

Sara Haveri, Kati Karhinen & Katri Tuomivaara

Magneettikuvassekvenssien hallinta röntgenhoitajan työssä

Sekvenssiopas Seinäjoen Keskussairaalan röntgenhoitajille

Magneettikuvassekvenssien hallinta röntgenhoitajan työssä

Sekvenssiopas Seinäjoen Keskussairaalan röntgenhoitajille

Sara Haveri, Kati Karhinen & Katri
Tuomivaara
Opinnäytetyö
Syksy 2021
Radiografia ja sädehoitotyö
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiografian- ja sädehoitotyön tutkinto-ohjelma

Tekijät: Sara Haveri, Kati Karhinen & Katri Tuomivaara
Opinnäytetyön nimi: Magneettikuvaussekvenssien hallinta röntgenhoitajan työssä, sekvenssiopas Seinäjoen keskussairaalan röntgenhoitajille
Työn ohjaajat: Tanja Schroderus-Salo & Aino-Liisa Jussila
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2021 Sivumäärä: 35 + 4 liitettä

Magneettikuvausta käytetään keskushermoston, tuki- ja liikuntaelimestön, vatsan ja verenkiertoelimestön tutkimiseen. Kuvausprotokollat sisältävät useita eri RF-pulssisarjojen ja gradienttien yhdistelmiä eli sekvenssejä, joiden avulla eri sairauksien tutkiminen on mahdollista. Sekvensseillä on erilaisia käyttötarkoituksia ja ne vaikuttavat kuvan kontrastiin sekä siihen mitä kudostyyppiä kuvissa nähdään parhaiten. Magneettitutkimuksissa käytettävät sekvenssit vaihtelevat magneettikuvauslaitteen, kuvauskohteen ja indikaation mukaan sekä niiden käytössä on myös paikkakohtaisia eroja.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa sekvenssiopas Seinäjoen keskussairaalan radiologian yksikön röntgenhoitajille. Sekvenssioppaan tavoitteena on syventää magneettitutkimusten parissa työskentelevien röntgenhoitajien ymmärrystä magneettisekvenssien valintaan kuvauskohteittain, mikä edesauttaa jatkuvaa ammatillista kehittymistä. Sitä voidaan käyttää työnteon ohessa ja se on hyödyllinen myös perehdyttämisen apuna. Tietoperustana käytettiin kansainvälisiä ja kotimaisia julkaisuja, alan kirjallisuutta sekä tietoja radiologian alan ammattilaisilta. Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä yhteistyössä Seinäjoen keskussairaalan radiologian yksikön kanssa.

Projektin päätuotoksena tuotettiin sekvenssiopas, joka sisältää pään, vatsan, nivelten ja rangan alueella käytettävät yleisimmät sekvenssit. Lisäksi tuotettiin tietopaketit tiettyjen sekvenssien fysiikasta, rasvasaturaatiotekniikoista, magneettikuvauksen perusteista sekä signaalikohinasuhteeseen ja kuvausaikaan vaikuttavista parametrimuutoksista. Oppaan ulkoasusta pyrittiin tekemään selkeä ja havainnollistava kuvien avulla. Asian havainnollistaminen on erityisen tärkeää, kun oppimisen kohteena on jonkin vaikean käsitteen tai ilmiön oppiminen (Ilomäki 2012, 86). Helppo muokattavuus oli oppaan yksi tärkeimmistä laatuksista, minkä vuoksi se päädyttiin tekemään sähköiseen muotoon.

Oppaan laatua, sisältöä, ulkoasua ja hyödyllisyyttä arvioitiin Webropol-kyselyllä, mikä lähetettiin tilaajayksikköön. Palautteen mukaan oppaan sisältö oli pääosin onnistunut hyvin ja tavoitteiden mukaisesti. Avoimessa palautteessa mainittiin, että tietyn osion kuvatekstit olivat mahdollisesti menneet sekaisin. Kuvatekstien sijoittelua korjattiin palautteen mukaisesti vastaamaan oikeita tietosisältöjä. Jatkossa opasta voi kehittää lisäämällä uusia sekvenssejä helposti muokattavaan tiedostopohjaan. Opasta on mahdollista laajentaa myös muiden kehonosien osalta.

Asiasanat: magneettitutkimus, sekvenssit, radiotaajuuspulssi, opas, toiminnallinen opinnäytetyö

ABSTRACT

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

Authors: Sara Haveri, Kati Karhinen & Katri Tuomivaara
Title of thesis: Knowledge of Magnetic resonance imaging sequences in radiographers work – sequence guide for radiographers in Seinäjoki central hospital
Supervisors: Tanja Schroderus-Salo & Aino-Liisa Jussila
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2021
Number of pages 35 + 4 appendices

Magnetic resonance imaging is a medical imaging technique that has a significant role when examining the central nervous system, musculoskeletal system, abdomen, and circulatory system. The imaging protocols include a wide range of pulse sequences which have a variety of applications. The sequence is a number of radiofrequency pulses and gradients that form images with a particular appearance. The sequences affect the image contrast and what type of tissue is observable in the images. The sequences used in magnetic resonance imaging vary depending on the MRI device, subject, indication, and there are also site-specific differences in their use. The purpose of this thesis was to produce a pulse sequence guide for the radiographers of radiology unit in Seinäjoki central hospital. The guide can be used alongside work, and it is a practical tool for orientation. This thesis was carried out as a functional thesis in co-operation with radiology unit of Seinäjoki central hospital.

The aim of the sequence guide is to deepen the understanding of radiographers' working in MRI on the selection of magnetic sequences by subject, which contributes to continuous professional development. The database is based on international and domestic publications, literature in the radiology field and the experiences of radiology professionals.

The main product of this project is the sequence guide that includes the most common sequences used on head and brain, abdomen, joints, and spine. In addition, information files were produced on the physics of most important sequences, fat saturation techniques, the basis of the MRI, and parameter changes affecting the signal-to-noise ratio and imaging time. The electronic layout of the guide provides the opportunity to easily modify the files and add more information.

Webropol Online Survey and Analysis Software was used to collect feedback from the subscriber. The survey contained an assessment of the quality, content, layout, and practicality of the material. The material was modified based on the feedback. Further development can be expanding the guide to other parts of the body, such as the heart and pelvis and adding more sequences to the sequence chart.

Keywords: magnetic resonance imaging, MRI sequence, radiofrequency pulse, functional thesis, guide

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	MAGNEETTIKUVAUKSEN KUVANMUODOSTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	8
2.1	Protonit magneettikentässä	8
2.2	RF-pulssit ja poikittainen magnetisaatio	9
2.3	T1-relaksaatio	9
2.4	T2 ja T2* relaksaatio	10
2.5	FID- ja kaikusignaali	11
2.6	Signaalipainotteisuus: T1-, T2- ja PD-painotteiset kuvat	11
2.7	Perustekniikat halutun kuvakontrastin muodostamiseksi: Spin Echo ja Gradient Echo	13
3	PROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT	14
3.1	Projektin tarkoitus ja tavoite	14
3.2	Projektiorganisaatio	15
4	SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	16
4.1	Projektin kohderyhmät ja hyödynsaajat	16
4.2	Oppaan sisällön suunnittelu ja toteutus	16
4.3	Oppaan laatukriteerit	18
5	PROJEKTIN ARVIOINTI	20
5.1	Oppaan arviointi palautekyselyn perusteella	20
5.2	Oppaan itsearviointi	23
5.3	Projektin aikataulun ja kustannusten arviointi	24
5.4	Projektityöskentelyn ja projektiorganisaation viestinnän arviointi	28
5.5	Sisäinen viestintä	29
5.6	Ulkoinen viestintä	29
6	POHDINTA	31
6.1	Tekijänoikeudet ja eettisyys	32
6.2	Projektin onnistumisen arviointi	33
6.3	Omat oppimiskokemukset	35
6.4	Jatkokehitysehdotukset	35
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	38

1 JOHDANTO

Magneettikuvauslaitteella voidaan kuvantaa useita eri kehonosia ja saada informaatiota eri sairauksien ominaispiirteistä. Tiettyjä kehonosia kuvattaessa on määriteltä ennalta kuvausprotokollat, joiden mukaan kyseistä kehonaluetta tai sairautta tutkitaan. Kuvausprotokollaan kuuluu tietyt sekvenssit, joiden avulla haluttua anatomiaa ja patologiaa saadaan näkyviin parhaiten. Magneettikuvaussekvenssien luokitteluun on eri tapoja. Tekniikan mukaan sekvenssit voidaan jaotella muun muassa Spin Echo tai Gradient Echo -sarjoihin. Luokittelua voidaan tehdä myös kuvapainotuksen mukaan, esimerkiksi T1, T2 tai Proton Density -painotusten mukaisesti (Murphy 2021, Viitattu 16.11.2021.)

Magneettitutkimusten parissa työskentelevän röntgenhoitajan tehtäviin kuuluu suorittaa potilaan kuvantaminen kuvausprotokollan mukaisesti. Kuvaus voi edetä perusprotokollan mukaisesti, mutta kuvattavat sekvenssit voivat myös poiketa perusprotokollasta potilaskohtaisesti. Tällöin röntgenhoitaja kuvaa sekvenssit radiologin ohjeen mukaan. On olemassa yleisiä periaatteita, joiden mukaan protokollien sisältö on suunniteltu. Protokollan erityispiirteet riippuvat kuitenkin useista eri tekijöistä. Paikkakohtaiset tekijät vaikuttavat paljon kuvausprotokoliin eikä kaikkea tietoa voi soveltaa samanlaisena eri kuvantamisyksiköissä. Protokollien suunnitteluun vaikuttaa muun muassa käytössä oleva laitteisto ja radiologien mieltymykset. Myös potilaan jaksamiseen ja vointiin liittyvät tekijät vaikuttavat protokollan suunnitteluun. Sekvenssien lukumäärä ja kesto ei voi olla liian suuri nousevan kuvausajan vuoksi.

Sekvenssien valinnan perusteet eivät ole aina itsestäänselvyyksiä röntgenhoitajille. Tämän vuoksi toiminnallisessa opinnäytetyössä on tuotettu rutiinisekvenssit kehonosittain -opas, jossa on selvennetty kuvaussekvenssien valinnan perusteita eri kuvauskohteissa. Protokoliin kuuluvien sekvenssien valinnan perusteisiin on saatu lisätietoa erityisesti magneettisyksikön työntekijöiltä, eli radiologeilta, röntgenhoitajilta ja fyysikoilta. Ilman yksikön ammattilaisten apua ei oppaan suunnittelu ja toteutus olisi ollut mahdollista, koska protokollien suunnitteluun liittyy paljon sisäistä tietoa.

Oppaan avulla röntgenhoitajat voivat lisätä tietämystään kuvaussekvenssien valinnasta ja kehittää osaamistaan. Uusille magneettiin perehdytettävälle röntgenhoitajille lukuisat eri sekvenssit voivat

tuntua vaikeilta hahmottaa ja eri kuvaussekvenssien käytön ymmärrys voi jäädä pintapuoliseksi. Terveydenhuollon ammattilaisten jatkuvan ammatillisen kehityksen (Continuous Professional Development) ja elinikäisen oppimisen (Life Long Learning) periaatteiden merkitys on laajalti tunnustettu. Periaatteet auttavat varmistamaan, että ammatilliset käytännöt ovat ajan tasalla. Jatkuva ammatillinen kehittyminen edesauttaa myönteisten hoitotulosten saamisessa sekä lisää kansalaisten luottamusta terveydenhuoltoon. (The European Commission 2013, 1.)

Euroopan neuvosto on toukokuussa 2018 antanut päivitetyn suosituksen elinikäisen oppimisen avaintaidoista. Avaintaidoilla tarkoitetaan tietojen, taitojen ja asenteiden kokonaisuutta sekä yksilön valmiuksia, joita ovat jatkuva oppiminen, työelämän muuttuvat olosuhteet sekä tulevaisuuden ja uusien tilanteiden haltuunotto. Ne helpottavat yksilöä havaitsemaan työelämässään tapahtuvia muutoksia sekä sopeutumaan niihin ja toimimaan erilaisissa tilanteissa. Työelämässä elinikäiseen oppimiseen liittyviä asioita ovat ammatillinen oman toiminnan arviointi, ajan- ja tiedonhallinta sekä oman oppimisen hallinta. Muuttuvat tilanteet ja olosuhteet edellyttävät työntekijältä monipuolisesti kykyä oppia oppimaan ja käsittelemään tietoa. (Euroopan Unionin Neuvosto 2018.) Tiedon lisääntyminen ja tekniikan uudistuminen onkin arkipäivää magneettikuvantamisessa ja tämä edellyttää röntgenhoitajalta monipuolisesti tiedon sisäistämiseen ja käytännön soveltamiseen liittyviä taitoja.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa laadukas opas sekvensseistä magneettitutkimuksien parissa työskenteleville röntgenhoitajille. Oppaan pitkän aikavälin tavoitteena on lisätä nykyisten ja uusien röntgenhoitajien ymmärrystä sekvenssien valintaan kuvauskohteittain, mikä edesauttaa terveydenhuollon ammattilaisten jatkuvaa ammatillista kehitystä. Opinnäytetyön laatutavoitteena oli tuottaa selkeä, asianmukainen ja helppolukuinen opas. Oppimistavoitteemme oli syventää tietojamme sekvenssien käyttötarkoituksista ja hyödyntää tätä käytännössä työelämässä. Ammattitaidon kehittäminen työuran aikana vaatii aikaa ja oma-aloitteellisuutta. Alan julkaisut ja teorian tiedot ovat pääosin englanninkielisiä, joten työelämän aikana radiografian kehityksessä pysyminen vaatii englannin kielen taitoa. Opas tehtiin suomen kielellä, mikä helpottaa röntgenhoitajien uuden oppimista ja säästää aikaa nopeatempoisessa työnteossa. Sähköisessä muodossa opasta on helpompaa päivittää ja muokata tarpeen mukaan. Parhaassa tapauksessa opas edistää röntgenhoitajien ammattitaitoa ja itsenäistä päätöksentekokykyä, joka taas parhaimmillaan voi säästää radiologien resursseja ja sujuvoittaa työnkulkua magneettityksikössä.

2 MAGNEETTIKUVAUKSEN KUVANMUODOSTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Spin Echo ja Gradient Echo -sarjat ovat peruspulssisekvenssejä magneettikuvantamisessa. Nykypäivän kliinisessä käytössä olevat sovellukset rakentuvat näiden perustekniikoiden pohjalta. Tekniikoiden ymmärtämiseksi on oltava tietämystä Spin Echo -sarjan peruskuvakontrastien (T1, T2 ja PD) muodostumisesta, sekä kuvan perusparametrien (TR ja TE) vaikutuksista. Myös gradienttisarjojen parametreista on hallittava perustiedot tekniikan toiminnan ymmärtämiseksi.

2.1 Protonit magneettikentässä

Magneettikuvantamisessa kuvasignaalin alkuperä on lähtöisin kehon vety-ytimistä, eli protoneista. Protoneilla on positiivinen sähkövaraus ja niille on ominaista olla pyörimisliikkeessä. Pyörimisliikkeen perusteella protoneita voidaan nimittää myös termillä "spin". Liikkuva sähkövaraus on sähkövirtaa ja sähkövirta tuottaa ympärilleen magneettikentän. Siten spineillä on omat magneettikenttensä ja ne käyttäytyvät kuten pienet tankomagneetit. Kunkin spinin magneettikenttää kuvataan magneettisena momenttina, jolla on suunta ja suuruus. Magneettiset momentit ovat yleensä satunnaisesti suuntautuneita. Kun spinit vietään ulkoiseen magneettikenttään (B_0 eli magneettilaitteen magneettikenttä), magneettiset momentit kohdistuvat joko samansuuntaisesti tai vastakkaissuuntaisesti ulkoisen kentän kanssa. Edullisin suuntautumistila on sellainen, joka vaatii vähiten energiaa, toisin sanoen samansuuntaisesti B_0 :n kanssa. Kun tarkastellaan suurta spinien joukkoa, suurempi osuus kohdistuu B_0 :n suuntaisesti kuin sitä vastaan.

Kun spinit joutuvat magneettikenttään, magneettikenttä saa aikaan protonien ajautumisen huojumisliikkeeseen eli prekessioon. Prekession taajuutta kuvataan Larmorin yhtälöllä:

$$f_0 = \gamma * B_0$$

missä:

γ : gyromagneettinen suhde (MHz/T)

B_0 : ulkoisen magneettikentän voimakkuus (T)

Mitä suurempi on ulkoisen magneettikentän voimakkuus (esim. 1,5 T tai 3 T), sitä suurempi on prekession taajuus. (Currie, Hoggard, Craven, Hadjivassiliou & Wilkinson 2013, 210–211.)

2.2 RF-pulssit ja poikittainen magnetisaatio

Kun potilas on magneettiputkessa ja magneettikentässä, osa kehon spineistä on suuntautuneena ulkoisen magneettikentän (B_0) suuntaisesti. Jotta MRI-signaali voitaisiin vastaanottaa kuvattavasta kehonosan kudoksesta, pitää kudosten spinien suuntautumista poikkeuttaa pitkittäisestä Z-suunnasta poikittaiseen XY-suuntaan. Suuntautumista B_0 :sta voidaan poikkeuttaa käyttämällä päälle- ja poiskytkettäviä, radiotaajuuskeloista lähetettäviä radiotaajuus (RF)-pulsseja. RF-pulssi tulee antaa spinien Larmorin taajuudella: ($f_0 = \gamma B_0$), jolloin RF-pulssien energia saa prekession vaihekoherenssiin ja kääntää prekession poikittaiseen (XY) tasoon pitkittäissuunnasta. (Currie ym. 2013, 211–212.)

Kun prekessio tapahtuu XY-suunnassa vastaanotinkelan ympärillä, indusoituu vastaanotinkelaan vaihtojännite ja vastaavasti sähkövirta. MRI-signaalin rekisteröinti perustuu tämän sähkövirran havaitsemiseen. Kun virittävä RF-pulssi kytketään pois päältä, spinit alkavat epävaiheistua toistensa kanssa eli menettävät vaihekoherenssiaan ja siirtyvät kohti matalampaa energiatilaa (relaksaatio). Relaksaatio tapahtuu pitkittäisessä ja poikittaisessa suunnassa. Pitkittäistä (Z-suunta) relaksaatiota kutsutaan T1-relaksaatioksi, poikittaista (XY-suunta) T2-relaksaatioksi. (Currie ym. 211–212.)

2.3 T1-relaksaatio

T1-relaksaatiossa (spin-lattice-relaxation, longitudinal relaxation) spinien pitkittäissuuntainen magnetisoituminen palautuu lähtötilanteeseen. T1-relaksaation nopeus on riippuvainen siitä molekyylistä, jossa protonit ovat kiinnittyneenä (mm. rasva, vesi). Molekyylit ovat jatkuvassa liikkeessä ja molekyylien protoneilla on aina ympärillään oma magneettikenttensä. Spinien vuorovaikuttaessa muiden atomien ja molekyylien kanssa tapahtuu energian siirtymistä ympäristöön ("hilaan"). Mitä pienempiä ja nopealiikkeisempiä molekyylit ovat, sitä hitaampaa pitkittäissuuntainen relaksaatio on tässä kudoksessa. Rasvamolekyylit ovat suurempia ja hidasliikkeisempiä kuin vesimolekyylit, joten rasvan relaksaatio on nopeampaa kuin veden (rasvamolekyylit pääsevät vuorovaikuttamaan enemmän ympäristön molekyylien kanssa). Eri

kudoksissa tapahtuvan T1-relaksaation nopeutta ilmaistaan eksponentiaalisilla T1-käyrillä, joissa kuvataan T1-relaksaation kehitysvaihetta ajan suhteen. Kudoksen T1-relaksaatioajaksi määritellään ajankohta, kun kudoksen pitkittäissuunnan magnetisaatiosta on palautunut 63 %:n alkutilanteeseen nähden. (Currie ym. 212–213.)

2.4 T2 ja T2* relaksaatio

Poikittaisessa relaksaatiossa spinit menettävät vaihekoherenssin XY-suunnassa, jolloin poikittaissuunnan magnetisaatio vähenee ja lopulta häviää havaitsemattomaksi. Poikittainen vaihekoherenssin menetys tapahtuu kahden erityyppisen prosessin seurauksena:

1. T2-relaksaatio (spin-spin-relaksaatio): Kudoksessa on spinien aiheuttamia paikallisia, mikroskooppisia muutoksia magneettikentässä. Jokaisen spinin oman magneettikentän vuorovaikutus vierekkäisen spinin kenttään aiheuttaa kudokseen hieman päämagneettikentästä (B_0) poikkeavan kenttävoimakkuuden. Pienten magneettikenttien vuorovaikutus saa vierekkäisiä spinejä prekessoimaan eri taajuuksella ja vaiheessa. Kokonaisuudessaan kudoksen poikittaissuuntainen vaihekoherenssi vähenee, ja T2-relaksaatiota kutsutaankin ”spin-spin-relaksaatioksi” spinien keskinäisen vuorovaikutuksen vuoksi.

2. Toinen mekanismi liittyy itse pääkentän, B_0 :n epähomogeenisuuteen. B_0 :n epähomogeenisuuden vuoksi spinit prekessoivat hieman eri Larmorin taajuuksella keskenään (yksi prekessoi esim. 63,4 MHz ja vierekkäinen 63,5 MHz). Toisin kuin satunnainen T2-relaksaatioprosessi (spin-spin-relaksaatio), tämä vaihekoherenssin häviö johtuu vakaasta ja ennakoitavasta tekijästä, ja on mahdollisesti palautuva tila tietyillä kuvaustekniikoilla ja parametrivalinnoilla.

T2* relaksaatiolla kuvataan relaksaatiota, joka aiheutuu summavaikutuksena kahden edellä mainitun mekanismin seurauksena (spin-spin-relaksaatio ja B_0 :n epähomogeenisuuden summavaikutus). B_0 :n epähomogeenisuus vaikuttaa paljon kuvaustekniikoiden valintaan, esim. rasvasaturaatiotekniikka ”fatsat” ei toimi, jos ulkoinen magneettikenttä ei ole tarpeeksi homogeeninen.

T2-relaksaatioaika on vakio, jolla kuvataan poikittaisen magnetisaation putoamista 37 %:n lähtöarvosta. Vapaat vesimolekyylit (esim. selkäydinnesteessä) ovat hyvin nopeasti liikkuvia, pieniä ja suhteellisen kaukana toisistaan olevia, joten niillä on vähemmän spin-spin vuorovaikutusta keskenään. Täten vesimolekyyleillä on pidemmät T2-relaksaatioajat kuin suuremmilla ja hidasliikkeisillä rasvamolekyyleillä. (Currie ym. 2013, 213.)

2.5 FID- ja kaikusignaali

Kun RF-pulssi kytketään pois päältä, T1- ja T2 relaksaatiota tapahtuu samanaikaisesti ja toisistaan riippumatta. T2- relaksaatio tapahtuu usein huomattavasti nopeammin kuin T1-relaksaatio. T2-relaksaatiossa ei myöskään vaadita energian siirtymistä systeemin ulkopuolelle kuten T1-relaksaatiossa.

Suurin MRI-signaali havaitaan vastaanotinkelassa, kun vaihekoherenssissa olevat spinit magneettikenttineen pyörivät XY-tasossa vastaanotinkelan ympärillä ja kelaan indusoituu vaihtovirta. Signaalin heikentymistä ajan myötä kuvataan FID-signaalin avulla (Free Induction Decay). FID-signaali on suurin heti kun RF-pulssi on kytketty pois päältä. Tämän jälkeen signaali jatkaa heikentymistään relaksaatiotapahtuman edetessä. Koska käytännöllisistä syistä on vaikea vastaanottaa FID-signaalia heti kun RF-pulssi on kytketty pois päältä (ja MRI-signaalin amplitudi suurimmillaan), mahdollisimman suuri amplitudinen signaali yritetään toistaa saamalla spinit keinotekoisesti vielä uudelleen vaihekoherenssiin. Tämä tehdään kohdistamalla RF-pulssi tai gradienttikelalla aiheutettu gradientti (lineaarisesti muuttuva magneettikenttä) vaihekoherenssiaan menettäviin spineihin. Kun vaihekoherenssi saadaan palautetuksi ja spinit pyörivät poikittaissuunnassa vastaanotinkelan ympärillä, signaali kasvaa uudelleen ja se voidaan rekisteröidä. Tätä keinotekoisesti uudelleenvahvistettua FID-signaalia kutsutaan FID-signaalin ”kaiuksi” (echo). Koska FID-signaalin kaikutapahtuma voidaan aiheuttaa joko RF-pulssien avulla tai gradienttikeloilla, kutsutaan signaalin vastaanottamisen tekniikoita seuraavilla nimityksillä: ”Spin-kaiku” (Spin-Echo, SE) tai ”gradienttikaiku” (Gradient-Echo, GRE). (Currie ym. 2013, 213.)

2.6 Signaalipainotteisuus: T1-, T2- ja PD-painotteiset kuvat

Sekvenssit eli pulssisarjat ovat erilaisia kuvaustapoja, jotka vaikuttavat kuvan kontrastiin ja siihen mitä kudostyyppiä kuvassa erottuu parhaiten. Kontrasti määräytyy signaalin voimakkuuksien

perusteella, joita säättävät kudosten T1- ja T2-relaksaatioajat. Magneettikuvaan saadaan esimerkiksi T1- tai T2- tai protonipainotus sopivalla sekvenssin ja kuvausparametrin valinnalla. (Hamberg & Ahonen 1992.)

Magneettikuvauksessa T1-, T2- ja protonitiheys (PD) -painotteisuuksien erot eri kudoksissa luovat kuviin eroja kudostenvälisessä kontrastissa. Tärkeimmät parametrit, jotka vaikuttavat kontrastiin ovat kaiku aika (TE) ja toisto aika (TR), jotka antavat vaihtelevan herkkyyden eri kudosten relaksaatioajan eroille. Lyhyessä TR-ajassa rasvan ja veden relaksaatioaikojen erot voidaan havaita, koska pitkittäinen magnetisaatio palautuu nopeammin rasvassa kuin vedessä, kun taas pitkässä toistoajassa eroja ei havaita. TR-aika vaikuttaa T1-painotteisen kuvan kontrastiin. Lyhyessä TE-ajassa T2-signaalin heikentymistä rasvassa ja vedessä ei havaita, kun pitkässä TE-ajassa ne havaitaan, joten kaiku aika vaikuttaa T2-painotteisen kuvan kontrastiin. (Bitar, Leung, Perng, Tadros, Moody, Sarrazin, McGregor, Christakis, Symons, Nelson & Roberts 2006.)

Kun TR on pitkä ja TE lyhyt, erot magnetoitumisen palautumisessa ja signaalin heikentymisessä rasvan ja veden välillä eivät ole erotettavissa, joten magneettikuvien kontrasti johtuu pääasiassa protonitiheyden erosta kudostyyppien välillä. Protonien määrä vaikuttaa siihen, kuinka kirkkaana kudokse näkyy kuvassa. Kudoksissa, joissa on enemmän protoneja, on korkeampi signaali ja kudoksissa, joissa on vähemmän protoneja, on vastaavasti matalampi signaali. Protonitiheä kudokse näkyy kirkkaana kuvissa. PD-painotteisissa kuvissa voidaan havaita sekä anatomia, että tautien ominaispiirteitä, esimerkiksi tulehdusmuutoksia. (Bitar ym. 2006.)

Protonitiheys, T1- ja T2 -painotteisuudet vaikuttavan kudosten kontrastiin. Toisto aikaa ja kaiku aikaa voidaan säätää korostamaan tietyn tyyppistä kontrastia, esimerkiksi T1-painotuksen avulla, jossa kudosten ominaisuudet ovat arvioitavissa T1-ominaisuuksien perusteella. T1-painotteisessa kuvassa näkyy parhaiten anatomia, mutta varjoaineen avulla voidaan havaita myös patologisia muutoksia, kun varjoaine kertyy eri tavoin eri kudoksiin verenkierron mukana. T1-painotteisissa sekvensseissä nesteellä on matala signaali, joten neste näkyy tummana ja rasva on korkeasignaalista. T1- painotteisella kuvalla on lyhyt TR- ja TE-aika. T2-painotteisella kuvalla on pitkä TR- ja TE-aika. T2-painotteisessa kuvassa rasva on matalasignaalista, joka näkyy tummempana ja nesteellä on korkea signaali. T2-painotteisista kuvista havaitaan tauteja parhaiten, koska useimmilla kudoksilla, joissa on patologisia muutoksia, on myös normaalia korkeampi vesipitoisuus. (Bitar ym. 2006.)

2.7 Perustekniikat halutun kuvakontrastin muodostamiseksi: Spin Echo ja Gradient Echo

Tavallisimmat käytössä olevat pulssisarjat ovat spinkaiku (Spin Echo, SE) ja kenttäkaiku (gradient echo, GRE). Spin Echo on tärkein yksittäinen kuvantamissekvenssi, joka koostuu 90° virityspulssista ja uudelleen kohdentavasta (refocusing) 180° pulssista. 90° virityspulssi muuttaa pituussuuntaisen magnetisaation (M_z) poikittaiseksi magnetisaatioksi (M_{xy}), jonka seurauksena spinit epävaiheistuvat eli menettävät vaihekoherenssin. 180° pulssi kääntää protonien vaiheet uudelleen ympäri ja hitaamman prekession spinit menevät nopeampien edelle. Vaihe-ero palautuu ja kaikuajan (TE) kuluttua spinit kohdistuvat samaan suuntaan, syntyy FID-kaiun signaali eli spinkaiku SE. Kontrasti määritellään signaalien voimakkuuksien erona eri kudoksille. Spin Echo-sekvenssillä voidaan muodostaa kolme peruskontrastia, jotka perustuvat kudoksen perusominaisuuksiin: T1- ja T2- relaksaatioajat sekä protonitiheys PD. (Jung & Weigel 2013.)

Gradienttikaikusekvenssissä (Gradient Echo, GRE) käytetään 90° RF-pulssia poikkeuttamaan nettomagnetisaatio M tasapainosta. Virityspulssia seuraa negatiivinen gradienttipulssi, joka aiheuttaa nopean epävaiheistumisen. Negatiivista gradienttia seuraa positiivinen gradientti ja edellisen gradientin aiheuttama vaihesiirtymä kumoutuu ja spinit palaavat takaisin y-akselin mukaiseen vaiheeseen ja muodostaa gradienttikaiun. Gradienttikaiku -tekniikassa siis hyödynnetään gradienttikeloja ja spinkaiku-tekniikassa RF-pulsseja FID-signaalin kaiun muodostamiseksi.

GRE-tekniikka nopeuttaa kuvaustapahtumaa verrattuna Spin Echo tekniikkaan, koska siitä puuttuu SE-tekniikan 180° RF-pulssi. (McRobbie, Moore, Graves & Prince 2007.) GRE-tekniikalla voidaan saada sekä T1- että T2-painotteisia kuvia muuttamalla kuvausparametrejä. Kontrastiin vaikuttavat TR- ja TE-ajat sekä poikkeutuskulma (flip angle). GRE-sekvenssistä on eri muunnelmia ja eri laitevalmistajilla on sekvenssille oma nimi, esimerkiksi GRASS, FISP ja FLASH. Tekniikkaa käytetään veren virtauksen osoittamiseen, koska virtaavan veren intensiteetti kuvaustasoa vastaan kohtisuorasti kulkevilla suonilla on voimakas GRE-kuvissa. Myös kalkkeutumat ja verenvuodot näkyvät GRE-sarjoissa hyvin. (Hamberg ym. 1992.)

3 PROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT

3.1 Projektin tarkoitus ja tavoite

Projektin tarkoituksena oli luoda laadukas sekvenssiopas Seinäjoen keskussairaalan röntgenhoitajille. Oppaan käyttötarkoitus on olla muun muassa työnteon apuväline. Työn suunnittelu on tarvelähtöistä, eli suunnittelun lähtökohtana on sidosryhmän kokemat ja priorisoimat uudet mahdollisuudet toiminnassaan (Silfverberg 2007, 6). Seinäjoen keskussairaalassa ei ole vastaavanlaista sekvenssiopasta, joten oppaan hyödyntäminen myös perehdyttämisen apuna on keino tukea magneettitutkimusten parissa työskentelevien röntgenhoitajien oppimista. Sekvenssien laajempi ymmärtäminen kehittää magneettitutkimusten parissa työskentelevien itsenäistä päätöksentekokykyä.

Projektin tavoitteet jaetaan kahteen tasoon, kehitystavoitteisiin ja välittömiin tavoitteisiin. Pitkän aikavälin kehitystavoitteen määrittäminen on tärkeää, sillä sen avulla pyritään edistämään projektin toteutumista. Pitkän aikavälin kehitystavoitteella kuvataan projektilla tavoiteltavaa muutosta tärkeimmän hyödynsaajaryhmän kannalta. Välittömällä eli lyhyen aikavälin tavoitteella kuvataan projektin tavoiteltavaa lopputulosta. (Silfverberg 2007, 83–84.)

Lyhyen aikavälin tavoite oli luoda sekvenssiopas Seinäjoen keskussairaalan röntgenhoitajille. Opinnäytetyön laatutavoitteena oli tuottaa selkeä, asianmukainen ja helppolukuinen opas. Oppaan pitkän aikavälin tavoitteena on lisätä nykyisten ja uusien magneetissa työskentelevien röntgenhoitajien ymmärrystä sekvenssien valintaan kuvauskohteittain, mikä edesauttaa terveydenhuollon ammattilaisten jatkuvaa ammatillista kehitystä. Oppimistavoitteemme oli syventää tietojamme sekvenssien käyttötarkoituksista ja hyödyntää tätä käytännössä työelämässä. Ammattitaidon kehittäminen työuran aikana vaatii aikaa ja oma-aloitteellisuutta. Alan julkaisut ja teoriaselitykset ovat pääosin englanninkielisiä, joten työelämän aikana radiografian kehityksessä pysyminen vaatii englannin kielen taitoa. Opas tehtiin suomen kielellä, mikä helpottaa röntgenhoitajien uuden oppimista ja säästää aikaa nopeatempoisessa työnteossa. Sähköisessä muodossa opasta on helpompaa päivittää ja muokata tarpeen mukaan. Parhaassa tapauksessa opas edistää röntgenhoitajien ammattitaitoa ja itsenäistä päätöksentekokykyä, joka taas parhaimmillaan voi säästää radiologien resursseja ja sujuvoittaa työnkulkua magneettiyksikössä.

3.2 Projektiorganisaatio

Projektiryhmä, projektin ohjausryhmä sekä projektissa työskentelevät asiantuntijat muodostavat projektiorganisaation. Projektiorganisaatiosta puhutaan silloin, kun organisaatio työskentelee tietyn projektin edistämiseksi. Kyseinen organisaatio on määräaikainen ja se puretaan projektin päättyttyä (Mäntyneva 2006, 21.) Opinnäytetyön projektiorganisaatioon kuuluu projektipäälliköt Sara Haveri, Kati Karhinen ja Katri Tuomivaara, vertaisarvioijat Joni Jouppila, Olli Kaunisto ja Mikko Huovinen sekä ohjausryhmän jäsenet: ohjaavat opettajat Aino-Liisa Jussila ja Tanja Schroderus-Salo. Lisäksi projektiorganisaatioon kuuluu toimeksiantajan puolesta EPSHP:n röntgenhoitaja Tommi Hirvonen. Projektiorganisaatio on esitetty kuviossa 1.

Projektipäällikön tehtäviin kuuluu projektisuunnitelman laatiminen, projektin työskentelyn käynnistäminen sekä projektin loppuraportoinnin tekeminen. Ohjausryhmän työnkuva koostuu projektisuunnitelman läpikäymisestä ja sen hyväksymisestä, projektin toteutukseen ja tavoitteisiin liittyvien muutoksien hyväksymisestä ja projektin toteuttamisen seurannasta. Ohjausryhmä tekee myös projektin päättämistä koskevan päätöksen (Mäntyneva 2006, 22–23.)

Projektipäälliköt	Toimeksiantaja (EPSHP)	Ohjausryhmä	Vertaisarvioijat
<ul style="list-style-type: none">• Sara Haveri• Kati Karhinen• Katri Tuomivaara	<ul style="list-style-type: none">• Tommi Hirvonen	<ul style="list-style-type: none">• Aino-Liisa Jussila• Tanja Schroderus-Salo	<ul style="list-style-type: none">• Joni Jouppila• Olli Kaunisto• Mikko Huovinen

KUVIO 1. Projektiorganisaatio

4 SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

4.1 Projektin kohderyhmät ja hyödynsaajat

Kohderyhmäksi määritellään ne, jotka ovat projektin lopullisten tulosten kannalta tärkein ryhmä ja joille tuotteen hyödyt pyritään ohjaamaan (Silfverberg 2007, 78). Oppaan kohderyhmänä ovat Seinäjoen keskussairaalan röntgenosaston työntekijät, erityisesti magneettisyksikön röntgenhoitajat sekä magneettiin perehdytettävät röntgenhoitajat. Magneettitutkimusten harjoittelua suorittavat röntgenhoitajaopiskelijat voivat perehtyä oppaaseen harjoittelun aikana ja halutessaan hyödyntää sitä oppimisen välineenä. Oppaan yksi tärkeimmistä tavoitteista on kehittää röntgenhoitajien ammattitaitoa magneettitutkimuksissa käytettävien sekvenssien käyttötarkoituksista, sillä röntgenhoitajan ammattiin kuuluu jatkuva, työuran kestävä itsensä kehittämisen ja jatkokouluttautumisen tavoite. Röntgenhoitajan ammattieettisissä ohjeissa todetaan "Röntgenhoitaja on vastuussa omasta osaamisestaan ja huolehtii sen ajantasaisuudesta kouluttautumalla ja käyttämällä työssään näyttöön perustuvaa tietoa" (Röntgenhoitajan ammattieettiset ohjeet 2020).

Ammattitaidon kehittäminen työuran aikana vaatii aikaa ja oma-aloitteellisuutta. Kuvauksen aikana oppaasta on vaivatonta tarkistaa sekvenssien käyttötarkoitus. Alamme julkaisut ja teoreettinen tieto ovat pääosin englanninkielisiä, joten työelämän aikana radiografian kehityksessä pysyminen vaatii englanninkielentaitoa. Sekvenssiopas tuotettiin suomen kielellä, joka helpottaa yksikön röntgenhoitajien uuden oppimista ja säästää aikaa. Sähköisessä muodossa olevaa valmista opasta on helppo päivittää tarpeen mukaan.

4.2 Oppaan sisällön suunnittelu ja toteutus

Projektin suunnittelu alkaa perustietojen keruulla ja analysoinnilla, hankkeen alustavalla rajauksella sekä selvittämällä tärkeimmät sidosryhmät ja heidän suhteensa hankeideaan (Silfverberg 2007, 13). Työn sisältöä ja ulkoasua on suunniteltu ja toteutettu ennalta määritettyjen laatukriteerien pohjalta (Liite 1). Sekvenssiopas toteutettiin sähköisiksi tiedostoiksi, jotta oppaaseen on helppo lisätä jatkossa lisää tietoa ja kuvia. Oppaaseen kuuluu 8 erillistä tiedostoa magneettimodaliteettiin liittyen. Kolmessa tiedostossa käsitellään kehonosittain yleisimpiä rutiinisekvenssejä ja niiden

kuvasaiheita. Kehonalueet rajattiin päähän, vatsaan, niveliin ja rangan kuvasalueisiin. Tämä osio on oppaan ”päätuotos”, johon on panostettu eniten työaikaa myös radiologien ja ohjaavan röntgenhoitajan osalta. Tiedostoihin kerättiin ensin teorialtietoa tieteellisistä artikkeleista, ja tämän jälkeen sairaalan radiologit kommentoivat tiedostoon sekvenssien käytöstä käytännön työn näkökulmasta. Osion rakenteesta esimerkkinä liite 4.

Magneettikuvauksen perusteet -tiedostossa selitetään perusteet magneettikuvauksen teoriasta, tavoitteena lukijan riittävä ymmärrys rutiinisekvenssien toiminnan hahmottamiseen, eli miten muodostetaan spinaku- (SE) tai gradienttikaikusarjat (GRE). SNR- ja kuvausaikatiedosto käsittelee kuvausparametrien muuttamisen yhteyttä kuvan signaalikohinasuhteeseen (SNR) sekä kuvausaikaan. Tämä tiedosto on tiivis ja taulukkomuodossa selkeyden vuoksi. Tästä osiosta haluttiin muotoilla ohjeistuksen mukaisesti lyhyt ja selkeä. Sekvenssit -tiedosto on suurempi kokonaisuus, jossa käsitellään ennalta valikoituja sekvenssejä ja niiden Siemens laitevalmistajan akronymejä. Yhteensä tiedostossa on käsitelty 13 eri sekvenssiä ja niiden teoreettista perustaa, sekä yhteyttä käytännön kuvauksiin. Rasvasaturaatiot -tiedostossa käsitellään yleisimpiä rasvasaturaatiomenetelmiä, eri menetelmien hyötyjä ja rajoituksia eri tilanteissa.

Tiedostoissa on kuvia tiedon ymmärtämisen ja hahmottamisen edistämiseksi. Teksteissä on joidenkin vieraiden termien kohdalla linkkejä sivustoille, joissa selitetään yksityiskohtaisemmin termin merkitys. Linkkejä päätettiin käyttää, koska jos kaikki asiat selitettäisiin yksityiskohtaisesti tiedostojen tekstiosuudessa, tekstin pituus ja sisältö paisuisi epäkäytännöllisen suureksi lukijan kannalta. Linkkien kautta on mahdollista saada nopeasti lisätietoa ilman että tarvitsee tehdä omia hakuoperaatioita tietystä asiasta ja tekstin lukeminen olisi mahdollisimman sujuvaa. Kuvia olisi voinut olla tiedostoissa enemmän, mutta tiukat tekijänoikeuskysymykset rajoittavat kuvamateriaalin kopiointia esimerkiksi netistä. Tiedostoja on kuitenkin mahdollista muokata ja täydentää myöhemmin, esimerkiksi kuvien lisääminen onnistuu jälkikäteen, ja akronyymilistaan on mahdollista lisätä vielä useita sekvenssejä tarpeen mukaan. Työn rajauksen vuoksi piti kuitenkin tehdä alustava päätös mistä sekvensseistä lähdetään kokoamaan tiedostoa ilman että työstä tulisi suhteettoman laaja. Oppaan voi tulostaa myös paperiseksi versioksi ja sitä voi käyttää sähköisen version ohessa. Paperinen tulosteverso voi olla tietyissä tilanteissa helppokäyttöisempi ja nopeammin saatavilla. Sähköisen version hyödyt paperiseen ovat linkkien käytön mahdollisuus ja tarkan tiedon etsiminen tiedostosta on helpompaa esimerkiksi hakusanojen perusteella.

Salon (2013, 2–3) mukaan viestinnän saavutettavuus tarkoittaa, että annettu informaatio on sisällöltään ymmärrettävää, ulkoasultaan selkeää, helppokäyttöistä ja helposti saatavilla. Kun materiaali on visuaalisesti selkeää ja rauhallista, lukijan on helpompi kohdistaa huomionsa sisällön kannalta olennaisiin asioihin ja lukeminen sujuu nopeasti.

Tekstin fontiksi on valittu Arial 12. Tekstin koko soveltuu myös selkotekstin pistekokosuositukseen, joka on yleensä 11–16 (Salo 2013, 3). Luettavuuteen vaikuttaa myös kirjaintyyppin tuttuus (Salo 2013, 4) minkä vuoksi Arial-fontin valinta on perusteltua opinnäytetyön teksteissä. Fontin luettavuus helpottuu, koska kirjasin on tavanomainen ja siten myös yhteensopiva eri laitteiden kanssa. Kirjainten ja taustan välinen kontrasti vaikuttaa luettavuuteen jopa enemmän kuin kirjainten koko, ja musta teksti luonnonvalkoisella pohjalla on kaikkein luettavinta (Salo 2013, 4). Selkeyden vuoksi työhön on valittu musta teksti valkoisella pohjalla. Tiedostojen ulkoasua on hillitysti muutettu vastaamaan värimaailmaltaan EPSHP:n tyyliä. Tiedostoissa on sinisen sävyisiä palkkeja ja erotuslaatikoita tietojen visuaalisen erottelun keinona. Tiedostoissa on pyritty välttämään ylimääräistä kikkailua erikoisilla väreillä tai kuvioilla, jotta lukijan olisi helppo keskittyä oleelliseen sisältöön, kuviin ja taulukoihin. Työn ulkoasua on mahdollista hienosäätää myöhemmin tarpeen mukaisesti.

4.3 Oppaan laatukriteerit

Laatutavoitteiden täytyy olla selkeitä ja ymmärrettäviä, jotta ne palvelevat projektia ja sen työntekijöitä sekä organisaatioita (Kymäläinen, Lakkala, Carver & Kamppari 2016, 14). Projektin tavoitteiden täsmällinen määrittely onnistuu vain harvoin heti projektin ideointi- ja alkuvaiheessa (Kymäläinen ym. 2016, 14), mutta suunnitteluvaiheessa projektiryhmälle selvisi ne tärkeimmät laatukriteerit, jotka toimivat työtä ohjaavana tekijänä läpi projektin. Laatukriteerit ovat tarkentuneet projektin edetessä. Tuotoksen laatukriteerit on esitetty tämän raportin liitteissä (Liite 1). Laatutavoitteisiin pääseminen edellyttää jatkuvaa seurantaa ja nopeaa reagointia silloin, kun muutosehdotuksia ilmenee (Mäntyneva 2016, 101). Työn toteutusaikana on tehty muutoksia tilaajajysiköltä saadun palautteen perusteella. Palautetta on vastaanotettu kasvotusten ja sähköpostin välityksellä.

Projektin tavoitteiden toteutumista on kyettävä seuraamaan ja todentamaan, eli toisin sanoen tavoitteiden on oltava mitattavissa (Kymäläinen ym. 2016, 21). Jokaiselle tavoitteelle on

määritettävä laadulliset tai määrälliset mittarit, joilla voidaan seurata tavoitteiden toteutumista. Mittarit ovat tärkeitä projektin etenemisen seurantavälineitä, ilman niitä on vaikea tietää, onko projekti menossa haluttuun suuntaan. Hyvä seurannan mittari on muutosherkkä, kohtuullisen luotettava sekä kohtuullisen helposti seurattava. (Silfverberg 2007, 40.)

Tuotteen laatua arvioitiin tilaajayksikön palautteen perusteella ja opas on todennäköisesti laadukas, kun se vastaa tilaajan odotuksiin ja tarpeisiin (Mäntyneva 2016, 102). Tavoitteiden saavuttamista mitattiin ensisijaisesti keräämällä palautetta kohderyhmältä, eli magneettiyksikön työntekijöiltä. Seurannan ja etenkin arvioinnin pitäisi olla osallistuvaa, jotta kohderyhmältä ja muilta sidosryhmiltä saadaan kattavasti ja avoimesti palautetta (Silfverberg 2007, 13). Webropol-ohjelmaa hyödynnettiin tilaajayksikön palautteiden keräämisessä. Palautetta pyydettiin sähköisten yhteydenpitosovelluksien lisäksi myös kasvotusten.

5 PROJEKTIN ARVIOINTI

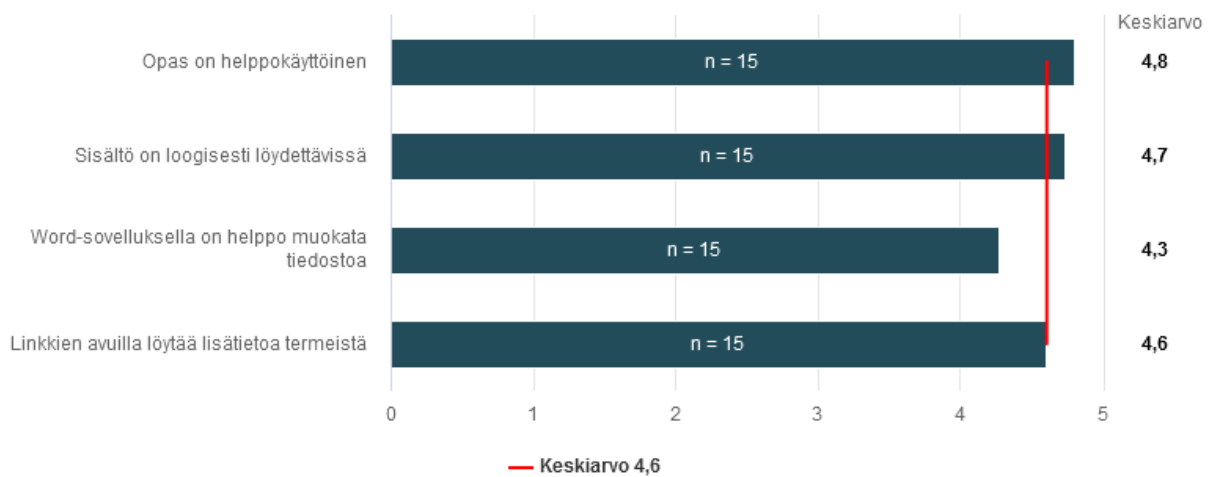
5.1 Oppaan arviointi palautekyselyn perusteella

Tiedostojen arviointi toteutettiin sähköisesti Webropol -kyselyllä lokakuussa 2021. Kysely lähetettiin tilaajayksikköön 36:lle magneettimodaliteetissa työskentelevälle työntekijälle. Laadun arviointi mahdollistaa sen, että suurin osa laatuvirheistä on mahdollista havaita. Projektin riittävän laadun kannalta on tärkeää määritellä tarpeeksi konkreettiset sekä määrälliset että laadulliset mittarit. Palautekysely laadittiin ennalta määritettyjen laatukriteerien pohjalta (Liite 1), jotka tukevat projektin laadunvarmistamista. (Mäntyneva, 101–102.) Sekvenssioppaan laadunarvioinnissa keskiössä on se, vastaako sekvenssiopas tilaajayksikön odotuksia ja heidän asettamia vaatimuksia (Mäntyneva, 104). Palautekyselyä pohjustettiin laatimalla saatekirje (Liite 3).

Palautekysely (Liite 2) sisälsi viisi kysymystä, joihin vastattiin asteikolla 1-5. Vastausvaihtoehdot olivat: 1 = Täysin eri mieltä, 2 = Osittain eri mieltä, 3 = En osaa sanoa, 4 = Osittain samaa mieltä ja 5 = Täysin samaa mieltä. Viimeinen kysymys oli avoin palaute. Tilaajayksikön vastausprosentti oli 41,67 % (n=15). Palautekyselyn ensimmäisessä kysymyksessä selvitettiin vastaajan ammatti ja toinen kysymys käsitteli vastaajan työkokemusaikaa magneettimodaliteetissa.

Tilaajayksikön palautekyselyssä röntgenhoitajien osuus vastaajista oli 67 % (n=10) ja muiden eli fyysikoiden ja radiologien osuus 33 % (n=5). Suurin osa vastaajista eli 67 % (n=10) on työskennellyt magneettitutkimuksien parissa yli 9 vuotta. Vastaajista 13 %:lla (n=2) on työkokemusta magneetissa alle 12 kuukautta. 13 %:lla (n=2) vastaajista on 1-4 vuoden kokemus ja 7 %:lla (n=1) 5–8 vuoden kokemus magneettityöskentelystä. Vastausvaihtoehtona oli myös "Ei työkokemusta", johon ei tullut yhtään vastausta, mikä voidaan selittää sillä, että palautekysely lähetettiin vain magneetissa työskenteleville työntekijöille.

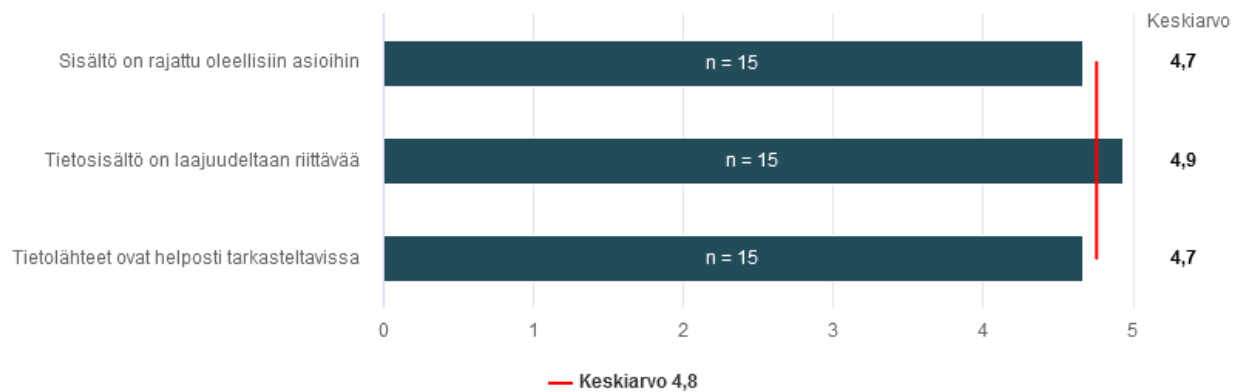
Kyselyn kolmas kysymys käsitteli oppaan ulkoasua. Vastanneista 6,7 % ei osannut sanoa, onko ulkoasu selkeä, 26,7 % oli osittain sitä mieltä ja 66,6 % oli täysin sitä mieltä. Oppaan värimaailma miellyttää täysin 40 % vastanneista ja 60 % oli osittain samaa mieltä. Suurimman osan (80 %) mielestä kuvat ovat havainnollistavia ja fontti on helppolukuista ja 20 % oli osittain samaa mieltä näistä väittämistä.



KUVIO 2. Palautekyselyyn vastanneiden arvio oppaan käytettävyydestä.

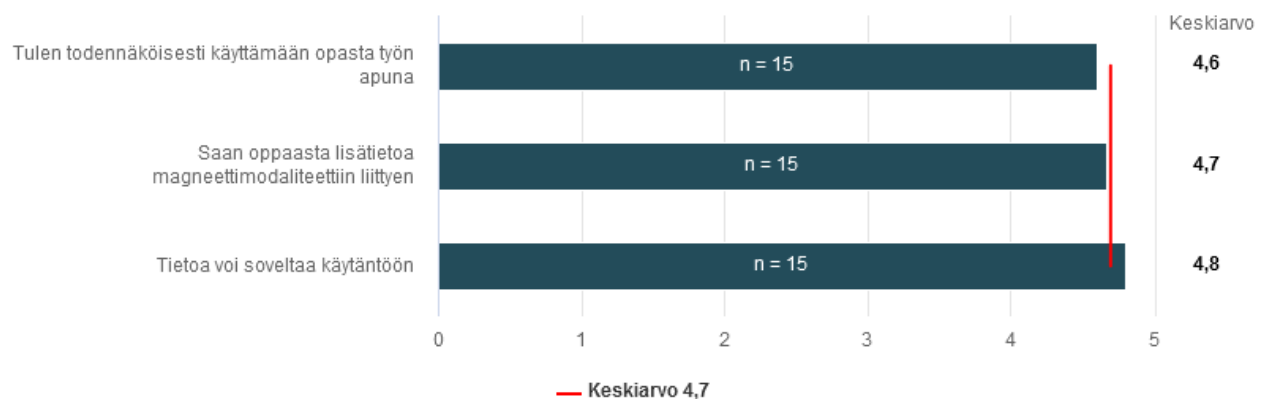
Palautekyselyn neljäs kysymys (Kuvio 2) koski oppaan käytettävyyttä oman työskentelyn ohessa magneetissa. Vastanneista 20 % oli osittain sitä mieltä, että opas on helppokäyttöinen ja 80 % vastanneista oli täysin samaa mieltä. Vastanneista 26,7 % oli osittain samaa mieltä siitä, että sisältö on loogisesti löydettävissä ja 73,3 % oli täysin samaa mieltä. Eniten mielipiteitä vastanneiden kesken jakoi Word-sovelluksen muokattavuus, jossa 20 % vastanneista ei osannut sanoa onko sovelluksella helppo muokata tiedostoa, 33,3 % vastanneista oli osittain sitä mieltä, että tiedostoa on helppo muokata ja 46,7 % oli täysin sitä mieltä, että tiedostoa on helppo muokata Word-sovelluksella. Vastanneista 26,7 % oli osittain sitä mieltä, että linkkien avulla löytää lisätietoa eri termeistä, ja 66,6 % oli täysin samaa mieltä. Vastanneista pieni osa ei osannut sanoa (6,7 %).

Viides kysymys koski oppaan kieliasua, jonka mukaan suurin osa vastanneista (80 %) oli täysin samaa mieltä, että oppaan teksti on selkeää ja 20 % oli osittain samaa mieltä. 66,6 % oli täysin samaa mieltä, että tekstissä ei ole kelioppivirheitä, 26,7 % oli osittain samaa mieltä ja 6,7 % ei osannut sanoa. Vastanneista 80 % oli täysin samaa mieltä siitä, että kappalejako on sujuva ja 13,3 % oli osittain samaa mieltä, 6,7 % ei osannut sanoa.



KUVIO 3. Palautekyselyyn vastanneiden arvio oppaan sisällöstä.

Kuudes kysymys koski oppaan sisältöä (Kuvio 3). Vastaajista 33,3 % oli osittain samaa mieltä ja 66,7 % täysin samaa mieltä siitä, että sisältö oli rajattu oleellisiin asioihin. Täysin samaa mieltä tietosisällön laajuuden riittävydestä oli 93,3 % ja 6,7 % osittain samaa mieltä. Vastaajista 73,3 % oli täysin samaa mieltä ja 20 % osittain samaa mieltä siitä, että oppaassa käytettävät tietolähteet ovat helposti tarkastettavissa. Sen sijaan 6,7 % vastaajista ei osannut sanoa.



KUVIO 4. Palautekyselyyn vastanneiden arvio oppaan hyödyllisyydestä.

Seitsemäs kysymys käsitteli oppaan hyödyllisyyttä (Kuvio 4). Vastaajista 66,7 % oli täysin samaa mieltä ja 26,7 % osittain samaa mieltä siitä, että he tulevat käyttämään opasta työn apuna. 6,7 % vastaajista ei osannut sanoa, tulevatko käyttämään opasta työssään. Vastaajista täysin samaa mieltä eli 73,3 % koki saavansa oppaasta lisätietoa magneettimodaliteettiin liittyen. Osittain samaa mieltä oli 20 % ja 6,7 % ei osannut sanoa. Täysin samaa mieltä oli 80 % ja osittain samaa mieltä 20 % siitä, että oppaan tietoa voi soveltaa käytäntöön.

Viimeisenä kysymyksenä oli avoin palaute, johon sai antaa palautetta esimerkiksi tiettyyn osioon liittyen. Avoimia palautteita tuli viisi kappaletta. Avoimen palautteen perusteella opas koettiin hyödylliseksi, laajaksi ja kattavaksi kokonaisuudeksi sekä mielenkiintoiseksi. Yhdessä palautteessa keuhuttiin kuvien havainnoivan tekstiä loistavasti. Kahdessa kommentissa oli mainittu siitä, että sekvenssioppaan rankaosiossa kuvatekstit olivat menneet sekaisin. Palautteeseen reagoitiin ja tekstit korjattiin. Tiedostojen ulkoasu näytti jonkin verran erilaiselta käytettäessä eri tietokonetta tai selainta. Arviomme mukaan tämäkin saattoi vaikuttaa tekstin "hyppäämiseen" väärään paikkaan tiedostossa. Tiedostojen tekstit on palautteiden jälkeen käyty läpi ja pyritty siihen, että ne näkyvät mahdollisimman yhdenmukaisesti.

"Kuvat havainnollistavat loistavasti tekstiä, erittäin laaja ja kattava kokonaisuus, jota voi hyödyntää työn ohessa oman tietoperustan syventämiseen ja MRI työskentelyn parempaan ymmärtämiseen. Olikohan ranka sekvenssien paketissa ensimmäisissä kuvissa menneet kuvatekstit sekaisin? 😊"

"Kokonaisuutena erittäin hyvä, tarpeellinen ja havainnollistava "työkalu" magneettiin"

"Loistava työ! Tarpeellinen monessa suhteessa, mielenkiintoinen, havainnollistava ja ainoita lajissaan. Hyvin jatkekehityskelpoinen. Hienoa!"

"Hienoa työtä!"

"rankaosiossa kuvatekstejä voisi kohdentaa, nyt tuntuu, että osa teksteistä liittyy väärään kuvaan, asiasta pääsee kyllä selvyteen, mutta vaatii vähän päättelyä"

5.2 Oppaan itsearviointi

Itsearvioinnin avulla tarkastellaan kriittisesti omaa toimintaa ja kuinka projektissa on onnistuttu (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2020, viitattu 8.11.2021). Ulkopuoliseen arviointiin verrattuna itsearvioinnin tuloksia on helpompi hyödyntää, koska se lisää ymmärrystä projektin tavoitteista ja ominaispiirteistä. Projektitiimi ja sidosryhmät sitoutuvat paremmin arviointiprosessiin, kun he saavat olla aktiivisesti mukana vaikuttamassa arvioinnin kulkuun. Opetushallituksen

arviointiasiantuntija Heikki K. Lyytisen mukaan itsearvioinnilla tuetaan oppimista, kehittämistä ja kokeiluja. (Mäkinen & Uusikylä 2003, 5, 9.)

Opinnäytetyön aihe ja siitä tuotetut tuotokset ovat ainutlaatuisia. Mielenkiintoinen ja hyödyllinen projekti motivoi projektin jäseniä laadukkaiden tuotoksien tekemiseen. Haastavinta projektin alussa oli valita sopiva alusta tuotoksille. Kokeilimme Excel- ja PowerPoint –alustoja, mutta tilaajayksikön palautteiden perusteella päädyimme lopulta Word-tiedostoon. Word-tiedoston etuna oli helppo muokattavuus. PowerPoint-tiedoston etuna olisi ollut visuaalisesti miellyttävämpi ulkoasu, mutta oppaan toimivuus olisi ollut huonompi kuin Word-tiedostossa. Excel-tiedosto karsiutui myös pois alkuvaiheessa sekavan ulkoasun ja käytettävyyden takia. Palautekyselyn perusteella ilmeni, että sekvenssitiedoston taulukot näkyvät eri tavoin riippuen käytettävästä selaimesta.

Lyhyen aikavälin oppimistavoitteena oli määritellä sopiva laajuus opinnäytetyölle, löytää tarpeeksi relevantteja lähteitä ja tarkastella niitä kriittisesti laadukkaan oppaan luomiseksi. Alkuperäinen suunnitelma oli tehdä sekvenssiopas neljälle eri kehonosalle, akronyymitiedosto sekä tiivis tiedosto magneetin perusteista. Projektin edetessä tilaajayksiköltä tuli pyyntö lisätä rasvasaturaatiotekniikat ja parametrimuutoksien vaikutukset signaalikohinasuhteeseen ja kuvausaikaan. Tuotoksien laajuus kasvoi siten suuremmaksi. Onnistuimme kuitenkin pitämään sisällön tarpeeksi rajattuna, eikä tuotokset paisuneet liian suuriksi. Lähteiden osalta suhtauduimme tietoon kriittisesti ja pyrimme käyttämään tieteellisiä julkaisuja sekä alan kirjallisuutta. Rutiinisekvenssit kehonosittain - oppaan osalta projektissa mukana olevat radiologit lukivat ja antoivat täydentävää tietoa tietoperustan vahvistamiseksi.

Pitkän aikavälin oppimistavoitteena oli laajempi tietämys magneettitutkimuksissa käytettävistä sekvensseistä ja sen tiedon soveltaminen käytännön työhön. Projektin edetessä tietomme sekvensseistä on lisääntynyt. Työelämään siirtymisen myötä projektista saadun tiedon soveltaminen käytäntöön mahdollistuu myöhemmin.

5.3 Projektin aikataulun ja kustannusten arviointi

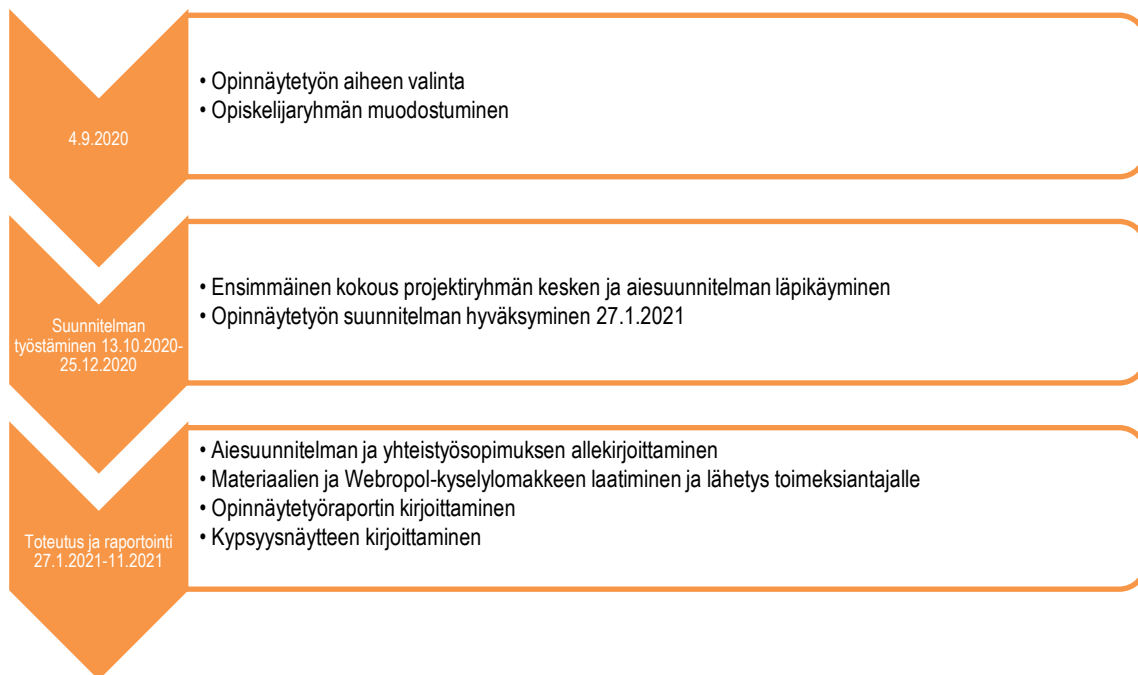
Projektin parhaaseen tulokseen päästään, kun aloite tulee hyödynsaajilta ja suunnittelun ohjaamisesta ja suunnitelman muotoilemisesta vastaavat osaavat suunnittelijat. Heidän tulee vetää tärkeimmät sidosryhmät ja hyödynsaajat vaikuttamaan ainakin tärkeimpiin suunnittelu- ja

päätöksentekovaiheisiin. (Silfverberg 2007, 17.) Opinnäytetyö ja projekti saatiin ideoitua EPSHP:n magneettihoitajan ja neuroradiologin ehdotuksen pohjalta keväällä 2020, joten aihetta ei ole tarvinnut kehittää tyhjästä. Suunnitteluvaihe käynnistyi, kun aihe valittiin ja opiskelijaryhmän kesken sitouduttiin yhteiseen opinnäytetyöhön syyskuussa 2020. Tämän jälkeen projektin tilaajalle eli EPSHP:n yhteyshenkilönä toimivalle röntgenhoitajalle lähetettiin sähköpostia, jossa varmistettiin, että tarve magneettiaiheiselle projektituotokselle on edelleen ajankohtainen.

Alustavaksi aiheeksi ehdotettiin magneettikuvauksen sekvenssiopasta, jossa käsiteltäisiin kehonosittain tavallisimmat kuvaussekvenssit ja niiden käytön aiheet eri sairauksien tutkimisessa. Sovittiin että työn ohjaajana toimii pääasiassa magneettisyksikön vastuuhoidtaja, ohjausta saisi myös modaliteetin radiologeilta sekä sairaalafyysikolta.

Projektin suunnittelu alkaa perustietojen keruulla ja analysoinnilla, hankkeen alustavalla rajauksella sekä selvittämällä tärkeimmät sidosryhmät ja heidän suhteensa hankeideaan (Silfverberg 2007, 13). Kun projektityön tarve saatiin varmistettua, voitiin aloittaa työn alustava suunnitteluvaihe. Lokakuussa 2020 pidettiin yhteinen kokous etäyhteydellä projektiryhmän kanssa Teams-sovelluksen välityksellä. Kokoukseen osallistui EPSHP:n yhteyshenkilö, opiskelijaryhmä sekä opinnäytetyötä ohjaava opettaja. Kokouksessa käytiin läpi yleisesti projektin tarkoitus ja tarve. Sovittiin, että EPSHP:n yhteyshenkilö lähettää opiskelijaryhmälle esimerkkejä työn suunnitelman pohjaksi.

Työn suunnitteluvaihe alkoi erilaisia luonnoksia hahmottelemalla. Luonnosten tekeminen pohjautui Seinäjoen keskussairaalaan saatuihin ideoihin. Näiden esimerkkien ja suuntaviivojen pohjalta lähdettiin työstämään alustavaa hahmotelmaa työn rajauksesta, käytettävästä sovellusalustasta (ainakin Microsoft Excel sekä Word) sekä tuotteen ulkoasusta. Työn rajaus ei vielä tarkentunut täysin tässä vaiheessa mutta saatiin lisätietoa projektin lähtökohdista ja tarpeesta.



KUVIO 5. Opinnäytetyöprojektin aikataulu.

Materiaaleja ja projektiin liittyviä aineistoja kerättiin yhteisessä jaossa olevaan kansioon Microsoft Teams -sovellukseen. Kansioon kerättiin lähteitä työhön sekä tärkeitä kokeiluversioita liittyen työn sisältöön. Kokeiluversioita muokkaamalla ja testaamalla päästiin etenemään työn eri osa-alueissa. Testiversioita esitettiin EPSHP:n yhteyshenkilölle, jonka avulla päästiin eteenpäin ideoinnissa ja testiversioiden kehittämisessä haluttuun suuntaan.

Aluksi testiversiota kehitettiin Excel-ohjelmalla, mutta käytännössä alusta vaikutti liian monimutkaiselta, joten lopulta päädyttiin tekemään työt Word-pohjaan. Alustava suunnitelma oli tehdä akronyymitaulukko sekä kehonosittain tiedostot rutiinisekvensseistä. Suunnittelu- ja toteutusvaiheessa alueen rajausta tarkentui ja lisäksi päätettiin tehdä oheislukemiseksi tiedostot muistakin magneettiin liittyvistä osa-alueista (SNR ja kuvausaikaan vaikuttavat asiat, perustietoa magneettikuvauksesta ja rasvasaturaatiotekniikat). Suunnitteluvaiheesta alkaen oli selvää, että tiedostot tehdään suomen kielellä. Haasteensa suomentamiseen toi, ettei jokaiselle termille löytynyt vakiintunutta suomenkielistä vastinetta, tai englanninkieliset termit ja lyhenteet olivat niin olennainen osa magneettikuvaustermistöä, ettei niitä ollut edes mielekästä suomentaa väkisin. Lähtökohtana oli kuitenkin saada teksti mahdollisimman ymmärrettävään muotoon.

Opiskelijaryhmän yhteisissä Teams-kokouksissa käytiin yhdessä läpi suunnitelman tekemistä ja vastuunjakoa siihen liittyen. Teams-kokoukset osoittautuivat toimivaksi keinoksi yhteydenpidossa,

joten samaan tyyliin jatkettiin koko opinnäytetyöprosessin ajan. Kokouksissa määriteltiin aikataulut, jonka sisällä jokainen ryhmän jäsen teki omat osionsa seuraavaan kokoukseen mennessä. Kokouksissa arvioitiin kohta kohdalta tehtyjä muutoksia ja työn suunnan etenemistä. Jokaisen ehdotuksia ja mieltymyksiä työn edistymisen suhteen kuunneltiin tasa-arvoisesti. Viestintää tapahtui paljon myös WhatsApp-sovelluksella. Tavoitteena oli saada työn suunnitelma valmiiksi joulukuuhun 2020 mennessä ja koko työ valmiiksi syksyllä 2021. Suunnitelma valmistui joulukuussa 2020.

Suunnitelman valmistumisen jälkeen alkoi varsinainen työn toteutusvaihe. Toteutusvaihe pääsi kunnolla alkuun, kun yksi röntgenhoitajaopiskelija aloitti työt Seinäjoen Keskussairaalassa, jolloin yhteydenpito sairaalaan helpottui huomattavasti. Aiesuunnitelman allekirjoitus sekä yhteistyösopimuksen allekirjoitus hoidettiin tällöin paikan päällä. Toukokuussa 2021 opinnäytetyön aihe saatiin rajattua tarkasti. Tiedostojen sisällön suunnittelua ja työvaihetta toteutettiin kasvatusten ohjaavan röntgenhoitajan kanssa sekä radiologien ja fyysikon avustuksella. Jos lähiyhteys ei ollut mahdollista, hoidettiin tietojen välitys sähköpostin kautta tai suoraan tiedostoihin kirjoitettavien kommenttien välityksellä. Aiheen rajauksen jälkeen kesä 2021 oli toteutuksen kannalta aktiivisinta aikaa. Raportointivaihe voitiin aloittaa samanaikaisesti toteutusvaiheen ollessa käynnissä syksyllä 2021.

Tiedostojen valmistuttua kaikki materiaalit sisältävä kansio jaettiin EPSHP:n magneettiyksikön hoitajille, yksikön radiologeille ja fyysikolle sähköpostin kautta. Saatetekstinä kuvailtiin opinnäytetyön aihetta ja tarkoitus, sekä ohjattiin vastaamaan Webropol-palautekyselyyn. Sama sähköposti ja kysely lähetettiin myös kolmen opiskelijan vertaisarvioijaryhmälle. Kyselyn täyttämiseen asetettiin vastausajaksi kaksi viikkoa. Marraskuussa 2021 raportti lähetettiin ohjaaville opettajille tarkistettavaksi.

Projekti on pysynyt suunnitelman mukaisessa aikataulussa. Aikataulujen tarkoituksena on sitouttaa projektin osapuolet työvaiheiden suoritusjärjestykseen ja ajankohtiin. Aikataulu toimii projektin edistymisen seurantakeinona. (Grahm 2010, Viitattu 3.10.2021.) Opinnäytetyön suunnitelma haluttiin saada valmiiksi viimeistään joulukuussa 2020, ja tämä toteutui. Suunnitelma hyväksyttiin virallisesti tammikuussa 2021. Opinnäytetyön valmistumisen tavoiteaika oli joulukuuhun 2021 mennessä.

Opinnäytetyöhön käytetty työaika ja kustannukset eivät muuttuneet paljon suunnitelmavaiheen arvioon verrattuna. Opinnäytetyön opintopisteiden kokonaismäärä on 15 op, ja yhden opintopisteen ajallinen laajuus on noin 27 h. Opinnäytetyö on kolmen opiskelijan valmisteleva, ja jokaisen tuntipalkaksi on arvioitu 20 e/h. Toinen ohjaavista opettajista vaihtui suunnitteluvaiheen jälkeen, mutta kahden ohjaavan opettajan työpanos projektiin on ollut noin 10 h tuntipalkalla 45 e/h. Toimeksiantajan puolesta tuntimäärä on ollut noin 6 h tuntipalkalla 45 e/h. Yhteensä projektikustannukset olivat noin 25 000 e.

TAULUKKO 1. Projektin kustannukset.

Kustannukset	Suunniteltu kustannus	Toteutunut kustannus
Kolmen opiskelijan työ (20 e /h)	24 300e	24 300 e
Opettajien työ (45 e /h)	450 e	450 e
Toimeksiantajan työ (45e /h)	270 e	270 e
Tulosteet ja materiaalit	15 e	15 e

5.4 Projektityöskentelyn ja projektiorganisaation viestinnän arviointi

Projektiin liittyvä viestintä on projektihallinnan keskeinen osa-alue. Viestintä tukee sidosryhmien välistä yhteistyötä, minkä vuoksi sillä on suuri merkitys projektin onnistumisen kannalta (Mäntyneva 2016, 114). Sidosryhmät täytyy pitää ajan tasalla projektiin liittyvistä suunnitelmista, tavoitteista, käytännöistä, päätöksistä, sopimuksista ja tuloksista. Huomionarvoista projektin onnistumisen, sisäisen sujuvuuden ja työskentelyilmapiirin näkökulmasta on, että oikea tieto tavoittaa oikeat henkilöt. Projektiviestintä jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen viestintään. (Mäntyneva 2016, 113.) Opinnäytetyöprojektin aikana viestintää on kohdennettu opiskelijaryhmän jäsenille, ohjausryhmälle sekä toimeksiantajalle. Sähköpostiviestintää käytettäessä on hallittava hyvät kirjallisen viestinnän taidot, sillä väärinymmärryksien todennäköisyys on silloin suurempaa kuin puheviestinnässä. Projektipäälliköinä opiskelijaryhmän vastuulla oli viestiä sekä ohjausryhmälle että toimeksiantajalle.

5.5 Sisäinen viestintä

Opiskelijaryhmän kesken on järjestetty säännöllisin väliajoin projektin etenemisen suhteen Teams-kokouksia. Sisäisen viestinnän välineenä on toiminut myös WhatsApp-sovellus, joka on osoittautunut nopeaksi ja toimivaksi keinoksi yhteydenpitoon. Sähköpostiviestintä on ollut pääasiallinen keino yhteydenpidossa toimeksiantajan sekä ohjausryhmän kanssa. Viestinnässä ei havaittu merkittäviä ongelmia tai puutteita projektin aikana.

5.6 Ulkoinen viestintä

Sidosryhmien osallistamisen kautta voidaan taata, että eri vaihtoehtojen valinnat ja päätöksenteko perustuu oikeisiin lähtökohtiin sekä projektin tavoitteisiin ja toteutuksiin sitoudutaan riittävästi kunkin tahon osalta (Silfverberg 2007, 17). Projektin onnistumisen takaamiseksi toimeksiantajan kanssa sovittiin työn alkuvaiheessa yhteydenpitoon liittyvistä asioista. Suunnitteluprosessin alusta alkaen sitouduttiin toteuttamaan projekti mahdollisimman osallistavana, ja haluttiin saada toimeksiantajan näkemykset esiin mahdollisimman hyvin projektin alkuvaiheesta lähtien. Tämä toteutui suunnitellusti. Toimeksiantajalla on ollut koko ajan pääsy tiedostoihin, jota opiskelijaryhmä on muokannut ja työstänyt ohjeistusten mukaisesti. Toimeksiantajalle on myös ilmoitettu, jos tiedostoihin on tehty oleellisia muutoksia tai esimerkiksi tiettyyn osioon on saatu tarkentavia kommentteja radiologeilta.

Viestintä Seinäjoen keskussairaalan yhteyshenkilöiden kanssa on sujunut etäyhteydellä pääosin hyvin. Työn toteutuksen kannalta tehokkain ajanjakso alkoi kuitenkin, kun tuli mahdollisuus päästä kasvatusten keskustelemaan työn etenemiseen liittyvistä asioista kesällä 2021. Yhteistyö ohjaavan röntgenhoitajan kanssa on toiminut kasvatusten sekä sähköpostin välityksellä. Yhteydenpito radiologien ja fyysikon kanssa tapahtui pääosin sähköpostitse. Opiskelijaryhmän välillä jaettiin välittömästi kaikki tiedot työn edistymisestä ja työnjakoa suunniteltiin työn etenemisen mukaan.

Työstämisvaiheessa oli hyödyllistä päästä saman tietokoneen ääreen tarkistamaan ja muuttamaan eri kohtia työssä ohjaavan röntgenhoitajan kanssa. Tällöin ei ollut riskiä väärinkäsityksille tai muille tiedonkulun epäselvyyksille. Tiedot käytiin läpi kokonaisuudessaan ohjaajan kanssa. Myös radiologit katsoivat tiedostot läpi etäyhteydellä kirjoittaen kommentteja luonnostiedostoihin.

Radiologien kommentit olivat hyvin merkittävässä osassa tietopohjan syntymisessä. Näiden kommenttien perusteella tiedot muutettiin ulkoasultaan yhteneväiseksi muun tekstin kanssa.

Opinnäytetyöpajoista saatiin yksityiskohtaisempaa ohjausta etenkin siirryttäessä työvaiheista toiseen. Ohjaavat opettajat seurasivat ja hyväksyivät välituotokset ja työvaiheet ennen seuraavia osioita, esimerkiksi opinnäytetyösuunnitelma hyväksyttiin ohjaavilla opettajilla ennen siirtymistä työn toteutusvaiheeseen ja röntgenhoitajille suunnattu Webropol-kyselylomake hyväksytettiin ennen sen lähettämistä magneettiyksikköön. Tarpeelliset muutokset ja korjaukset tehtiin ohjauksen mukaisesti.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe valikoitui tilaajayksikön toiveen perusteella ja meidän oman mielenkiintomme mukaan. Magneettisekvensseistä ei ole meidän tietomme mukaan tehty samankaltaista opasta opinnäytetyönä. Lisäksi meidän oma mielenkiintomme magneettisekvenssien käyttötarkoituksiin liittyen kannusti perehtymään aiheeseen syvemmin. Toiminnallinen opinnäytetyö tuntui hyvältä vaihtoehdolta opinnäytetyön toteuttamiseen, koska tuotemuotoisena se tulee konkreettisesti röntgenhoitajien käyttöön ja koimme sen tarpeelliseksi sekä palkitsevaksi.

Magneettimodaliteetissa työskentelevillä röntgenhoitajilla tulee olla paljon tietoa ja osaamista tutkimusten suunnittelusta ja suorittamisesta. Oppaan avulla röntgenhoitajat voivat lisätä tietämystään kuvaussekvenssien valinnasta ja kehittää osaamistaan. Terveydenhuollon ammattilaisten jatkuvan ammatillisen kehityksen (Continuous Professional Development) ja elinikäisen oppimisen (Life Long Learning) periaatteiden merkitys on laajalti tunnustettu. Periaatteet auttavat varmistamaan, että ammatilliset käytännöt ovat ajan tasalla. Jatkuva ammatillinen kehittyminen edesauttaa myönteisten hoitotulosten saamisessa sekä lisää kansalaisten luottamusta terveydenhuoltoon. (The European Commission 2013, 1.)

Projektitiiimityöskentelyssä korostuvat yksilön vahvuudet, vastuu sekä toimiminen ryhmässä (Kymäläinen ym. 2016, 60). Työn laajuuden vuoksi kolmen hengen projektiryhmästä oli etua verrattuna yksin työskentelyyn, koska töitä pystyttiin jakamaan, asioita pystyi pohtimaan yhdessä ja saimme paljon eri näkökulmia siihen, miten toteuttaa opas. Ryhmätyöskentelystä saimme myös harjoitusta projektin työvaiheiden suunnittelusta ja tasaisesta tehtävänjaosta ryhmän kesken. Arvioimme että toimiva projektiryhmän välinen yhteistyö ja tiedottaminen ovat suurelta osin vaikuttaneet projektin etenemiseen toivotulla tavalla. Jokainen projektiryhmän jäsen oli sitoutunut yhteisymmärryksessä toimimaan samojen tavoitteiden saavuttamiseksi.

Toiminnallinen opinnäytetyö on edennyt ajoitukseltaan ja rakenteeltaan suunnitteluvaiheen kautta toteutusvaiheeseen ja lopulta työn raportointivaiheeseen. Ennen projektin aloitusta opiskelijaryhmällä ei ollut aiempaa kokemusta projektityöskentelystä. Opinnäytetyöprojektin kautta olemme saaneet kokemusta projektin perusteista ja onnistuneen projektin kannalta tärkeimmistä asioista.

6.1 Tekijänoikeudet ja eettisyys

Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset perustuvat lainsäädäntöön, tiedeyhteisön kansainvälisiin ja kansallisiin tutkimuseettisiin periaatteisiin, linjauksiin ja suosituksiin. Suosituksen mukaan opinnäytetyön tekijän on hallittava hyvä tieteellinen käytäntö opinnäytetyöprosessissa, tieteellisen käytännön vastuut, ihmisiin kohdistuvan tutkimuksen yleiset periaatteet, sekä eettisen ennakoarvioinnin lähtökohdat, tarpeellisuus ja ennakoarviointimenettely. (Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry 2020, 3–4.)

Opinnäytetyö on työelämälähtöinen, ja ennen opinnäytetyön aloittamista on hyvän käytännön mukaista tehdä yhteistyösopimus toimeksiantajan, ammattikorkeakoulun ja opiskelijoiden välillä, missä sovitaan olennaisista opinnäytetyöhön liittyvistä säännöistä (Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry 2020, 21). Yhteisten sääntöjen sopiminen onnistui hyvin, yhteydenpito ja kaikki muukin on sujunut ongelmitta. Yhteistyösopimuksen ja aiesopimuksen allekirjoitus tosin myöhästyi suunnitelmasta, ja se hoidettiin vasta kun käytännöllisistä syistä johtuen oli mahdollista saada allekirjoitukset jokaiselta osapuolelta allekirjoitettaviin sopimuslomakkeisiin.

Opinnäytetyön eettisyyttä ohjaa ohjeistusten ja hyvien käytäntöjen lisäksi lait ja asetukset, esimerkiksi Tietosuojalaki, Tekijänoikeuslaki sekä Laki potilaan asemasta ja oikeuksista. Lainsäädännön perusperiaatteena on ihmisten oikeuksien turvaaminen ja opinnäytetyössä tulee tämän perusteella huomioida henkilötietojen käsittelyperiaatteet. Henkilötiedoilla tarkoitetaan kaikkea tunnistettuun tai tunnistettavissa olevaan henkilöön liittyviä tietoja. Näiden tietojen avulla henkilö voidaan tunnistaa suoraan, mutta myös sellaiset tiedot, joiden avulla henkilö voidaan tunnistaa välillisesti tai epäsuorasti huomioiden kohtuullisen todennäköisesti käytettävissä olevat keinot. (Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry 2020, 18.) Opinnäytetyössä potilaiden henkilötietoja ei olla käsitelty tunnistettavasti. Opinnäytetyön esimerkkikuvissa ei ole potilaiden henkilötietoja, joten potilaiden henkilöllisyys ei vaarannu käytetyn kuvamateriaalin kautta. Lisäksi opas on kohdistettu keskussairaalan magneettityksikön käyttöön, joten se ei ole laajasti ja julkisesti saatavilla.

Plagiointi eli luvaton lainaaminen on toisen henkilön tuotannon epärehellistä käyttöä ilman alkuperäisen lähteen kertomista (Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry 2020, 23). Opinnäytetyössä lähteet on merkitty mahdollisimman tarkasti ja selkeästi. Lähteet ovat merkitty viitteinä tekstin sekaan numerointityylillä tai ainakin vähintään loppuun kootusti lähdeluettelona.

Internetistä löytyvien kuvien käytössä on huomioitu kuvan alkuperäisen julkaisijan näkemys tapauksissa, jos yksityishenkilö haluaa käyttää kuvia suppeasti omassa projektissa tai lopputyössä ilman kaupallista tarkoitusta.

6.2 Projektin onnistumisen arviointi

Projekti on onnistunut hyvin lähtökohtiin suhteutettuna. Projektin onnistumisen arvioinnissa on huomioitu projektin alkuperäiset tavoitteet sekä koko prosessin onnistumista. Projektin tuotoksen onnistumisen arvioinnissa on erityisesti huomioitu Webropol-kyselyn mitattavissa olevat numeeriset vastausarviot sekä avoimet palautteet. Kyselyn pohjalta saadun palautteen painoarvo on suuri projektillämme, koska juuri kyseisen kohderyhmän arviot määrittävät projektin onnistumista. Palautekyselyn pohjalta saatujen tuloksien perusteella opinnäytetyön tuotokset ovat onnistuneet hyvin. Käytettävyyteen ja ulkoasuun liittyvät haasteet johtuivat käytettävästä laitteesta tai selaimesta. Tämä ilmeni siten, että tiedostot eivät näyttäneet aina samanlaisilta eri selaimilla tai tietokoneilla. Ongelmaa pyritään jatkossa ratkaisemaan, kun tiedostot tulevat käyttöön yksikössä.

Projektin onnistumiseen ja tavoitteiden saavuttamiseen vaikuttaa oleellisesti projektiryhmän välinen yhteistyö. Jokaisen ryhmän jäsenen on kyettävä ottamaan vastuuta omasta toiminnastaan, koko ryhmän toiminnan edistämisestä sekä projektin tavoitteiden saavuttamisesta. (Kymäläinen ym. 2016, 34) Yhteistyö ryhmän jäsenten ja sidosryhmien välillä on onnistunut hyvin, eikä mahdolliset riskit yhteydenpidon haasteellisuudesta toteutuneet.

Kymäläisen ym. (2016, 61) mukaan erilaisilla projekteilla on omat riskinsä, joten tulee pyrkiä tunnistamaan kyseisen projektin onnistumisen kannalta kaikkein vahingollisimmat vaaratekijät ja riskit sekä pyrittävä järjestelmällisesti vähentämään näiden riskien toteutumista. Projektin onnistumisen arvioinnissa on huomioitu riskien hallinta ja todennäköisimpien riskien toteutuminen. Riskien toteutumisen todennäköisyyttä on pystytty pienentämään toimintasuunnitelmilla, jos riskin toteutuminen on vaikuttanut ilmeiseltä. Täten riskien varautumissuunnitelma on edesauttanut projektin onnistumista. Aikataulullisiin riskeihin liittyi hankaluudet projektiryhmän keskinäisten aikataulujen yhteensovittamisessa. Tällaisia tilanteita ei tullut projektin aikana vastaan, vaan projektiryhmän kesken pystyttiin olemaan yhteydessä riittävän usein etäyhteydellä. Projektin alkuvaiheessa arvioimme sisällöllisten riskien aiheutuvan mahdollisesti siitä, ettei aiheen raja-
aus ja

sisällön määrittely ollut vielä loppuun asti mietitty. Laajuuden määrittelyyn saimme apua ja ohjeistusta kesäkuun 2021 aikana, jolloin projektin laajuus rajautui lopulliseen mittaansa.

TAULUKKO 2. Riskien varautumissuunnitelma.

Tunnistettu riski	Riskin vaikutus	Miten riskiin varaudutaan	Toimenpiteet riskin toteutuessa	Riskin toteutuminen
Aikataululliset riskit	Projektiryhmän keskinäisten aikataulujen yhteensovittamisen hankaluudet. Tiedonkulku ja tiedon saavutettavuus voi heikentyä haitaten projektin etenemistä.	Pidämme projektiryhmämme jäsenet jatkuvasti ajan tasalla tuotteen työstämisen suhteen. Ilmoitamme sidosryhmille aikataulumuutoksista ajoissa, jolloin he voivat reagoida etukäteen esimerkiksi antamalla arviointia tai ohjeistusta tuotteen suunnasta.	Pyrimme muistuttamaan ja pyytämään väliaikatietoja projektiryhmän jäseneltä, jos vaikuttaa siltä, että projektin eteneminen hidastuu heistä johtuen	Ei
Sisällölliset riskit, työn rajaus	Opiskelijaryhmässä esiintyy epätietoisuutta työn sisällön ja rajauksen suhteen haitaten tuotteen työstämistä.	Jatkuva vuoropuhelu projektiryhmän kesken tuotteen sisällöstä ja sen suunnan muutoksista. Keskustelu toimenantajan kanssa heidän toiveistaan työn suhteen, muutosehdotusten vastaanottaminen sekä toteuttaminen.	Jos sidosryhmän henkilö ei pysty auttamaan sisältöön liittyvissä asioissa, otamme yhteyttä muihin yhteyshenkilöihin sekä mahdollisesti uusiin asiantunteviin henkilöihin, joiden asiantuntemuksen avulla voimme saada lisätietoa tuotteemme sisällön suunnitteluun ja toteutukseen.	Sisällön rajaukseen saatu apua Seinäjoen keskussairaalan työntekijöiltä.

6.3 Omat oppimiskokemukset

Olemme syventäneet omaa magneettimodaliteettiin liittyvää osaamistamme yleisesti. Olemme saaneet yksityiskohtaisempaa tietoa erityisesti magneettikuvassekvenssien käyttöön liittyen. Projektin aikana ilmeni, että on paljon sellaista tutkimuksiin ja sekvenssien käyttöön liittyvää tietoa, jota ei olisi sellaisenaan löytynyt suoraan kirjallisuuslähteistä. Tällaisen tiedon saaminen on edellyttänyt tiivistä yhteistyötä magneettityksikön asiantuntijoiden kanssa.

Olemme oppineet projektityöskentelyn peruseriaatteista teoriaa sekä olemme työn kautta soveltaneet sitä käytäntöön. Onnistunut projekti on vaatinut tiivistä yhteistyötä ja toimivaa yhteydenpitoa projektiryhmän kesken. Onnistuneen projektin edellytyksenä on ollut jokaisen sitoutuminen yhteiseen työhön. Projektityöskentely on opettanut tiimitaitoja, aikatauluttamista sekä vastuunottoa. Projektin edetessä on selvinnyt omat heikkoudet ja vahvuudet projektityöskentelyssä. Tulevaisuuden mahdollisissa projekteissa osaamme analysoida paremmin omia ja muiden projektityöskentelytaitoja ja siten kehittyä projektiryhmän jäsenenä.

6.4 Jatkokehitysehdotukset

Sekvenssiopas on toteutettu Word-sovellukseen, jotta magneetissa työskentelevien röntgenhoitajien on helppo lisätä tiedostoihin haluamaansa tietoa. Opasta voi laajentaa lisäämällä sekvenssitaulukkoon uusia sekvenssejä sekä nykyisten että myös muiden kehonosien osalta, kuten sydämen ja lantion alueen. Tiedostojen ulkoasua ja käytettävyyttä voidaan muuttaa tarpeen mukaan.

LÄHTEET

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry. 2020. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Viitattu 10.10.2021, <https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?t=1578480382>.

Bitar, R., Leung, G., Perng, R., Tadros, S., Moody, A., Sarrazin, J., McGregor, C., Christakis, M., Symons, S., Nelson, A. & Roberts, T. MR Pulse Sequences: What Every Radiologist Wants to Know but Is Afraid to Ask. *Radiographics*. 2006; 26:2. Viitattu 14.11.2020, <https://doi.org/10.1148/rg.262055063>

Currie, S., Hoggard, N., Craven, I.J., Hadjivassiliou, M. & Wilkinson, I. D. 2013. Understanding MRI: basic MR physics for physicians. *Postgraduate Medical Journal* 89 (1050), 209-223.

Euroopan Unionin Neuvosto. 2018. Neuvoston suositus elinikäisen oppimisen avaintaidoista. Viitattu 7.10.2021, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A32018H0604%2801%29&from=EN>

Grahn, K. 2010. Hyvä projektisuunnitelma onnistuneen hankesuunnittelun edellytyksenä. Yrittäjien koulutuskeskus. Viitattu 3.10.2021, http://www.museoliitto.fi/doc/koulutusarkisto/kay_grahn.pdf

Hamberg, L. & Aronen, H. Magneettitutkimusten perusteet ja tutkimusmenetelmät. *Duodecim*. 1992. 108 (8), 713

Ilomäki, L. Laatusuositus e-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. 2012. Opetushallitus. Viitattu 9.11.2021, [144415_laatusuositus_e-oppimateriaaleihin_2.pdf](https://www.opetus.fi/sites/default/files/2021-11/144415_laatusuositus_e-oppimateriaaleihin_2.pdf) (oph.fi).

Kymäläinen, H., Lakkala, M., Carver, E. & Kamppari, K. 2016. Opas projektityöskentelyyn. Helsinki: Tieteestä toimintaa -verkosto, Helsingin yliopisto. 2016. 14-61

McRobbie, D., Moore, E., Graves, M. & Prince, M. 2007. MRI From Picture to Proton. Second Edition. Cambridge University Press. UK. 144-236

Murphy, A. 2021. MRI protocols. *Radiopaedia*. Viitattu 16.11.2021, <https://radiopaedia.org/articles/mri-protocols>.

Mäkinen, A. & Uusikylä, P. 2003. Tiedosta – arvioi – paranna: Itsearviointi ESR- projektien kehittämisen välineenä. Työministeriö. 5, 9. Viitattu 8.11.2021, http://www.rakennerahastot.fi/vanhat_sivut/rakennerahastot/tiedostot/esr_julkaisut_2000_2006/esitteet_ja_oppaat/oppaat/02_itsearviointiopas.pdf

Mäntyneva, M. 2016. Hallittu projekti, Jäntevästä suunnittelusta menestykselliseen toteutukseen. 1. painos. Helsinki: Kauppakamari. 21–23, 101–114

Salo, O. 2013. Viestintää kaikille. Saavutettavan viestinnän opas kulttuuritoimijoille. Helsinki: Kulttuuria kaikille -palvelu/Yhdenvertaisen kulttuurin puolesta ry. Viitattu 3.10.2021, http://www.kulttuuriakaikille.fi/doc/tietopaketit_ja_oppaat/Viestintaa_kaikille_Saavutettavan_viestinnan_opas_kulttuuritoimijoille.pdf

Silfverberg, P. 2007. Ideasta projektiksi. 1. painos. Helsinki: Edita.

Sorf.fi. Röntgenhoitajan ammattieettiset ohjeet 2020. Viitattu 18.10.2021. https://www.sorf.fi/doc/Saannot_ja_ohjeet/Rontgenhoitajan-ammattieettiset-ohjeet.pdf

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2020. Viitattu 8.11.2021, <https://thl.fi/fi/web/hyvinvoinnin-ja-terveyden-edistamisen-johtaminen/osallisuuden-edistaminen/heikoimmassa-asemassa-olevien-osallisuus/hankkeet-ja-hanketuki/arviointi/itsearviointi>

Kriteeri	Määritelmä	Mitattavuus
Sisältö	Sisällön rajaus	Sisältö on rajattu oleellisiin asioihin
	Sisällön laajuus	Tietosisältö on laajuudeltaan riittävää
	Tiedon luotettavuus	Tietolähteet ovat helposti tarkasteltavissa
Ulkoasu	Selkeys	Ulkoasu on selkeä Fontti on helppolukuinen Värimaailma on miellyttävä
Käytettävyys	Havainnollisuus	Kuvat ovat havainnollistavia
	Hyödynnettävyys	Opas on helppokäyttöinen Sisältö on loogisesti löydettävissä Linkkien avulla löytää lisätietoa termeistä
	Muokattavuus	Word-sovelluksella on helppo muokata tiedostoa
Kieli	Selkeys	Käyttäjälähtöinen
	Oikeakielisyys	Ei kielioppivirheitä, suomenkielinen
	Ymmärrettävyys	Otsikointi on havainnollistava Kappalejako on sujuva
Hyödyllisyys	Käytännöllisyys	Opasta voi käyttää työn apuna Tietoa voi soveltaa käytäntöön Oppaasta saa lisätietoa käytäntöön

Sekvenssioppaan palautekysely

1. Ammattiryhmä *

- ☐ Röntgenhoitaja
- ☐ Röntgenhoitajaopiskelija
- ☐ Muu

2. Työkokemus magneettimodaliteetissa? *

- ☐ Ei työkokemusta
- ☐ Alle 12 kuukautta
- ☐ 1-4 vuotta
- ☐ 5-8 vuotta
- ☐ Yli 9 vuotta

Arviointi seuraavissa kysymyksissä:

- 1 = Täysin eri mieltä
- 2 = Osittain eri mieltä
- 3 = En osaa sanoa
- 4 = Osittain samaa mieltä
- 5 = Täysin samaa mieltä

3. Oppaan ulkoasu *

	1	2	3	4	5
<u>Ulkoasu on selkeä</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Värimaailma on miellyttävä</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Kuvat ovat havainnollistavia</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Fontti on helppolukuinen</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Käytettävyys *

	1	2	3	4	5
<u>Opas on helppokäyttöinen</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Sisältö on loogisesti löydettävissä</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Word-sovelluksella on helppo muokata tiedostoa</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Linkkien avulla löytää lisätietoa termeistä</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Kieli *

	1	2	3	4	5
<u>Teksti on selkeää</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Tekstissä ei ole kielioppivirheitä</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Otsikointi on havainnollistava</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Kappalejako on sujuva</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Sisältö *

	1	2	3	4	5
<u>Sisältö on rajattu oleellisiin asioihin</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Tietosisältö on laajuudeltaan riittävää</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Tietolähteet ovat helposti tarkasteltavissa</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Hyödyllisyys *

	1	2	3	4	5
<u>Tulen todennäköisesti käyttämään opasta työn apuna</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Saan oppaasta lisätietoa magneettimodaliteettiin liittyen</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<u>Tietoa voi soveltaa käytäntöön</u>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Avoin palaute:

Esimerkiksi kommentit tiettyyn osioon liittyen

Hei, Olemme kolmen opiskelijan ryhmänä tehneet opinnäytetyön magneettikuvaussekvensseihin liittyen.

Toivomme, että tutustutte tiedostoihin ja vastaatte palautekyselyyn.

Materiaaliin kuuluu yhteensä 7 tiedostoa. Päätuotoksena on "Rutiinisekvenssit kuvauskohteittain" -kansion tiedostot (nivelet, ranka, pää ja vatsa). Toivomme, että tutustutte erityisesti siihen.

Kysely suoritetaan anonyymisti.

Palautekysely koostuu materiaalin tietosisältöön, käytettävyyteen ja ulkoasuun liittyvistä kysymyksistä sekä kehitysehdotuksista. Kyselyn palautteita on tarkoitus käyttää materiaalin kehittämisessä ja opinnäytetyön raportoinnissa.

Toivomme, että vastaatte kyselyyn mahdollisimman pian, mutta viimeistään kahden viikon kuluessa. Vastausaika päättyy 22.10.2021.

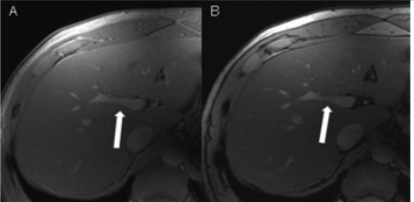
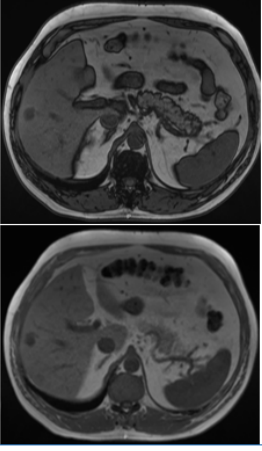
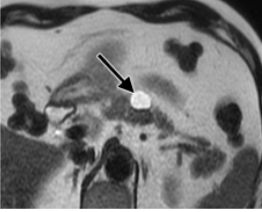
Linkki tiedostoihin:  [MRI-sekvenssit opinnäytetyö](#)

Linkki palautekyselyyn: <https://link.webpolsurveys.com/S/E5B5C75B42EED479>

Ystävällisin terveisin,
Röntgenhoitajaopiskelijat Sara Haveri, Katri Tuomivaara & Kati Karhinen
Oulun Ammattikorkeakoulu

VATSA

- Vatsan kuvauksissa on haasteena liikeartefaktat: suoliston, pulsaatio ja hengityspidätysongelmat.
- Ylävatsan sarjat ilman hengityspidätyksellä tai hengityspeitattuna vapaasti hengittäen.
- Alavatsan sarjat ilman hengityspidätystä tai hengityspeitattuna.
- Alavatsalla suoliston liike on helposti ongelma ja sitä hillitään Buscopanilla tai Glukagonilla.
- MBH = Multi Breath Hold ja BH = Breath Hold yhdellä pidätyksellä.

Sekvenssi	Ominaisuuksia	Kuvat
T1 IN-OPP mbh (flash 2D)	<ul style="list-style-type: none"> Käytettävä ilman rasvasuppressiota, jotta vältetään artefakteilta, sekä ilman <u>gadoliniumia</u>, jotta kemiallisen siirtymän signaali ei häviä. Sekvenssiä käytetään: <ul style="list-style-type: none"> Havaitsemaan ja luokittelemaan maksan <u>leesioita</u> [4] Maksan signaalin voimakkuuden muutosten arviointiin ja <u>fokaalisen</u> kemiallisen siirtymän signaalin voimakkuuden vähenemisen tunnistamiseen. <ul style="list-style-type: none"> <u>Fokaalisen</u> muutoksen arviointi = maksassa on pesäke tai alue, jonka kemiallista koostumista mietitään; eli onko siinä rasvaa tai esim. <u>hemosideriiniä</u> eli verenvuotoon viittaavaa. Lisämunuaisten <u>adenoomien</u> tutkimiseen. Pernan, haiman ja munuaisten nopeaan arviointiin. Vatsakalvon, vatsapaidan ja suoliliepeen tutkimiseen. [17] IN-OPP ja 2D FLASH näyttävät maksan verisuonet hyvin. [20] <u>IN-phase-sekvenssiä</u> käytetään pääasiassa saamaan informaatiota epänormaalista nesteiden kertymisestä, korkeasignaalisesta rasvasta sekä <u>fibroottisesta</u> kudoksesta, jonka signaali on matala T1-painotteisessa kuvassa. [9] COR <u>IN-phase-sekvenssillä</u> voidaan tarkastella koko vatsan aluetta ja sitä voidaan käyttää myös maksan sisä- ja ulkopintojen tarkasteluun. [9] 	 <p>T1 2D in (A) ja OPP (B) OPP-kuvassa näkyy elinten ääriiviivat mustana rasvan ja veden yhtymäkohdassa. [20]</p> 
T2 MBH HASTE T2 MBH FS HASTE	<ul style="list-style-type: none"> Yleensä ax ja cor suunnissa Anatominen yleiskuva, nestepitoiset tiehyet ja <u>kystiset</u> muutokset näkyvät kirkkaana. Paljastaa myös kivet sappitiehyissä. Nopea hengityspidätyskuvaus, joka vähentää <u>artefakteja</u>. Neste ja tukkeumat näkyvät hyvin, mutta tavallinen spin-echo-sarja tarvitaan, kun halutaan tutkia koko vatsan alue. Voidaan käyttää MR-urografiassa. Sarjalla voidaan havaita virtsanjohdinten tukkeumat. [14] 	 <p>Haiman <u>leesio</u> T2 ax HASTE-kuvassa. [4]</p>