuvaussuuntana sikiön sagittaali	37 raskaana olevaa naista, rv:lla 20-35 Kuvaus kyljellään. Ei rauhoittavaa lääkitystä.
Fetal Liver Iron Overload: the Role of MR Imaging	Cassart M, Avni FE, Guibaud L, Molho M, D'Haene N, Paupe A. Belgia 2010	Philips Intera 1,5T ja Siemens Harmony 1T Body-kela	T2 Half-Fourier single-shot turbo spin-echo T1 turbo field echo sekvenssi TR 133ms TE 5 msec FA 22°	7 raskaana olevaa naista, rv:lla 29-34. - Sikiöillä oli etukäteen tiedossa olevia poikkeavuuksia. Ei rauhoittavaa lääkitystä. Asettelu selälleen.

			<p>Leikepaksuus 5 mm</p> <p>Kuvausuunnat sikiön anatomian mukaan: sagittaali, aksiaali ja koronaali</p>	<p>Magneettikuvaus on ainoa kuvausmenetelmä, jolla saadaan todennettua sikiön maksan liiallinen rautakertymä kohdussa.</p> <p>Magneettikuvauksen löydökset varmistettiin syntymän jälkeen.</p>
<p>Feasibility of MRI of the Fetal Heart with Balanced Steady-State Free Precession Sequence Along Fetal Body and Cardiac Planes</p>	<p>Saleem SN. Egypti 2008</p>	<p>1,5T Intera Philips Phased-array surface coil</p>	<p>SSFP</p> <p>TR 3,5- 4 ms TE 1,7- 2 ms FA 60°-90° Leikepaksuus 4-6mm FOV 205-350 mm² Matriisin koko 183x256 tai 256x256</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hengityspidätysarja (käytännössä kuvaukset suoritettiin useimmissa tapauksissa vapaalla hengityksellä) - Kuvasarjat suunniteltiin aina edellisiin kuvasarjoihin sikiön liikehännän vuoksi - Tutkimus kesti keskimäärin 19 minuuttia 	<p>20 Raskaana olevaa naista, rv:lla 18-32.</p> <p>Ei kontrastainetta</p> <p>Ei rauhoittavaa lääkitystä</p> <p>Asettelu selällään</p> <p>Esivalmistelut:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4h syömättä ennen kuvausta - Virtsarakko pyydettiin tyhjentämään ennen kuvausta <p>Kuvausuunnat: aksiaali, koronaali ja sagittaali sikiön anatomian mukaan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kolmessa tapauksessa kuvaus tehtiin myös sikiön sydämen anatomian mukaisesti. <p>SSFP sekvenssi mahdollistaa ohuen leikepaksuuden korkealla signaalikohinasuhteella.</p>

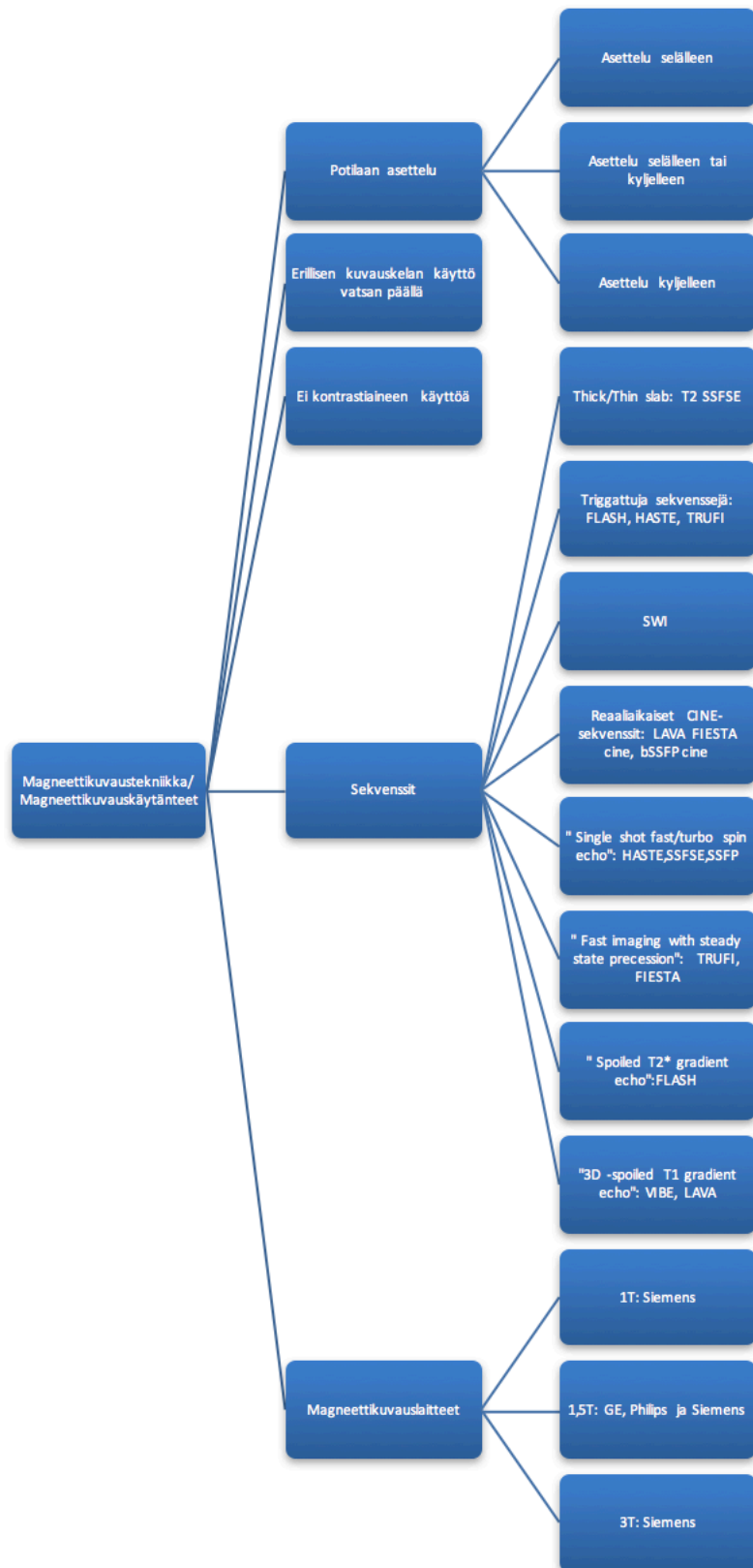
<p>MR Fetography Using Heavily T2-Weighted Sequences: Comparison of Thin- and Thick Slab Acquisitions</p>	<p>Huisman TA, Solopova A. Sveitsi 2009</p>	<p>1.5 T GE Signa Excite II 8-kanavainen cardiac-kela.</p>	<p>Perusprotokolla: FIESTA-sekvenssi kolmessa suunnassa (lokalisaatiokuviksi) T2 SSFSE-sekvenssi kolmessa suunnassa T1- painotteinen gradienttikaikusarja kolmessa suunnassa MR-fotografia: T2 SSFSE thick- and thin-slab modus TR 8000 ms TE 400–800 ms Matriisi 256 × 256 FOV:350 mm × 350 mm FA 90° ETL: 205 Thick slab: leikepaksuus 50-300mm Thin slab leikepaksuus: 20-30mm (multiple overlapping) Kuvausaika per leike 80 ms Kuvaus hengityspidätys-sarjoilla</p>	<p>21 raskaana olevaa naista, rv:lla 20–40 Kaikilla epäily sikiön poikkeavuudesta ultraäänitutkimuksessa. Ei rauhoittavaa lääkitystä Asettelu ensisijaisesti selällään tai vaihtoehtoisesti vasemmalla kyljelle. Leikepaksuuden valitseminen riippui sikiön koosta; Koko sikiö kuvattiin yhdellä thick slabillä Thin slab kuvattiin niin monessa osassa kuin sikiön koko vaati MR- fotografia suoritettiin sikiön anatomian mukaisesti sagittaalisuunnassa.</p>
---	---	--	--	---

<p>Prospective navigator-echo-based real-time triggering of fetal head movement for the reduction of artifacts</p>	<p>Bonel H, Frei KA, Raio L, Meyer-Wittkopf M, Remonda L, Wiest R. Sveitsi 2008</p>	<p>1.5T Siemens Sonata 4-kanavainen bodykela alavatsalla sekä selkäkelat.</p>	<p>Kaikissa sekvensseissä: FOV 320-400mm Matriisi 256-448mm (vokselin resoluutio vähintään 1.25x1.25mm) T1 FLASH TR 85 ms TE 4.76 ms FA 7° T2 HASTE TR 1,260 ms TE 84 ms T1- weighted inversion recovery TR=9,470 ms TE=17 ms T2 TRUFI TR 4.3 ms TE 1.86 ms GRAPPA 2</p>	<p>20 raskaana olevaa naista Kuvaukset tehtiin keskimäärin $rv\ 28.7 \pm 4$ Asettelu selälleen tai vasemmalle kyljelle Kontrastiainetta ei käytetty Rauhoittavaa lääkitystä ei käytetty Kuvattaville äideille kerrottiin etukäteen tutkimuksesta ja heiltä pyydettiin kirjallinen suostumus kuvauksesta. Kuvausaika oli noin 40 minuuttia, max. 50 min</p>
--	--	--	---	---

<p>VIBE MRI for Evaluating the Normal and Abnormal Gastrointestinal Tract in Fetuses</p>	<p>Inaoka T, Sugimori H, Sasaki Y, Takahashi K, Sengoku K, Takada N, Aburano T. Japani 2007</p>	<p>1,5T Siemens Sonata, phased-array body-kela</p>	<p>T2 HASTE TR 1100ms TE 81ms FA 150° FOV 400mm Leikepaksuus 5mm Matriisi 256x256mm² Turbo factor 164 Kuvausaika 20s Kolme kuvaussuuntaa</p> <p>VIBE TR 4,45ms TE 1,34 ms FA 15° FOV 400mm Leikepaksuus 3mm Matriisi 256x512 Kuvausaika 24-48s - Kuvaus hengityspidätyksenä tai vapaalla hengityksellä</p>	<p>35 raskaana oleva naista, rv:lla 20-41</p> <p>Ei rauhoittavaa lääkitystä</p> <p>Ei kontrastiainetta</p> <p>Kuvattavia pyydettiin kävelemään 10 min ennen kuvauksen alkua</p>
<p>A new Look at the Fetus: Thick-slab T2-weighted Sequences in Fetal MRI</p>	<p>Brugger PC, Mittermayer C, Prayer D. Itävalta 2006</p>	<p>1.5T Philips 5-kanavainen pintakela</p>	<p>T2-painotteinen thick slab, single-shot turbo spin echo TR 8000 ms TE 400–800 ms Matriisi 256 × 256 FOV 250–350 mm FA 90° ETL 205 Leikepaksuus 25mm-50mm</p>	<p>100 raskaana olevaa naista, rv:lla 19-37.</p> <p>Leikkeet suunniteltiin sikiön anatomian mukaan sagittaalisuuntaan niin, ettei istukka tai kohdun seinämä ollut kuvissa.</p> <p>Ei rauhoittavaa lääkitystä</p>

			Leikepaksuus määräytyi sikiön koon mukaan Yhden leikkeen kuvausaika 1s	Asettelua tai esivalmisteluja ei kuvattu tutkimuksessa.
--	--	--	---	---

Systemaattisen kirjallisuushaun tulokset



Sikiön magneettitutkimusohje röntgenhoitajille

Sikiön magneettitutkimus

o Ohje röntgenhoitajille

Yleistä tutkimuksesta

- Tieteellisissä tutkimuksissa sikiön magneettikuvauksen ei ole todettu aiheuttavan vaaraa sikiölle missään raskauden vaiheessa.
- Kuvaukset tehdään yleensä 18. raskausviikon jälkeen, jolloin sikiö on tarpeeksi kehittynyt kuvauksen kannalta ja kuvauslöydökset ovat helpommin tulkittavissa.
- Sikiön magneettikuvauksen indikaatioita ovat epäily rakennehäiriöstä tai patologisesta muutoksesta.
- Sikiön magneettikuvaus voi olla aiheellinen, jos ultraäänitutkimus ei onnistu tai on jäänyt vaillinaiseksi (esimerkiksi odottavan äidin obesiteetin, lapsiveden määrän niukkuuden tai sikiön asennon vuoksi)
- Kuvauksen haaste on liikkuva kohde.

Esivalmistelut

- Potilaalle kerrotaan kattavasti magneettitutkimuksesta.
- Potilasturvallisuus on ensiarvoisen tärkeää!
 - o Potilas haastatellaan magneettitutkimuksen edellyttämällä tavalla ja esitietolomake käydään yhdessä läpi.
 - o Metalliesineet riisutetaan ja vaatetus katsotaan kuvaukseen sopivaksi.
 - o Potilaalla ja hoitajalla oltava yhteisymmärrys tutkimuksen indikaatioista.
- Potilaan on syytä tyhjentää virtsarakko juuri ennen kuvausta, jotta kuvaus ei keskeydy vessahädän vuoksi.
- Huolellinen asettelu on tärkeää
 - o Asettelu potilaan voimien mukaan joko selälleen tai vasemmalle kyljelle
 - o Asento tuetaan tyynyillä mukavaksi
 - o Potilaan liikkumattomuuden tärkeydestä muistutetaan.
 - o Sikiön mahdollisista liikkeiden lisääntymisestä kerrotaan.
- Potilaan alavatsan päälle asetellaan BODY-kuvauskela.
- Yhteys potilaaseen varmistetaan
 - o Potilaalle annetaan soittokello
 - o Näköyhteys sekä puheyhteys potilaaseen.

Kuvaustekniikka

- Sikiön magneettikuvauksissa käytetyt sekvenssit tulisi olla etukäteen testattuja ja hiottuja, jotta kuvausaika ei pitkity esimerkiksi huonon kuvanlaadun tai sekvenssin toimimattomuuden vuoksi.
- Kuvasarjat suunnitellaan aina edellisiin kuvasarjoihin, jotta kuvaussuunnat pysyvät haluttuina.
- Tarvittaessa uusia lokalisaatiokuvia, jos sikiö liikkuu paljon ja sikiön asentoa on vaikea hahmottaa.
- Kuvaussuunnat katsotaan aina sikiön anatomian mukaan, ellei toisin pyydetä.
- Muista tarpeeksi suuri kuva-ala (FOV), jolla vältetään esimerkiksi aliasoituminen.
- Sikiön magneettikuvauksessa käytettyjä sekvenssejä:
 - o Gradienttikaikusarjoja (esim. TRUFI)
 - o Single Shot -sekvenssit (esim. HASTE)
- Rinnakkaiskuvausta (GRAPPA/ SENSE) voidaan käyttää nopeuttamaan sekvenssiä
 - o Nopeissa kuvasarjoissa on syytä ottaa huomioon SAR-arvot.
 - o Normal Mode-tilassa on turvallista kuvata.
 - o Huomioi vaikutus signaali-kohina suhteeseen.
 - o Huomioi aliasoituminen
- Osittainen Fourier muunnos -tekniikkaa voidaan käyttää sekvenssin nopeuttamiseen.
 - o Huomioi vaikutus signaali-kohina suhteeseen.
 - o Pohdi hyöty ennen käyttöä; varsinkin gradienttikaikusarjat ovat herkkiä esim. vääristymille kuvissa käytettäessä tietokoneellista k-avaruuden laskentaa.
- Kuvasarjojen navigaatio triggauksella saadaan hävitettyä liikettä kuvista.
 - o Navigaattori asetellaan sikiön anatomian kohdalle esim. aivojen kohdalle.
 - o Huomioitavaa sekvenssin pidempi kuvausaika.
 - o Jos sikiö liikkuu erityisen paljon navigaattoria ei välttämättä saada toimimaan halutulla tavalla.
- Cine-tekniikkaa voidaan hyödyntää reaaliaikaisen kuvan taltioinnissa.

Muuta

- Tutkimuksen keston **ei suositella ylittävän tuntia**, sillä tutkimus on raskaana olevalle potilaalle raskas.
- Sikiön magneettitutkimuksissa **Ei käytetä kontrastiaainetta**.
 - o Kontrastiaine päätyy istukan kautta sikiön verenkiertoon.
- Rauhoittavan lääkityksen käytöstä sikiön liikkeiden vähentämiseen on luovuttu.

- Klaustrofobiatapauksissa lähetävä lääkäri arvioi rauhoittavan lääkityksen tarpeellisuuden.

