



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Lotta Malinen ja Tiia Tick

Laadunvarmistus Magneettikuvantamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja (AMK)

Radiografia ja sädehoidon tutkinto

Opinnäytetyö

18.04.2019

Tekijä(t) Otsikko	Lotta Malinen ja Tiia Tick Laadunvarmistus magneettikuvantamisessa
Sivumäärä Aika	27 sivua + 1 liitettä 18.04.2019
Tutkinto	Röntgenhoitaja (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Radiografia ja sädehoito
Suuntautumisvaihtoehto	Radiografia ja sädehoito
Ohjaaja(t)	lehtori Sanna Törnroos lehtori Heidi Varonen
<p>Terveydenhuollossa ja potilaiden hoidossa radiologisilla tutkimuksilla on nykypäivänä yhä suurempi rooli. Radiologisten tutkimusten odotetaan olevan laadukkaita, tehokkaita, turvallisia ja taloudellisia. Etenkin magneettikuvauksen määrä lisääntyy vuosittain sen turvallisuutensa, kivuttomuutensa ja tarkkuutensa vuoksi. Magneettikuvantamisessa ei myöskään käytetä röntgensäteitä. On siis tärkeää, että magneettikuvantaminen on laadukasta sen suuren tarpeen vuoksi.</p> <p>Opinnäytetyömme tarkoituksena oli selvittää, millaista laadunvarmistusta käytetään magneettikuvantamisessa ja miten sitä toteutetaan. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda yhtenäinen käsitys siitä, millaista magneettikuvantamisen laadunvarmistuksen tulisi olla ja miten siitä saisi yhtenäisen kokonaisuuden jokaisen röntgenyksikön käyttöön.</p> <p>Opinnäytetyömme on kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuuskatsauksen aineisto kerättiin kolmesta eri tietokannasta käyttäen myös manuaalista hakua ennalta suunniteltujen hakukriteereiden mukaan. Hakutulokset seulottiin ja sen jälkeen valittiin kuusi hakukriteerit täyttävää tutkimusta.</p> <p>Kirjallisuuskatsauksemme perusteella magneettikuvantamisen laadunvarmistusta suoritetaan erinäköisten testien ja ohjelmien avulla. Testejä suoritetaan säännöllisesti, jotta mahdolliset ongelmat havaitaan ajoissa. Testejä suoritetaan erilaisilla fantomeilla, jotka ovat valmistettu magneettiolosuhteisiin ja laadunvarmistusta varten. Kirjallisuuskatsauksessa tuli ilmi, että testit ovat olleet aikaisemmin liian kauan aikaa vieviä, joten on haluttu kehittää automatisoitu laadunvalmistusprotokolla. Tutkimuksissa ilmeni, että vaikka laadunvarmistus on nykyisin pitkälti automatisoitua, edelleen on asioita, joita joudutaan tekemään manuaalisesti.</p>	
Avainsanat	laadunvarmistus, magneettikuvantaminen; kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Author(s) Title	Lotta Malinen and Tiia Tick Quality control in magnetic resonance imaging
Number of Pages Date	27 pages + 1 appendices 18 Apr 2019
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Radiography and radiation therapy
Specialisation option	radiography and Radiotherapy
Instructor(s)	Sanna Törnroos, Senior lecturer Heidi Varonen, Senior lecturer
<p>These days radiology has a bigger role in health care and in patient care. Radiographic examinations are expected to be high-quality, effective, safe and economic. Especially use of Magnetic resonance imaging (MRI) is increasing every year, because it is safe, painless and accurate. MRI is noninvasive and does not use ionizing radiation. So, it's very important that MRI is of high quality because of its great need.</p> <p>The purpose of this study was to find out what kind of quality control is used in MRI and how it's done. The goal was to create a consistent understanding of what quality assurance should be and how to get it in use of every MRI users.</p> <p>The study is a narrative literature review. The data was collected from three different databases, using also manual search according to pre-planned search criteria. Six studies that met the search criteria were selected.</p> <p>Based on our literature review quality control in MRI is carried out with different tests and programs. Tests are performed regularly to detect possible problems in time. Tests are performed with different kind of phantoms which are designed for MRI and for quality control. It came out that the tests have been too time consuming and more automated quality control protocol was needed. The studies revealed that though the quality control is more and more automated, there are still a lot of manual work to do.</p>	
Keywords	quality control, magnetic resonance imaging; literature review

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Magneettikuvantaminen	1
3	Laadunvarmistus	2
3.1	Laadunvarmistus radiografiassa	3
3.1.1	Laatu radiografiassa	3
3.1.2	Laadunvarmistusta ohjaava lainsäädäntö	4
3.1.3	Laadunvalvontajärjestelmä	4
4	Tarkoitus tavoite ja tutkimuskysymys	5
5	Opinnäytetyön toteutus kirjallisuuskatsauksena	6
5.1	Kuvaileva kirjallisuuskatsaus	6
5.2	Aineiston valinta	7
5.3	Tutkimuksen haku- ja valintaprosessi	8
5.4	Kirjallisuuskatsaukseen valitut aineistot	9
5.5	Aineiston analysointi	10
6	Tulokset	13
6.1	Laadunvarmistus	14
6.1.1	Määrällinen laadunvarmistus	14
6.1.2	Laadullinen laadunvarmistus	15
6.2	ACR-fantomi	15
6.3	AAPM-fantomi	16
7	Pohdinta	17
7.1	Tulosten tarkastelu	17
7.2	Eettisyys ja luotettavuus	18
7.3	Oppimiskokemus	19
7.4	Jatkotutkimusehdotus	20
	Lähteet	21
	Liitteet	
	Liite 1. Tiedonhaku- ja tulokset	

1 Johdanto

Radiologisten tutkimusten rooli terveydenhuollossa ja potilaiden hoidossa on isossa asemassa ja Suomessa suoritetaan noin 3,6 miljardia röntgentutkimusta vuosittain. Näin myös radiologisten tutkimusten odotetaan olevan laadukkaita, turvallisia, tehokkaita sekä taloudellisia. Laadunhallinnan avulla röntgenyksiköt voivat vastata heille asetettuihin vaatimuksiin. Laadunhallinta sisältää suunnittelua, toteutusta, kehittämistä sekä järjestelmällistä toimintojen johtamista jo annettujen laatutavoitteiden saavuttamiseksi. Tässä opinnäytetyössä perehdymme yhteen laadunhallinnan osa-alueeseen laadunvarmistukseen. Laadunvarmistus on osa laadunhallintaa ja se tarkoittaa kaikkia menettelytapoja, järjestelmiä tai prosesseja, joiden avulla voidaan turvata ja kehittää toiminnan laatua. (Kulokivi 2013.)

Laadunvarmistuksella kuvantamisessa varmistetaan, että asetetut laatutavoitteet ja laissa säädetyt vaatimukset täyttyvät. Röntgenyksikön toiminta edellyttää turvallisuuslupaa ja toiminnan harjoittajan on asetettava sen johdosta laatutavoitteet ja järjestettävä laadunvarmistus. Laadunvarmistuskäytäntöjä on arvioitava jatkuvasti ja niitä on muutettava tarvittaessa. (Säteilyturvakeskus.)

Opinnäytetyössämme perehdymme laadunvarmistukseen magneettikuvantamisessa kirjallisuuskatsauksen avulla. Opinnäytetyömme tarkoituksena on kartoittaa, miten laadunvarmistusta hyödynnetään magneettikuvauksessa.

Magneettikuvantaminen on suhteellisen uusi tutkimusmenetelmä, mutta niiden määrä kasvaa vuosittain. (Säteilyturvakeskus 2019). Magneettikuvaus on erinomainen tutkimusmenetelmä, sillä se on turvallinen, kivuton ja tarkka. (PPSHP). Magneettikuvantamisen perustana toimii leikekuvamenetelmä, missä ei käytetä lainkaan ionisoivaa säteilyä. Se käyttää hyödykseen ihmisessä olevien molekyylien sekä kudoksien magneettikenttiä. (Mustajoki – Kaukua 2008.)

2 Magneettikuvantaminen

Magneettikuvantaminen eli MRI (magnetic resonance imaging) on tutkimusmenetelmänä suhteellisen uusi. Ensimmäinen magneettikuvauslaite otettiin Suomessa käyttöön

vuonna 1984. Suomessa tehtiin vuonna 2012 noin 260 000 magneettitutkimusta. (Säteilyturvakeskus 2016.)

Magneettikuvaus on lääketieteellinen kuvantamismenetelmä, jolla otetaan leikekuvia. Magneettikuvaksesta ei tule säteilyaltistusta, koska kuvauksessa ei käytetä ionisoivaa säteilyä. Kuvauksessa käytetään kolmea erilaista magneettikenttää, voimakasta staattista magneettikenttää, gradientteja eli hitaasti muuttuvia magneettikenttiä ja radiotaajuista magneettikenttää. Magneettikentät vaikuttavat kehoon eri tavoin, joten kaikkia kolmea käytetään kuvauksessa. (Säteilyturvakeskus 2016.)

Magneettikuvauslaite sisältää voimakkaan magneettikentän, minkä takia se vetää puoleensa helposti lähistöllä sijaitsevia ferromagneettisia materiaaleja. Magneettikuvauslaitteelle on rakennettava oma tila sekä magneettisuoja. Magneettikenttä vaikuttaa myös esimerkiksi kuvamonitoreihin sekä tietokoneen levyihin. Myös pankki- ja luottokorttien magneettinauha hajoaa laitteen lähellä. Potilaalla olevat sydämentahdistimet, sisäkorva-
proteesit tai muut vierasesineet mitkä sisältävät metallia saattavat olla este magneettikuvaukselle. Metalliset vierasesineet voivat hajota tai liikkua voimakkaan magneettikentän vuoksi. Ahdas magneettikuvauslaitteen putki voi olla ahtaanpaikan pelkoisille este kuvaukselle. (Mustajoki – Kaukua 2008.)

3 Laadunvarmistus

Laadunhallinta terveydenhuollossa sisältää esimerkiksi johtamista, suunnittelua, arviointia ja toiminnan parantamista saavuttaakseen ennalta asetetut laatutavoitteet. Jokaisella organisaatiolla on omat laatutavoitteet, jotka perustuvat sen organisaation laatupolitiikkaan. Laadunhallinnasta ovat vastuussa kaikki johdon tasot ja sen toteuttamiseen osallistuu koko organisaatio jäsenineen. (Kuntaliitto 2011.)

Laadunhallinnan parantaminen ylläpitää suorituskyvyn tasoa, reagoi muutoksiin ja luo uusia mahdollisuuksia. Tärkeimpiä hyötyjä laadunhallinnassa ovat mahdollisten riskien ennakoiminen ja niihin reagointi. (Laadunhallinnan periaatteet 2015.)

Laadunvarmistus on yksi laadunhallinnan osa-alueista ja sen tarkoituksena on turvata ja kehittää toiminnan laatua erilaisten menettelytapojen, järjestelmien tai prosessien avulla.

(Kulokivi 2013.) Laadunvarmistuksen toteuttamiseksi laaditaan yleensä laadunvarmistusohjelma, jonka tarkoituksena on määrittää tarpeelliset laadunvarmistustoimenpiteet, niiden suorittaminen, suoritusvälit, toimenpiderajat ja esimerkiksi ohjelmien toteuttamiseen liittyvät vastuut. (Säteilyturvakeskus).

Laadunvarmistusohjelman tulisi sisältää ohjeet laitteiden ja lähteiden toimintakunnon ja tarkistamisen suorittamiseksi. Laadunvarmistuskäytäntöjä arvioidaan jatkuvasti ja niitä on muutettava tarvittaessa. Kaikki laadunvarmistukseen liittyvät toimet ja arvioinnit tulee dokumentoida. Tarpeen tullen toimintaa ja tapoja on muutettava. (Säteilyturvakeskus.)

3.1 Laadunvarmistus radiografiassa

Radiologisten tutkimusten rooli on nykypäivänä hyvin merkittävä potilaiden terveydentilan tutkimisessa, esimerkiksi vuonna 2011 Suomessa suoritettiin noin 3,6 miljardia röntgentutkimusta. Radiologiset palvelut ovat siis iso osa terveydenhuoltoa ja niiden oletetaan olevan tehokkaita, turvallisia, laadukkaita, parhaisiin käytäntöihin perustuvia ja erityisesti laadukkaita. Laadunhallintajärjestelmän avulla radiologiset yksiköt voivat vastata heille asetettuihin vaatimuksiin. (Kulokivi 2013.)

3.1.1 Laatu radiografiassa

Laatu määritellään asiakkaiden tarpeiden, odotusten ja vaatimusten tyydyttämisenä. Radiologiassa laatu voi sisältää esimerkiksi oikean radiologisen tutkimuksen tai toimenpiteen tekemisen, oikealla ajalla, oikealla tavalla sekä oikeana ja diagnostisena lausuntona niin pian, kuin mahdollista. Tällainen määritelmä pitää myös sisällään oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteet, jotka ohjaavatkin säteilyn käyttöä. (Kulokivi 2013.)

Laatua mitattaessa tärkeää on valita oikeanlaiset muuttujat. Niiden tulee olla näyttöön tai yhteiseen sopimukseen perustuvia, toistettavia, sovellettavissa radiologiseen toimintaan ja tapahtumia on oltava tarpeeksi, jotta niiden tilastollinen arviointi pystyttäisiin tekemään. Tulosten arviointi on myös tärkeää koko organisaatiolle ja työyhteisölle. Tulosten ja tiedon on oltava helposti luettavissa ja siitä on tultava esille, onko tulos tavoitteellinen vai jääkö se asetettujen tavoitteiden ulkopuolelle. (Kulokivi 2013.)

Laatua voidaan mitata ja tarkastella monessa prosessin eri vaiheessa. Laadunvarmistuksen tarkoituksena on, että jokainen laadunvarmistuksen vaihe täyttäisi sille asetetut laatutavoitteet, eikä laadun toteutuminen olisi kiinni suorittajasta. (Kulokivi 2013.)

3.1.2 Laadunvarmistusta ohjaava lainsäädäntö

Säteilyn käyttöön liittyvää laadunvarmistusta ohjaavat muun muassa Säteilylaki, Säteilyasetus ja STM:n asetus Säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. Laatuvaatimuksia, mitkä koskevat myös radiologisia yksiköitä löytyy myös Terveystieteiden tutkimuskeskukselta, Potilaslaista, Terveystieteiden tutkimuskeskukselta annetusta laista sekä Potilasvahinkolaista. Lainsäädännön lisäksi laatua ohjaavat myös Säteilyturvakeskuksen antamat ST-ohjeet, Käypä Hoito- suositukset sekä hyvät käytännöt. Laadunvarmistuksen tarkoituksena ei ole pelkkä lainsäädäntöjen noudattaminen, vaan tavoitteena on myös näyttää, että radiologiset palvelut vastaavat odotuksia, joita heille annetaan. Todella tärkeä osa on myös luottamuksen herättäminen palveluita kohtaan. (Kulokivi 2013.)

3.1.3 Laadunvalvontajärjestelmä

Laadunvalvontajärjestelmän tehtävä on auttaa yksikköä sen asettamien laatutavoitteiden saavuttamisessa. Se edellyttää sen, että laatuun liittyvät tavoitteet ja keinot on määriteltävä sekä se, miten määritelyihin tavoitteisiin päästään. Laadunvalvontajärjestelmän luominen vaatii suunnittelua, sitoutumista laatutavoitteiden määrittelyyn, laadun mittamiseen sekä toiminnan parantamiseen. Keskeisenä asiana toimii oikeanlainen ilmapiiri, jossa laatueroavaisuudet uskalletaan sanoa ääneen ilman syyllistämisen pelkoa. (Kulokivi 2013.)

Kaikki röntgenyksiköt, jotka käyttävät röntgenlaitteita hyötyvät hyvästä laadunvalvontajärjestelmästä. Hyvä laadunvalvontajärjestelmä tarkkailee kuvantamisprosessia alusta loppuun ja näin ollen ongelmat voidaan huomata ajoissa. Tämä voi parhaimmassa tapauksessa pienentää potilaan annosta ja luoda pohjan laadukkaille röntgenkuville. Laadunvalvontajärjestelmä luo myös hyvän oppimisprosessin niille, jotka osallistuvat kansallisen laadunvalvontaohjelman toteuttamiseen tulevaisuudessa. Yksi tärkeä hyöty valvonnasta on se, että yleinen kustannustehokkuus paranee. Esimerkki kustannustehokkuudesta on se, että toistuvien röntgenkuvien ottaminen on pienentynyt ja radiografian

laatu on parantunut. Tärkeänä voidaan pitää myös sitä, että röntgenlaitteiden luotettavuus on parantunut laadunvalvontajärjestelmän avulla. (Quality control in diagnostic x-ray department.)

Laadunvarmistuksen röntgenyksikössä voi suunnitella käytännössä niin, että kaikki prosessin vaiheet tulee huomioiduksi. Esimerkiksi lähetteessä röntgenhoitaja voi huomioida onko lähetetiedot riittävät ja oikeat (oikea tutkimus). Ajanvarauksessa huomioitavia asioita voisi esimerkiksi olla jonotusajat ja ajanvarauksen paikkansapitävyys (oikea aika). Kuvauksessa laatua voidaan tarkkailla muun muassa hyvän kuvan kriteereiden avulla, raskauden tarkistuksella tai potilasannosmittauksilla. Lausunnoissa taas laatua voidaan tarkkailla esimerkiksi sillä pitävätkö radiologin lausunnot paikkansa. Koko kuvausprosessissa laadun tavoitteiden täyttymistä voidaan arvioida potilas-/asiakaspalautteilla, poikkeavien tapahtumien määrällä tai laitteiden käyttöasteella. (Kulokivi 2013.)

Röntgenyksikössä käytettävissä olevien laitteiden toimintaa ja teknistä kuntoa on myös tarkkailtava jatkuvasti laadunvarmistustoimenpitein. Tulosten ja toimintatapojen arviointi on tärkeä osa yksikön toimintaa ja sen kehittämistä. Toiminnan arviointia ovat esimerkiksi itsearviointi sekä sisäinen ja ulkoinen kliininen auditointi. Toiminnan harjoittajalla on velvollisuus järjestää laadunvarmistusta ja laatia laadunvarmistusohjelma ja siitä säädetään säteilylaissa ja STUKin määräyksessä. (Säteilyturvakeskus.)

Laadunvarmistuksen toteuttaminen vaatii resursseja, henkilöstön sitoutumista, riittävää koulutusta, avointa keskustelua sekä kaikille yhteisiä arvoja. Näiden asioiden toteutuminen tuo tietynlaista haastetta laadunvarmistuksen toteuttamiselle. Jokainen ammattiryhmä olisi saatava mukaan laatutyöhön ja siihen tulisi varata riittävästi resursseja. Myös työyhteisön ilmapiiriin tulisi olla sellainen, että palautteen antamiselle ei koettaisi olevan estettä. Oman haasteen laadunvarmistukselle luo riittävän osaamisen ja koulutuksen varmistaminen. Käytännössä haastavinta saattaa olla se, että jokaisella työyhteisön jäsenellä olisi yhteinen käsitys laadusta ja he olisivat sitoutuneita toimimaan asetettujen laatutavoitteiden mukaisesti. (Kulokivi 2013.)

4 Tarkoitus tavoite ja tutkimuskysymys

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, millaista laadunvarmistusta käytetään magneettikuvantamisessa ja miten sitä toteutetaan. Opinnäytetyössä määritellään keskeiset käsitteet ja menetelmänä käytetään kuvailevaa kirjallisuuskatsausta.

Opinnäytetyön tavoitteena on kertoa, millaista laadunvarmistusta käytetään magneettikuvantamisessa. Opinnäytetyö on suunnattu röntgenhoitajaopiskelijoille. Opinnäytetyöstä hyötyvät myös opettajat ja röntgenhoitajat, jotka työskentelevät magneettikuvantamisessa.

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui laadunvarmistus magneettikuvantamisessa ja tutkimuskysymykset rajattiin laadunvarmistuksen ja magneettikuvantamisen ympärille. Tutkimuskysymykset ovat:

1. Millaista laadunvarmistus on magneettikuvantamisessa?
2. Miten laadunvarmistus toteutetaan magneettikuvantamisessa?

5 Opinnäytetyön toteutus kirjallisuuskatsauksena

Opinnäytetyö on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jonka avulla selvitettiin mitä aiheesta tiedetään jo. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus valikoitui menetelmäksi, koska kyseisen katsaustyyppin tavoitteet vastasivat opinnäytetyön tarpeisiin.

5.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus kuvaa aiheeseen liittyvää aikaisempaa tutkimusta ja niiden määrää. Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuvata uudempaa tai vanhempaa tutkimusta valitsemasta aiheesta. Tavoitteena on tiivistää ja tulkita valitun aiheen tuloksia vastaamalla asetettuihin tutkimuskysymyksiin. (Stolt – Axelin – Suhonen 2016: 10–15.)

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa on neljä vaihetta, jotka kaikki ovat omia kokonaisuuksia. Vaiheet ovat tutkimuskysymysten muodostaminen, aineisto ja sen valinta, kuvailun tekeminen ja tulostentarkastelut, jotka etenevät usein päällekkäin ja limittäin. (Kangasniemi – Utriainen – Ahonen – Pietilä – Jääskeläinen – Liikanen 2013.) Kuvio 1 on kuvailtu kirjallisuuskatsauksemme vaihteita.



Kuvio 1. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet

5.2 Aineiston valinta

Suoritettiin systemaattinen tiedonhaku, jossa kerätään ja analysoidaan mahdollisimman paljon olemassa olevaa tietoa. Tiedonhaku kirjataan niin, että kuka tahansa pystyisi suorittamaan haun ja saada samat tulokset. (Kääriäinen - Lahtinen 2006.)

Aineiston haussa käytettäviksi tietokannoiksi valitsimme: PubMed, Science Direct, Cinahl ja lisäksi käytimme manuaalista hakua. PubMed, Science Direct ja Cinahl on kansainvälisiä tietokantoja. Tietokantojen valintaan vaikutti niiden saatavuus sekä kattavuus. Kyseiset tietokannat ovat käytettävissä Metropolian Ammattikorkeakoulun opiskelijoille, joten niiden valitseminen oli tätä kautta helpompaa. Hakusanoina käytimme: MRI, magnetic resonance imaging, quality control, quality assurance, phantom ja health care. Hakusanoissa ja tiedonhaussa apua saimme Metropolia Ammattikorkeakoulun informaattikolta.

Magneettikuvantaminen	Laadunhallinta
Magnetic resonance imaging	Quality control
MRI	Quality assurance
Health care	phantom

Taulukko 1. Hakusanojen variaatiot

5.3 Tutkimuksen haku- ja valintaprosessi

Seuraavaksi teimme tiedonhaut tietokannoista sisään- ja poissulkukriteereiden perusteella (taulukko 2). Seuloimme artikkelit ensiksi otsikoiden, sitten abstraktien ja lopuksi koko tekstin perusteella.

Tiedonhaut suoritettiin 12/2018-03/2019 välisenä aikana. Tiedonhaun jälkeen teimme aineiston valinnan, jossa käytimme hyödyksi ennalta määrittelemiämme sisäänotto- ja poissulkukriteerejä. Lopulta seuloimme tiedonhausta saadut aineistot ensiksi otsikon, abstraktin ja lopulta koko tekstin perusteella.

Opinnäytetyömme käsittelee magneettikuvantamisen laadunvarmistusta, joten jätimme pois artikkelit, jotka käsittelivät jonkun muun aiheen laadunvarmistusta tai olivat muun kuin englannin tai suomenkielisiä. Artikkeleiden täytyi olla myös saatavilla ilmaiseksi ja niiden tuli vastata opinnäytetyömme tutkimuskysymyksiin.

Sisäänotto	Poissulku
Suomen tai englanninkielinen	Muu kuin suomen- tai englanninkielinen
Tutkimus saatavilla ilmaisena	Tutkimus ei ole saatavilla ilmaiseksi
Käsittelee magneettikuvantamisen laadunvarmistusta	Käsittelee jonkun muun aiheen laadunvarmistusta
Julkaistu 2004 vuoden jälkeen	Julkaistu ennen vuotta 2004

Taulukko 2. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Hakutuloksia tuli Cinahl tietokannasta 30 kappaletta hakusanoilla quality control and magnetic resonance or MRI and phantom. Alustavasti hyväksyimme 3 tutkimusta, jonka jälkeen hyväksyimme näistä kolmesta yhden tutkimuksen. ScienceDirect tietokannasta hakuosumia tuli yhteensä 4513 hakusanoilla quality control and magnetic resonance or MRI and phantom. Alustavan seulonnan jälkeen hyväksyimme 7 tutkimusta ja lopullisen seulonnan jälkeen hyväksyimme yhden tutkimuksen, joka vastasi ennalta asetettuja kriteerejä. Pubmed tietokannasta hakutuloksia tuli yhteensä 58 kappaletta hakusanoilla magnetic resonance imaging* phantoms, quality assurance, health care*. Alustavan seulonnan jälkeen hyväksyimme tietokannasta 3 tutkimusta, jotka vastasivat otsikon perusteella kriteerejä. Lopullisen seulonnan jälkeen valitsimme yhden tutkimuksen, joka vastasi kriteerejä. Suoritimme myös manuaalista hakua hakusanoilla quality control MRI ja

löysimme 3 tutkimusta, jotka vastasivat ennalta määriteltyjä kriteerejä. Tiedonhakuprosessi on kuvattu taulukkona (liite 1).

Lopulta kirjallisuuskatsaukseen hyväksyimme 6 tutkimusta, jotka vastasivat kriteerejä niin otsikon, abstraktin ja koko tekstin perusteella. Kaikki valitsemamme tutkimukset ovat englanninkielisiä artikkeleita ja käsittelevät magneettikuvantamisen laadunvarmistusta.

5.4 Kirjallisuuskatsaukseen valitut aineistot

Kirjallisuuskatsaukseen valitsimme yhteensä 6 tutkimusta. Taulukossa (taulukko 3) on esitetty tutkimukset vuosilukujen perusteella uusimmasta vanhimpaan. Taulukossa on kirjattuna tutkimuksen nimi, tekijät, julkaisulähde sekä vuosi.

Tutkimuksen nimi	Tekijät(t)	Julkaisulähde	Vuosi
Quality control methods for magnetic resonance imaging in a multi-unit medical imaging organization.	Toni Ihalainen	University Of Helsinki	2016
An automatic MRI quality control procedure: Multisite reports for slice thickness and geometric accuracy	Sewonu, G. Hossu, J.Felblinger, R.anxonat, C.Pasquier	IRBM Innovation and Research In Biomedical engineering November 2013	2013
MRI Quality Control	Natasha S. Hansen	Massachusetts General Hospital & Harvard University	2013
MRI quality assurance using the ACR phantom in a multi-unit imaging center	Toni Ihalainen, Nadja Lönnroth, Juha Peltonen, Jouni Uusi-Simola, Marjut Timonen, Linda Kuusela, Sauli Savolainen, Outi Sipilä	Journal Acta Oncologica	2011
MRI Quality control Tools for Procedures and Analyses	A.M Di Nallo, O. Ortenzia, M D'Arienzo, D. Coniglio, M.Benassi	Journal of experimental & cancer research	2006
Quality Assurance of Clinical MRI Scanners Using ACR MRI Phantom	Chien-Chuan Chen, Yung-Liand Wan, Yau-Yau Wai, Ho-ling Liu	J Digit Imaging	2004

--	--	--	--

Taulukko 3. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimusaineistot

5.5 Aineiston analysointi

Kirjallisuuskatsaukseen valitun aineiston keräämisen jälkeen aineisto analysoidaan. Sen tarkoituksena on tehdä yhteenvetoa tutkimusten tuloksista. Kirjallisuuskatsauksessa voidaan tiedon analysoinnissa käyttää aineistolähtöistä sisällönanalyysiä. Aineistolähtöinen sisällönanalyysi sisältää: aineiston pelkistäminen esimerkiksi tiivistämällä tai pilkkomalla teksti osiin, ryhmittely, jossa alkuperäisaineisto käydään läpi tarkasti ja etsitään samankaltaisia tai eroavaisia käsitteitä; eli asiat, jotka tarkoittavat samaa yhdistetään ja ryhmitellään yhdeksi luokaksi ja nimetään. Sisällönanalyysiin kuuluu myös abstrahointi eli oleellisen tiedon erottaminen, jonka perusteella teoreettinen käsitteistö muodostetaan. Analyysin helpottamiseksi voidaan tehdä esimerkiksi taulukoita tai kuvioita jäsentelmään tietoa ja sen käsittelemistä. (Hiltunen.)

Aineiston analyysissä vastaamme kahteen tutkimuskysymykseen, jotka ovat: 1. Millaista on laadunvarmistus magneettikuvantamisessa? 2. Miten laadunvarmistusta toteutetaan magneettikuvantamisessa? Teimme aineiston luokittelun helpottamiseksi taulukon (taulukko 4), jossa jaoin tutkimuksien sisällöt tärkeimpiin pää- ja alaluokkiin. Pääluokaksi valitsimme laadunvarmistuksen ja fantomit. Laadunvarmistuksen alaluokiksi valikoitui määrällinen- ja laadullinen laadunvarmistus. Fantomeiden alaluokaksi valikoitui tutkimuksissa ilmenneet kaksi fantomia: ACR- fantomi ja AAPM- fantomi. Luokittelun avulla pystyimme jäsentämään tutkimuksien tärkeintä sisältöä, mikä vastasi tutkimuskysymyksiimme.

Pääluokka	Alaluokka
Laadunvarmistus	Määrällinen laadunvarmistus Laadullinen laadunvarmistus
Fantomit	American College of Radiologist (ACR) fantomi American Association of Physicists in Medicine (AAPM) fantomi

Taulukko 4. Aineiston luokittelu

Seuraavaksi teimme aineiston analyysistä taulukon, jotta tutkimuskysymyksiin saadut vastaukset olisi helppo jäsenellä jokaisen tutkimuksen kohdalle (taulukko 5). Taulukossa jäsentelimme jokaisen tutkimuksen tekijän, otsikon sekä tutkimuskysymys 1 ja tutkimuskysymys 2. Jokaisen tutkimuksen kohdalle keräsimme vastaukset tutkimuskysymyksiin. Näin saimme selkeän kokonaisuuden tutkimuskysymyksiin vastauksista.

Tekijä(t), vuosi	Otsikko	Tutkimuskysymys 1	Tutkimuskysymys 2
Sewonu, G. Hossu, J.Felblinger, R.anxonat, C.Pasquier, 2013	An automatic MRI quality control procedure: Multisite reports for slice thickness and geometric accuracy.	Laadunvarmistus perustuu testeihin, jotka suoritetaan viikoittain. Testissä mitataan viipaleiden paksuutta ja geometristä tarkkuutta. Testissä käytetään ACR-fantomia ja toistettavuuden vuoksi instituutti on suunnitellut fantomipidikkeen, joka mahtuu kelan sisälle.	Laadunvarmistustestien toteuttavat MR-tekniikat viikoittain 1,5 T laitteella. Testissä kuvataan ACR-fantomi pään kelan sisällä. Testien analyysi on automatisoitu, jotta testin teko on nopeaa. Fantomi sisältää seitsemän moduulia kuvanlaadun mittaamiseen. Kaikkien moduulien MRI-kuvat analysoidaan.
Natasha S. Hansen, 2013	MRI Quality Control	Laadunvarmistusta tehdään testien avulla. On määrällistä ja laadullista laadunvarmistusta. Määrällisessä laadunvarmistuksessa keskitytään leikkeen signaali-ko-	Määrällisessä laadunvarmistuksessa automatisoitu järjestelmä arvioi numeerisista arvoista. Laadullisessa laadunvarmistuksessa manuaalisesti katsotaan kaikki leikkeet läpi

		hinasuhteeseen, liik- keeseen ja toimin- taan. Laadullisessa laadunvarmistuk- sessa keskitytään ar- tefaktioihin.	raakadatatista ja kat- sotaan, löytyykö arte- faktoja.
Chien-Chuan Chen, Yung-Liand Wan, Yau-Yau Wai, Ho-ling Liu, 2004	Quality Assurance of Clinical MRI Scan- ners Using ACR MRI Phantom	Laadunvarmistus on toimivuuden varmis- tamista. Magneettia varten on otettu käyt- töön erityisesti suun- niteltu MR-fantomia, jota voidaan soveltaa lähes kaikissa Mag- neettikuvantamislait- teissa. Siihen sisältyy seitsemän tärkeää kuvanlaadunarvioin- tia: geometrinen tark- kuus, korkean kont- rastin resoluutio, vii- paleiden paksuuden tarkkuus, kuvan voi- makkuuden yhden- mukaisuus ja alhai- sen kontrastin koh- teen havaittavuus. ACR-fantomitesteihin käytetään vain yhtä fantomia ja täten tes- tit voidaan suorittaa nopeasti ja tämän vuoksi sopii hyvin klii- nisiin magneettilait- teisiin.	ACR-fantomi aseteta- taan pään kelan si- sälle merkkien osoit- tamalla tavalla. Tes- tissä käytetään ACR:n ehdottamia kuvausprotokollia. Laadunvarmistus testi tehtiin kahdesti kolmen kuukauden välein lisäksi päivittäi- set ja viikoittaiset laa- dunvalvontatestit suoritetaan säännölli- sesti. Suorituskyvyn analysointiin käyte- tään määrällisiä, että laadullisia lähesty- mistapoja. Testien tu- lostien mukaan lääke- tieteen fyysikot ja huoltoteknikot pysty- vät korjaamaan riittä- mättömät kohteet ja saamaan siten pa- rempaa laatua olevia kuvia.
Toni Ihalainen, 2016	Quality control meth- ods for magnetic res- onance imaging in a multi-unit medical im- aging organization.	Laadunvarmistus on testien avulla tarkkail- tavaa kuvan laatua. Testeissä käytetään ACR-fantomia. Tär- keitä laadunvarmis- tus parametrejä ovat kuvan yhtenäisyys, signaali-kohi- nasuhde, kuvan geo- metria ja resoluutio.	Suurin osa laadun- varmistus testeistä MRI:ssä perustuu testikohteesta hankit- tuun kuvaan. Tämän jälkeen mitataan eri- laisia kuvanlaadun parametrejä. Mittauk- set voidaan suorittaa visuaalisella luokituk- sella, manuaalisesti kuvista ohjelmiston avulla tai automaatti- silla analyyseillä.
A.M Di Nallo, O. Ortenzia, M D'Ari- enzo, D. Coniglio, M.Benassi, 2006	MRI Quality control Tools for Procedures and Analyses	Laadunvarmistus MRI:ssä sisältää hy- väksyntätestit uuden laitteen asennuk- sesta ja testit, jotka	Testissä käytetään AAPM fantomia ke- hon kelalle ja moni- käyttöisiä fantomeita pään kelalle. Kuvat otettiin MRI laitteella

		edustavat järjestelmän suorituskykyä kliinisen käytön aikana. Ensimmäiset testit ovat aikaa vieviä ja toiset testit tunnistavat, jos tarvitaan huoltotoimenpiteitä, joka ei ole aikaa vievää ja sopii kiireiseen kliiniseen laitteeseen. Laadunvarmistuksessa käytetään AAPM protokollia.	ja lähetettiin lääketieteelliseen fysiikan laboratorioon offline-analyysiä varten. Radiologit ja lääkärit voivat tarkastella ja käsitellä kuvia. Käsittelyprosessin yksinkertaistamiseksi on luotu kuvantamisparametrien excell-työtaulukot, joihin ladataan mitatut arvot.
Toni Ihalainen, Nadja Lönnroth, Juha Peltonen, Jouni Uusi-Simola, Marjut Timonen, Linda Kuusela, Sauli Savolainen, Outi Sipilä, 2011	MRI quality assurance using the ACR phantom in a multi-unit imaging center	American College of Radiology (ACR) on tehnyt ohjelman, joka sisältää standardoidun kuvanlaadunmittaus protokollan ja fantomin.	Fantomi asetellaan varovasti kelan sisälle niin, että fantomin keskipiste kohdistetaan kelan keskipisteeseen ja magneetin isosentrin kanssa paikannuslasereiden avulla. Ensin otettiin sagittaali-leike eli paikannin. Sitten aksiaali sekvenssit, jotka ovat ACR:n määrittelemät ja T1 ja T2 painatetut pään sekvenssit. Valitaan leikkeiden lukumäärä, leikkeiden väli ja leikkeiden paksuus ACR protokollan mukaisesti. Kuvat analysoidaan ja tuloksia verrataan ACR:n määrittelemiin tuloksiin.

Taulukko 5. Aineiston analysointi

6 Tulokset

Kirjallisuuskatsaukseen valituissa tutkimuksissa käsiteltiin magneettikuvantamisen laadunvarmistusta erinäköisten testien ja ohjelmien avulla. Viidessä tutkimuksesta kuudesta käytettiin American College of Radiologian (ACR) fantomia. Yhdessä käytettiin American Association of Physicists in Medicine (AAPM) fantomia magneettikuvantami-

sen laadunvarmistuksen yhteydessä. Kaikissa kuudessa artikkelissa käsitellään laadunvarmistuksen toteutusta sekä sen sisältöä magneetikuvantamisessa. Taulukossa 5 on aineiston analyysi tutkimuskysymyksiin vastaten.

6.1 Laadunvarmistus

Viidessä tutkimuksessa kuudesta on käytetty laadunvarmistuksessa American College of Radiologian (ACR) fantomia. Yhdessä on käytetty American Association of Physicists in Medicine (AAPM) fantomia. Laadunvarmistus on testien avulla tehtävää laadun turvaamista ja kehittämistä. Testien teko säännöllisesti on tärkeää, jotta kehittämiskohteisiin voidaan paneutua nopeasti ja mahdolliset korjaukset saadaan tehtyä mahdollisimman pian. Viidessä artikkelissa mainittiin, että magneettilaitteiden testit ovat olleet liian kauan kestäviä ja vaativia, ja että ne eivät sovellu kiireiseen kliiniseen magneettilaitteeseen. Tämän takia instituutiot, varsinkin paljon käytetty ACR on halunnut kehittää automatisoidun laadunvarmistusprotokollan. Testien kehittämiseen tarvittiin myös standardifantomi.

6.1.1 Määrällinen laadunvarmistus

Määrällisessä laadunvarmistuksessa automatisoitu järjestelmä laskee numeerisia arvoja ja arvioi niitä. Natasha S. Hansenin (2013) tutkimuksessa käytettiin XNAT- järjestelmää, joka kykenee laskemaan määrälliseen laadunvarmistukseen käytettäviä arvoja. Sen on kehittänyt Washingtonin yliopisto. Sen tarkoituksena on auttaa tutkijoita hahmottamaan, järjestämään ja käsittelemään aivokuvantamisen dataa. Esimerkiksi XNAT- järjestelmä kykenee laskemaan keskimääräisen signaalin voimakkuutta, signaalin voimakkuuden keskihajontaa, signaaleiden kohinasuhdetta, suhteellista liikettä, absoluuttista liikettä, keskimääräistä liikettä sekä suurinta liikettä. Järjestelmälle on annettu raja-arvot, joita se noudattaa.

Chien-Chuan ym (2004) tutkimuksessa määrällistä laadunvarmistusta käytettiin, kun mitattiin ACR- fantom ohjatusti geometrista tarkkuutta, viipaleiden paksuuden tarkkuutta, viipaleiden kohdan tarkkuutta, signaalin voimakkuuden yhtenäisyyttä sekä prosentuaalista signaalia haamukuvauksen jälkeen.

6.1.2 Laadullinen laadunvarmistus

Laadullisessa laadunvarmistuksessa raakadataa selataan manuaalisesti ja etsitään näkyviä vääristymiä, joita kutsutaan artefaktoiksi. Chien-Chuan ym (2004) tutkimuksessa laadullisesti kuvasta määriteltiin suurikontrastinen resoluutio ja matalan kontrastin kohteet. Natasha S. Hansenin (2013) tutkimuksen mukaan artefaktoja voivat esimerkiksi olla anatomia, joka leikkaa näkökentän, signaalin menettäminen, raidat tai epäselvyydet kuvissa, haamukuvat tai liike. Artefaktoja Natasha S. Hansenin (2013) tutkimuksen mukaan aiheuttaa esimerkiksi väärin aseteltu kenttä, joka aiheuttaa kohteen rajautumisen, kohteessa on metallia, joka johtaa signaalin menettämiseen, kohde liikkuu, mikä taas aiheuttaa myös artefaktoja kohdealueelle. Ongelmia voi myös ilmetä skannerin tai kelan kanssa, mikä aiheuttaa signaalin epätarkkuutta. Artefaktoja voi myös aiheuttaa kuvien jälkikäsitteleminen.

6.2 ACR-fantomi

ACR- fantomia käytettiin viidessä tutkimuksessa ja sen tarkoituksena on, että testien tekeminen nopeutuisi ja automatisoituisi. Laadunvarmistustesteissä käytettiin ACR:n ehdottamia protokollia. Chien-Chuan ym (2004) tutkimuksessa laadunvarmistus testit tehtiin kahdesti kolmen kuukauden välein ja lisäksi päivittäiset sekä viikoittaiset laadunvalvontatestit. Testien tulosten mukaan fyysikot ja huoltoteknikot voivat mahdollisesti korjata ongelmat ja tällöin voidaan saada parempilaatuisia kuvia.

ACR- fantomista haluttiin tehdä monipuolinen, niin että yhdellä fantomilla saataisiin monta eri testiä suoritettua ja testin teko olisi nopeaa ja analyysi testeistä olisi mahdollisimman automatisoitua. Chien-Chuan ym (2004) tutkimuksen mukaan yhden fantomin hyötyinä toimii se, että testit voidaan suorittaa nopeasti. Tämän takia se sopii hyvin esimerkiksi klinisiin magneettilaitteisiin. Fantomista haluttiin myös standardi, jotta toistettavuus säilyisi ja tulokset olisivat vertailukelpoisia. Standardifantomilla virheet näkyvät ennen kuin ne näkyvät potilaskuvissa.

ACR-fantomi on lyhyt ja ontto muovinen suljettu sylinteri. Sisäpituus on 148mm ja sisähalkaisija on 190mm. Fantomi on täytetty nikkelikloridin ja natriumkloridin liuoksella: 10 mM NiCl₂ ja 75 mM NaCl. Fantomin ulkopuolella lukee nenä ja leuka, joiden avulla fantomi saadaan oikeaan asentoon ikään kuin se olisi pää. Ihalaisen ym (2011) tutkimuksen

mukaan fantomi asetetaan kelan keskipisteeseen ja magneetin isosentrin kanssa paikannuslaasereiden avulla. Tämän jälkeen otetaan sagittaalileike, jonka jälkeen aksiaali sekvenssit, jotka ovat ACR:n määrittelemät. Sen jälkeen valitaan leikkeiden asetukset ACR protokollan mukaisesti. Kuvat analysoidaan ja tuloksia verrataan ACR:n määrittelemiin tuloksiin. Fantomin sisällä on useita rakenteita, jotka on suunniteltu erilaisiin testeihin laitteen suorituskyvyn takaamiseen. Määrällisiä testejä on 7: geometrinen tarkkuus, korkea kontrasti resoluutio, leikkeen paksuus tarkkuus, leikesijainti, kuvan voimakkuuden yhdenmukaisuus, haamuartefaktat ja pienen kontrastin kohteen havaittavuus. Testien analyysi on automatisoitu. Laadullisia testejä tehdään myös ja niissä käydään manuaalisesti leikkeet läpi etsien artefaktoja.

6.3 AAPM-fantomi

A.M Di Nallon ym (2006) tutkimuksessa käytettiin AAPM- fantomia kehon kelalle (Nuclear Associates, malli 76-907) ja pään kelalle (Nuclear Associates, malli 76-903) niiden monipuolisuuden ja kestävyuden vuoksi. Lisäksi AAPM- protokollat ovat tarkistettuja parametrien arvojen osalta. AAPM- kehon fantomi on suorakulmainen (330mm x 330 mm x 110 mm), joka sisältää kaksi osaa. Toisessa osassa on ruudukoita, joita voidaan käyttää geometrisen lineaarisuuden arvioimiseen. Toinen fantomi on monikäyttöinen pään fantomi, jonka osat on valmistettu muovista ja lasista. Fantomissa on Plexiglas- sylinterisäiliö (halkaisija 230mm x 110mm), jossa on kolme osaa. Se on suunniteltu pään kelalle. Molemmat fantomit täytetään laimealla $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - liuoksella (2mM/l). Liuokselle on annettu omat T1- ja T2- arvot sekä kehon-, että pään kelalle.

A.M Di Nallonin ym (2006) tutkimuksessa käytettiin AAPM protokollia laadunvarmistuksessa. Se sisältää hyväksyntätestit uuden laitteen asennuksesta ja testit, jotka edustavat järjestelmän suorituskykyä kliinisen käytön aikana. Ensimmäiset testit vievät paljon aikaa ja toiset testit tunnistavat, mikäli tarvitaan huoltotoimenpiteitä, mikä taas sopii kiireisellekin laitteelle hyvin. AAPM-fantomeita käytetään laadunvarmistustesteissä kehon kelalle sekä pään kelalle. A.M Di Nallonin ym (2006) tutkimuksessa kuvat lähetettiin fysiikan laboratorioon analyysiä varten. Tutkimuksessa mitattiin resoluutiota, symmetrisuutta, kerrospaksuutta ja aukon sijaintia. Automatisoitu analyysi sallii tallennuksen ja tietokoneella tehtävän käsittelyn, mikä helpottaa huomattavasti laadunvalvontaa, kun tietoja voidaan käsitellä samaan aikaan. Tällainen mahdollistaa myös riittävät kalibroinnit sekä suorituskyvyn tarkemman arvioinnin. Käsittelyprosessin helpottamiseksi on luotu excel-

työkalutaulukot, joihin ladataan mitatut arvot. Tämä mahdollistaa mitattujen arvojen laskennallisen analysoinnin. Tutkimuksessa mitattu resoluutio, symmetrisyys, kerrospaksuus sekä aukon sijainti analysoitiin ja kaikki arvot kuuluivat AAPM-protokollien hyväksyttävään alueeseen.

7 Pohdinta

7.1 Tulosten tarkastelu

Kirjallisuuskatsaus pyrki vastaamaan tutkimuskysymyksiimme, jotka olivat: Millaista on laadunvarmistus magneettikuvantamisessa & Miten laadunvarmistusta toteutetaan magneettikuvantamisessa. Tuloksissa ilmeni, että magneettikuvantamisen laadunvarmistus on testeihin ja ohjelmiin perustuvaa laadun turvaamista ja kehittämistä. Testit ja ohjelmat suoritetaan lähinnä magneettikuvantamiseen ja olosuhteisiin tehdyillä fantomeilla. Kirjallisuuskatsauksen tuloksissa ilmeni myös, että testien tekeminen on pyritty pitkälti automatisoimaan, mutta silti joitakin testejä suoritetaan edelleen manuaalisesti. Testit on suunniteltu tietynlaisille fantomeille, joita tässä kirjallisuuskatsauksessa oli kaksi. ACR-fantomia käytettiin tutkimuksissa huomattavasti enemmän. Protokollien mukaan suoritettavat testit ja ohjelmat antavat reaaliaikaista informaatiota siitä toimiiko magneettikuvauslaite sille asetettujen kriteereiden mukaisesti. Testien tekeminen täytyy myös suorittaa säännöllisesti, jotta mahdolliset ongelmat pystytään huomaamaan ajoissa.

Testeillä, jotka suoritetaan lähinnä automatisoidusti, on pyritty nopeuttamaan magneettiyksikön toimintaa. Tutkimuksissa ilmeni, että testien tekeminen on ollut aikaisemmin todella hidasta ja ne eivät ole sopineet kiireisen magneettiyksikön toimintaan. Tämän takia on siis pyritty luomaan automatisoitu protokolla, joka suorittaa määrällisen laadunvarmistuksen fantomin kanssa. Automatisoitu protokolla kykenee esimerkiksi laskemaan keskimääräisen signaalin voimakkuutta ja sen keskihajontaa, signaaleiden kohinasuhdetta, suhteellista liikettä, absoluuttista liikettä, keskimääräistä liikettä sekä suurinta liikettä. Järjestelmälle on yleensä luotu raja-arvot, joihin se vertailee saatuja tuloksia. Järjestelmä ilmoittaa, mikäli raja-arvot ylittyvät ja näin ongelmat huomataan ajoissa. Automatisoidun järjestelmän avulla voidaan taata magneettikuvantamisen tasalaatuisuutta ja turvallisuutta, sillä raja-arvojen ylittyessä ongelmat korjataan ja ylimääräisiltä vahingoilta vältytään.

Manuaalisesti suoritettavat laadunvarmistuksen testit liittyivät lähinnä artefaktoihin. Siinä raakadataa selataan manuaalisesti ja etsitään kuvasta näkyviä poikkeamia ja vääristymiä. Chien-Chuan ym (2004) tutkimuksessa mainittiin myös siitä, että laadullisessa laadunvarmistuksessa määriteltiin myös suurikontrastinen resoluutio sekä matalan kontrastin kohteet. Artefaktoja Natasha S. Hansenin (2013) tutkimukseen mukaan voivat esimerkiksi olla raidat tai epäselvyydet kuvissa. Artefaktoja aiheuttaa esimerkiksi väärin aseteltu kenttä tai ylimääräinen metalli kuvausalueella.

Tuloksissa ilmeni, että testien suorittamisessa käytettiin kahdenlaisia fantomeita. Viidessä tutkimuksessa käytettiin American College of Radiologist (ACR) fantomia ja yhdessä tutkimuksessa käytettiin American Association of Physicists in Medicine (AAPM) fantomia. ACR- fantomi toimi pään fantomina. AAPM- fantomille oli taas luotu kaksi erilaista fantomia; pään kelalle suunniteltu fantomi ja kehon kelalle suunniteltu fantomi. Kummankin fantomeiden sisällä on erilaisia rakenteita, jotka on suunniteltu erilaisia laadunvarmistustestejä varten. Fantomit poikkesivat toisistaan niiden sisällön perusteella. ACR- fantomi oli täytetty 10 mM NiCl₂ ja 75 mM NaCl- liuoksella ja AAPM- fantomi taas laimealla CuSO₄·H₂O- liuoksella (2mM/l).

7.2 Eettisyys ja luotettavuus

Luotettavuuden arviointi on keskeinen osa kirjallisuuskatsauksen tekoa. Tieteelliselle tutkimukselle on asetettu tiettyjä normeja ja arvoja, mihin sen tulisi pyrkiä. (Saaranen-Kauppinen – Puusniekka.) Tekijän on koko tutkimuksen ajan pohdittava omia ratkaisujaan ja otettava kantaa sekä analyysin kattavuuteen, että tekemänsä työn luotettavuuteen. (Haltia – Nieminen 2013).

Luotettavuusongelmia voi kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa ilmetä, koska alkuperäistutkimukset voivat olla puutteellisia ja tekemisessä voi ilmetä luotettavuus ongelmia. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa pyritään toistettavuuteen, joten tutkija saattaa valikoida lähteitä niin, että toistettavuus kärsii. (Malmivaara 2002.)

Luotettavuutta pyrimme lisäämään sillä, että valitsimme mukaan vain luotettavia tietokantoja, jotka olivat kuitenkin saatavilla Metropolian Ammattikorkeakoulun opiskelijoille. Asetimme kirjallisuuskatsaukselle myös hyvät ja selkeät sisäänotto- ja poissulkukriteerit, joka mielestämme lisäsi työn luotettavuutta. Kriteereiden avulla valitsimme kirjallisuus-

katsaukseen sopivat tutkimukset. Luotettavuutta saattoi heikentää se, että käytimme kirjallisuuskatsauksessa vain englanninkielisiä lähteitä ja valitsimme mukaan vain ilmaiseksi saatavilla olevat tutkimukset. Tämän takia katsauksen ulkopuolelle on saattanut jäädä tutkimuksia, jotka olisivat käyneet hyvin tähän kirjallisuuskatsaukseen. Luotettavuutta lisäsi kuitenkin se, että artikkelien rajaukset olivat koko ajan samat ja työssä oli kaksi tekijää.

Opinnäytetyö toteutettiin eettisiä periaatteita noudattaen. Tiedonhankinnassa huomioitiin kaikki relevantit tutkimukset. Tutkimuksia ei plagioitu, eikä vääristelty alkuperäistä tutkimustietoa. Lähdeviitteet ja merkinnät merkittiin asianmukaisesti. Pyrimme siihen, että olimme puolueettomia artikkelien valikoimisessa ja kirjoitimme tiedonhakuprosessin niin selkeästi, että lukija pystyy suorittamaan saman haun ja saamaan samat tulokset.

7.3 Oppimiskokemus

Kirjallisuuskatsauksen tekeminen on ollut niin haastavaa, kuin myös samalla todella opettavaista. Työn tekemisen aikana olemme oppineet paljon uutta asiaa niin tiedonhausta, kuin kirjallisuuskatsauksen sisällöstä ja sen työvaiheista.

Kirjallisuuskatsauksen tekemisen aikana jouduimme etsimään paljon tietoa englanninkielellä ja hakusanat piti lopuksi muodostaa vain englanninkielellä, kun suomenkielisiä hakutuloksia ei löytynyt juuri ollenkaan. Lopuksi luovuimme suomenkielisistä tietokannoista kokonaan ja siirryimme vain kansainvälisiin tietokantoihin. Opinnäytetyön aikana jouduimme lukemaan paljon englanninkielisiä tutkimuksia ja ainesanastoa, joten englanninkielen taito kehittyi paljon ja myös oman alan sanasto. Kirjallisuuskatsauksen tekemisen aikana jouduimme myös selaamaan artikkeleita kriittisellä silmällä ja miettimään ovatko tutkimukset tarpeeksi luotettavia kirjallisuuskatsauksemme.

Vaikein asia kirjallisuuskatsauksen tekemissä oli oikeiden hakusanojen löytäminen. Hakusanojen löytäminen osoittautui paljon hankalammiksi mitä olimme osanneet alun perin odottaa. Käytimme todella paljon aikaa oikeiden hakusanojen löytämiseen ja kävimme myös Metropolian informaattikolla, joka auttoi meitä siinä asiassa. Hakusanojen löytyttyä myös oikeiden tutkimusten löytäminen vei paljon aikaa. Aluksi tuntui, että mikään tutkimus ei vastannut ennalta määritettyjä kriteerejämme. Onneksi lopulta löytyi muutamia hyviä tutkimuksia vastaamaan opinnäytetyömme tarkoitusta. Opinnäytetyön aikana

opimme myös sen, että asiat eivät aina suju suunnitelman mukaisesti, sillä joihinkin työvaiheisiin aikaa kului odotettua enemmän, mikä taas tarkoitti sitä, että toisista työvaiheista jouduttiin supistamaan.

7.4 Jatkotutkimusehdotus

Kirjallisuuskatsausta tehdessämme huomasimme, että magneettikuvantamisen laadunvarmistuksessa käytettäviä fantomeita tuli tutkimuksissa ilmi kaksi. Mielestämme olisi kuitenkin kaikille röntgenyksiköille niiden edun mukaista, mikäli magneettikuvantamiselle olisi luotu yksi standardifantomi. Tuloksissa ilmeni selkeästi, että suurin osa tutkimuksista käytti tietynlaista fantomia, vaikka yksi tutkimus käyttikin toisenlaista fantomia. Jatkotutkimusehdotuksemme liittyisikin siihen, että magneettikuvantamiselle luotaisiin yksi standardifantomi, jota voitaisiin käyttää kaikkialla ja näin ollen sille luodut testit olisivat yhtenäiset joka paikassa. Standardifantomien ansioista laadunvarmistukselle saataisiin samanlaiset testit jokaiseen magneettiyksiköön ja tämän ansioista magneettikuvantamisen laatu olisi tasalaatuista, ja tekijästä riippumatonta.

Lähteet

A.M. Di Nallo – O. Ortenzia – M. D’Arienzo – D. Conglio – M. Benassi 2006. MRI Quality control tools for procedures and analyses. Verkkodokumentti. https://www.researchgate.net/publication/7020905_MRI_quality_control_tools_for_procedures_and_analyses>. Luettu 14.3.2019.

Chen, Chien-Chuan – Wan, Yung-Liang – Wai, Yau-Yau – Liu, Ho-Ling 2004. Quality Assurance of Clinical MRI scanners using ACR MRI phantom. Verkkodokumentti. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3047180/>>. Luettu 23.3.2019.

Haltia, Nina – Nieminen, Marjo. 13.3.2013. Luotettavuus. Verkkodokumentti. <<https://slideplayer.fi/slide/1948342/>>. Luettu 2.4.2019.

Hansen, Natasha 2013. MRI quality control. Verkkodokumentti. <http://cbs.fas.harvard.edu/usr/mcmains/CBS_MRI_Quality_Control_Workshop.pdf>. Luettu 29.3.2019.

Hiltunen, Leena. Graduaineiston analysointi. Verkkodokumentti. <<https://docplayer.fi/16222790-Graduaineiston-analysointi.html>>. Luettu 28.3.2019.

Ihalainen, Toni – Lönnroth, Nadja – Peltonen, Juha – Uusi-Simola, Jouni – Timonen, Marjut – Kuusela, Linda – Savolainen, Sauli – Sipilä Outi 2011. MRI quality assurance using the ACR phantom in a multi-unit imaging center. Verkkodokumentti. <<https://www.tandfonline-com.ezproxy.metropolia.fi/doi/full/10.3109/0284186X.2011.582515>>. Luettu 20.3.2019

Ihalainen, Toni 2016. Quality control methods for magnetic resonance imaging in a multi-unit medical imaging organization. Verkkodokumentti. <<https://pdfs.semanticscholar.org/e33d/9bbd361673abcf5344f3477d6c7a5afb15b5.pdf>>. Luettu 26.3.2019.

Kangasniemi, Mari - Utriainen, Kati - Ahonen, Sanna-Mari - Pietilä, Anna-Maija - Jääskeläinen, Petri - Liikanen, Eeva 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. Luettu 10.10.2018.

Kulokivi, Sari 2013. Laadunhallinta-/itsearviointijärjestelmän luominen. Verkkodokumentti. <www.sadeturvapaivat.fi/file.php?752>. Luettu 20.3.2019.

Kääriäinen, Maria – Lahtinen, Mari 2006. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tutkimustiedon jäsentäjänä. Luettu 2.10.2018.

Laadunhallinnan periaatteet 2015. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Verkkodokumentti. <https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tuotteet_valokeilassa/iso_9000_laadunhallinta/laadunhallinnan_periaatteet.>. Luettu 18.09.2018.

Malmivaara, Antti 2002. Duodecim. Systemoitu kirjallisuuskatsaus - työkalu tutkimusnäytön tavoittamiseen. Verkkodokumentti. <<https://www.duodecim-lehti.fi/lehti/2002/9/duo92921>>. Luettu 18.9.2018.

Mustajoki, Pertti – Kaukua, Jarmo 2008. Magneettikuvaus. Verkkodokumentti. <https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=trg00005>. Luettu 4.3.2019.

PPSHP. Pohjois- Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. Magneettitutkimus. Verkkodokumentti. <<https://www.ppsHP.fi/Toimipaikat/Kuvantaminen/Tietoa-tutkimuksista/Sivut/Magneettitutkimus.aspx>>. Luettu 20.3.2019.

Quality Control in Diagnostic X-ray Department. Verkkodokumentti. <<https://www.scribd.com/document/12774118/Quality-Control-in-Diagnostic-X-ray-Department>>. Luettu 27.3.2019.

Saaranen-Kauppinen, Anita – Puusniekka, Anna. Tutkimuksen luotettavuus ja arviointi. Verkkodokumentti. > https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L3_3.html>. Luettu 12.4.2019.

Sewonu, Anou – Hossu, Gabriela – Felblinger, Jacques – Anxionnat, R. – Pasquier, Cédric 2013. An automatic MRI quality control procedure: Multisite reports for slice thickness and geometric accuracy. Verkkodokumentti. < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1959031813000894#!>>. Luettu 10.3.2019.

Stolt, Minna – Axelin, Anna – Suhonen, Riitta 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä 2. 10-15. Luettu 10.02.2019

Suomen kuntaliitto 2011. Terveystieteiden laatuopas. Luettu 5.3.2019.

Säteilyturvakeskus. Laadunvarmistus terveydenhuollon säteilyn käytöstä. Verkkodokumentti. <<https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/sateilytoiminnan-turvallisuus/sateilylaitteet-ja-laadunvalvonta/laadunvarmistus-terveydenhuollon-sateilyn-kaytossa>>. Luettu 27.3.2019.

Säteilyturvakeskus. 2019. Magneettitutkimus. Verkkodokumentti. <[Verhttps://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus](https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus)>. Luettu 27.3.2019

Säteilyturvakeskus 2016. Magneettitutkimus. Verkkodokumentti. <<https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>>. Luettu 18.09.2018.

Tiedonhakutaulukko

Tietokanta	Haku	Tulokset	Alustavasti hyväksytyt	Lopullisesti hyväksytyt	Valitut
Cinahl	Quality control and Magnetic resonance or MRI and phantom	30	3	1	Toni Ihalainen, Nadja Lönnroth, Juha Peltonen, Jouni Uusi-Simola, Marjut Timonen, Linda Kuusela, Sauli Savolainen, Outi Sipilä, 2011
ScienceDirect	Quality control and Magnetic resonance or MRI and phantom	4513	7	1	Sewonu, G. Hossu, J.Felblinger, R.anxionnat, C.Pasquier, 2013
Pubmed	Magnetic resonance imaging* phantoms, quality assurance, health care*	58	3	1	Chien-Chuan Chen, Yung-Liand Wan, Yau-Yau Wai, Ho-ling Liu, 2004
Manuaalinen haku	Quality control MRI	-	-	3	Toni Ihalainen, 2016 A.M Di Nallo, O. Ortenzia, M D'Arienzo, D. Coniglio, M.Benassi, 2006 Natasha S. Hansen, 2013