

Opinnäytetyö AMK

Röntgenhoitajan koulutus

2023

Olivia Grönberg ja Saranda Rushiti

Kaularangan magneettikuvaus

– laatukäsikirja kuviksi



Opinnäytetyö AMK | tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Radiografia ja sädehoidon koulutusohjelma

2023 | 31 sivua

Olivia Grönberg ja Saranda Rushiti

Kaularangan magneettikuvaus

- laatukäsikirja kuviksi

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa laatukäsikirja kuviksi kaularangan magneettikuvantamisesta Tyks Kuvantamisen Radiologian palvelualueelle. Laatukäsikirja on tarkoitettu Tyks Kuvantamisen Radiologian palvelualueen sisäiseen käyttöön. Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee kaularangan anatomiaa, magneettikuvantamista, magneettifysiikkaa ja potilaan asettelua kuvausasetoihin. Laatukäsikirjaan on liitetty opinnäytetyön tekijöiden ottamia kuvia potilaan asettelusta, kaularangan kuvantamisprotokollista, suunnittelukuvista sekä kuvantamissekvensseistä havainnollistamaan teoriaosuutta.

Kaularangan magneettikuvantaminen on diagnostinen menetelmä, jossa käytetään magneettikenttää ja radioaaltoja leikekuvien tuottamiseen kaulan alueen rakenteista. Tämä non-invasiivinen tutkimus antaa tarkkoja ja yksityiskohtaisia kuvia nikamista, välilevyistä, hermojuurista ja pehmytkudoksista.

Tuotoksessa on yleisimmät kaularangan, yläkaularangan ja reumakaularangan kuvantamiseen käytettävät kuvausprotokollat sisältäen axiaali, coronaali ja sagittaali kuvassuunnat. Opinnäytetyön tuotos on laadittu kirjalliseen muotoon, ja sitä voivat hyödyntää Tyks Kuvantamisen Radiologian palvelualueella työskentelevät röntgenhoitajat, uudet perehdyttävät työntekijät sekä röntgenhoitajaopiskelijat

Asiasanat:

Magneettikuvantaminen, kaularanka, laatukäsikirja, röntgenhoitaja, radiografia

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree programme in radiography and radiotherapy

2023 | 31 pages

Olivia Grönberg & Saranda Rushiti

Magnetic Resonance Imaging of the Cervical Spine

- quality manual in pictures

The purpose of this functional thesis is to produce a quality manual in the form of images for cervical spine magnetic resonance imaging (MRI) for Turku University Hospital, Department of Radiology Medical Imaging. The manual is intended for internal use within Turku University Hospital, Department of Radiology Medical Imaging. The theoretical part of the thesis covers cervical spine anatomy, MRI, magnetic physics and patient positioning for imaging. The manual includes images taken by the authors on patient positioning, cervical spine imaging protocols, planning images and imaging sequences to illustrate the theoretical part.

Magnetic resonance imaging (MRI) of the cervical spine is a diagnostic method that utilizes magnetic fields and radio waves to produce slice images of the structures in the neck region. This non-invasive examination provides accurate and detailed images of the vertebrae, intervertebral discs, nerve roots, and soft tissues.

The product contains the most used imaging protocols for cervical, upper cervical, and rheumatoid cervical spine imaging, including axial, coronal, and sagittal imaging directions. The thesis output is presented in written form and can be used by radiographers working at Turku University Hospital, Department of Radiology Medical Imaging new employees undergoing orientation and radiographer students.

Keywords:

Magnetic resonance imaging, cervical spine, quality manual, radiographer, radiography

Sisältö

Sanasto	6
Johdanto	8
1 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	9
2 Röntgenhoitajan rooli magneettikuvantamisessa	10
3 Kaularangan anatomia	11
3.1 Luusto	11
3.2 Lihaksisto	12
3.3 Hermosto	13
4 Magneettikuvaus	14
4.1 Magneettiturvallisuus	14
4.2 Magneettikuvauksen kontraindikaatiot	15
4.3 Potilasasettelu kaularangan magneettikuvauksessa	21
5 Toteutus	22
5.1 Kehittämistyö	22
5.2 Opinnäytetyön kulku	24
5.3 Eettisyys ja luotettavuus	26
6 Pohdinta	27
Lähteet	28

Kuvat

Kuva 1. Kaularangan nikamat C1-C7. © Grönberg Olivia, Saranda Rushiti	11
Kuva 2. MRI turvaluokitukset. (Mukailtu Health care in Europe 2017.)	16
Kuva 3. MRI laitteisto. (Mukailtu Hornak 2020.)	18
Kuva 4. Spin echo. (Mukailtu Mri Questions 2023.)	20
Kuva 5. Fast Spin Echo. (Mukailtu Mri Questions 2023.)	21
Kuva 6. Asettelukuva. © Grönberg & Rushiti 2023	25
Kuva 7. Kuvaus sekvenssejä. © Grönberg & Rushiti 2023	25

Kuviot

Kuvio 1. Spiraalimallin eri vaiheet. (Mukailtu Toikko & Rantanen 2009, 67.)	24
---	----

Taulukot

Taulukko 1. Vasta-aiheita. (Mukailtu TYKS, 2022.)	17
---	----

SANASTO

Aksiaali	Kuvaussuunta, vaakataso
Anteriorinen	Etupuoli, edempänä sijaitseva, edessä sijaitseva, etumainen
Apofyysi	Luun uloke, johon kiinnittyy jänteitä tai nivelsiteitä
Artefakta	Vääristymä, häiriö
Coronaali	Kuvaussuunta kehossa etuosasta takaosaan
Degeneraatio	Kudoksen tai elimen rappeutumista tai heikkenemistä ajan myötä
Emittoida	Säteilyn tai hiukkasten vapauttaminen
FID	Free induction decay signal, taajuus signaali
Fleksio	Koukistus
Indikaatio	Diagnoosi, oire
Indusoida	Aiheuttaa reaktiota/ilmiötä
Kontraindikaatio	Sairaus tai tila, joka estää hoidon tai tutkimuksen käytön
Lateraali	Sivulla sijaitseva, sivun puoleinen
Leike	Kuvan osa, joka on otettu tietyistä tasosta kehon tai kohteen sisällä
Leikekuvaus	Kolmiulotteisen kohteen kuvaaminen tietyistä tasosta tai leikkauksesta
Ligamentti	Nivelside
Modaliteetti	Kuvantamismenetelmä tai tutkimusmenetelmä potilaan diagnosoinnissa tai hoidon suunnittelussa
Non- invasiivinen	Ei kajoavaa toimenpidettä

Palpoida	Kehon osan tunnustelua käsin havainnointia ja diagnosointia varten
Posteriorinen	Selänpuoleinen, taempaan sijaitseva, takana sijaitseva takimmainen
Resoluutio	Pienten kohteiden erotuskyky
Rotaatioliike	Liike, jossa kohde kiertää akselinsa ympäri
Sagittaali	Kuvaussuunta kehossa oikeasta vasempaan
Sekvenssi	Radiotaajuinen pulssisarja
Spin	Kvanttimekaaninen ominaisuus, joka kuvaa hiukkasen pyörimistä akselinsa ympäri
Superior articular facet	Ylemmän fasettinivelen nivelpinta
Vaihekoodaus	Kuvan muodostuksen vaihe

Johdanto

Opinnäytetyön aiheeksi valitsimme kaularangan magneettikuvantamisen. Olimme molemmat kiinnostuneita magneettikuvantamisen modaliteetista, sekä kaularangan anatomiasta. Opinnäytetyö on toiminnallinen ja tuotos on laatukäsikirjan muodossa. Laatukäsikirja on asiakirja, joka sisältää kuvauksen toiminnan tai organisaation toimintatavoista. (Lindroos & Arter 2022.)

Kaularangan magneettikuvantaminen on diagnostinen menetelmä, jossa käytetään magneettikenttää ja radioaaltoja. (STUK 2019b.) Kuvauksessa käytetään pääkelaa, joka tuottaa leikekuvia sekä aivoista, että kaularangasta. (Philips 2022.) Erilaisten sekvenssien avulla saadaan tarkkoja kuvia selkäytimestä, nikamista, välilevyistä, hermojuurista ja ympäröivistä pehmytkudoksista. (STUK 2019a.)

Toiminnallisen opinnäytetyömme tarkoituksena on tuottaa oppimateriaali kaularangan magneettikuvantamisesta röntgenhoitajille sekä röntgenhoitajaopiskelijoille laatukäsikirjan muodossa. Haluamme selkeyttää kuvauskohteen eri sekvenssejä ja näin myös koko kuvantamisprosessia. Toiminnallisena tavoitteenamme on tässä tapauksessa toimia käsikirjana kaularangan magneettikuvantamiselle. Laatukäsikirjan idea on ohjata röntgenhoitajia sekä röntgenhoitajaopiskelijoita kaularangan kuvauksessa vaihe vaiheelta. Tuotoksesta on hyötyä Tyks Kuvantamisen Radiologian palvelualueelle työskenteleville röntgenhoitajille, perehdytyksessä oleville uusille työntekijöille sekä radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman suorittaville opiskelijoille. Laatukäsikirja tarjoaa yhtenäiset ohjeet Radiologian palvelualueelle.

1 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Kehittämistyömme tarkoitus on tuottaa Tyks Kuvantamisen Radiologian palvelualueelle laatukäsikirja kuviksi kaularangan magneettikuvantamisesta. Laatukäsikirja tulee sisäiseen käyttöön. Tämän laatukäsikirjan tavoitteena on opastaa röntgenhoitajaa tai kuvantamisyksikössä olevia röntgenhoitajaopiskelijoita kaularangan kuvauksessa alusta loppuun. Laatukäsikirja ohjaa röntgenhoitajaa toteuttamaan kaularangan kuvausta niin, että röntgenhoitaja ymmärtää kaularangan kuvauksen kokonaisuudessaan.

Sisällön laatimisessa huomioimme toimeksiantajamme tarpeet, joten teemme laatukäsikirjan käyttäen Tyks Kuvantamisen Radiologian palvelualueen menettelypohjaa. Dokumentti tuotetaan kirjalliseen versioon, joka toimii röntgenhoitajalle sähköisenä työkaluna työarjessa. Laatukäsikirja käsittelee kaularangan magneettikuvaukselle tärkeitä aiheita pitäen sen kuitenkin tiiviinä ja selkeänä.

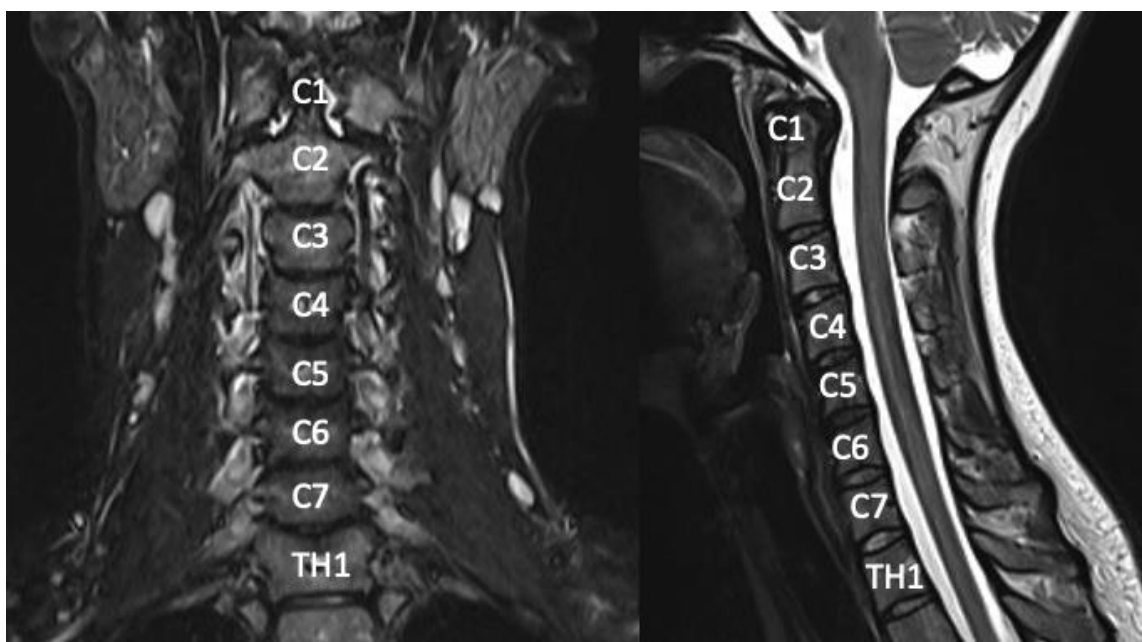
2 Röntgenhoitajan rooli magneettikuvantamisessa

Röntgenhoitajan koulutusohjelma on korkeakoulututkinto, jonka suorittamiseen vaaditaan noin 3,5 vuoden opiskelu. Opintojen yksi keskeisimmistä tavoitteista on, että opiskelija oppii kliinisessä radiografiassa käytettävät kuvantamis- ja hoitomenetelmät ja näihin liittyvät turvallisen säteilyn käytön. Koulutusohjelmassa opiskelija kehittää ammatillisesti tarvittavaa kielitaitoa ja vahvistaa kommunikaatio- ja tiimityövalmiuksiaan. Koulutusohjelma valmistaa opiskelijaa toimimaan itsenäisesti ja turvallisesti erilaisissa kuvantamis- ja hoitotilanteissa. (Turun ammattikorkeakoulu 2022.)

Koulutuksessa perehdytään erilaisiin kuvantamis- ja hoitomenetelmiin, joita hyödynnetään potilaan terveysongelman diagnosoinnissa ja hoitamisessa. Röntgenhoitajan tulee hakea lupaa harjoittaa röntgenhoitajan ammattia lupa- ja valvontavirasto Valviralta. (Turun ammattikorkeakoulu 2022.) Röntgenhoitaja on tärkeä ammattihenkilö magneettikuvauksessa, sillä hänellä on vastuu potilaan turvallisuudesta ja kuvauksen toteuttamisesta. Ennen röntgenkuvauksen aloittamista röntgenhoitaja antaa potilaalle tarvittavat ohjeet kuvausta varten ja opastaa potilaan oikeaan asentoon kuvausta varten. Kuvauksen aikana röntgenhoitaja on vastuussa siitä, että kuvat tarjoavat riittävästi diagnostista informaatiota. Röntgenhoitaja varmistaa, että potilaan turvallisuus on taattu ennen magneettitutkimuksen aloittamista sekä seuraa potilaan vointia kuvauksen aikana. (Radiology Schools 2016.)

3 Kaularangan anatomia

Kaularangan nikamia on seitsemän ja niitä usein mainitaan nimillä C1-C7 (Kuva 1). Kaularanka mahdollistaa ihmisen pään kääntämisen, taivuttamisen sekä suojaa samalla selkäydintä. Kaularanka on selkärangan liikkuvuudeltaan kaikkein liikkuvaisin osa. Kaularangan eteenpäin kaartuva mutka tunnetaan kaulalordoosina. (Singh & Sheik 2011, 4–5.)



Kuva 1. Kaularangan nikamat C1-C7. © Grönberg Olivia, Saranda Rushiti

3.1 Luusto

Rangan nikamat koostuvat kahdesta osasta, nikaman solusta ja nikaman kaaresta. Kaaresta ulkonee poikkihaarakkeet ja okahaarake. Nikaman solu ja kaari muodostavat nikama-aukon, joka suojaa ja luo kulkuväylän selkäytimelle. Kaularangan nikamissa on myös fasettinivelet, jotka yhdistävät nikamat toisiinsa. Välilevyt sijoittuvat nikamien väliin ja toimivat tukirakenteina selkärangalle. Ne kestävät selkärangan kuormitusta ja mahdollistavat taivutus- ja rotaatioliikkeet. Poikkeavasti kaularangassa kahden ensimmäisen nikaman välissä ei ole välilevyä. Välilevyt kiinnittyvät nikamiin ja näin kiinnittävät yhteen jänteiden lisäksi rangan rakenteita. (Ross & Moore 2015, 4–5.) Kaularangan ensimmäinen nikama C1 kiinnittyy kallon pohjaan ja siinä ovat superior

articular facet mahdollistaa pään liikkeen eteenpäin ja taaksepäin. C1 nikama poikkeaa anatomiassaan muista nikamista niin, ettei siinä ole nikamarunkoa, vaan nikama koostuu kahdesta kapeasta kaaresta, etu- ja takakaaresta. C1 nikama tukee ja pitää tasapainossa kallon painoa. Nikamaa kutsutaan myös nimellä kantajanikama tai Atlas kreikkalaisen mytologian mukaan, jossa titaani sai rangaistukseksi kantaa taivaan kannen. Axis, joka on kaularangan toinen nikama, kutsutaan kiertonikamaksi. Axis nikamassa on ulkoneva muodostuma, jota kutsutaan Densiksi. Dens mahdollistaa pään rotaatio liikkeen ja alaria ligamentit rajoittaa liiallista rotaatiota ja lateraalifleksiota. Densin yläosasta lähtevät alaria ligamentit kiinnittyvät kallon pohjaan okkipitaali ulokkeisiin. C2 nikama toimii akselina suoraan C1:n alapuolella ja on kaularangan vahvin nikama. Atlas kääntyy pään mukana kiertonikaman hampaan (dens) ympärillä. (Singh & Sheik 2011, 4–5.)

Kaularangan nikamat kolmannelta kuudenteen ovat yhdenmukaisia ja yleinen kuvaus rangan nikamasta sopii näihin, kun taas seitsemäs nikama on niin sanotusti siirtymävaihe rintarankaan. (Garfin ym. 2018.) Nikamat tasolla C4-C6 mahdollistavat kaularangan alaosan kierron. Tasot C5-C6 mahdollistavat erityisesti kaularangan liikeradan posterior- anterior suunnassa. (Peltonen ym. 2022.) Nikama C7:n okahaarake on pidempi ja suurempi, joten sen pystyy monissa tapauksissa palpoida käsin iholta. (Garfin ym. 2018.)

Jokaisen nikaman välissä on välilevy, lukuun ottamatta C1-C2 nikamaväliä. Välilevyn keskiosassa on geelimäinen ydin, jota kutsutaan nucleus pulposukseksi. Sitä ympäröi kestävä säkeinen kuorikerros, joka tunnetaan nimellä syyrustoinen rengas eli anulus fibrosus. Normaaleissa välilevyissä ei ole esimerkiksi vamman tai ikääntymisen aiheuttamia degeneratiivisia muutoksia. (Pohjalainen ym. 2018.)

3.2 Lihaksisto

Kaularankaa tukee monikerroksinen lihaskudos. Lihaksistossa kulkee myös hermosto, mikä on osa lihaksiston stabiliteettia ja liikehallintaa. Pään ja kaulan kääntö- ja kiertoliikkeistä vastaavat päänkiertäjälihakset, joita kutsutaan myös sternocleidomastoid-lihaksiksi. Nämä lihakset sijaitsevat oikealla ja vasemmalla puolella kaulaa. Lihakset kiinnittyvät rintalastasta eli sternumista sekä mediaalisesta solisluusta kallon mastoidi prosessiin ja pään takaosan yläreunaan eli superior nuchal line alueelle. (Garfin 2018, 70.) Kaularankaa tukee myös epäkäslihak eli musculus

trapezius, sekä tätä syvemmät niskalihakset. Kaularankaa tukevat lisäksi niskarusetin lihakset, jotka toimivat yhdessä pinnallisten ja syvien lihasten kanssa. C1-C4 nikamat osallistuvat hermoimpulssien välittämiseen ja aistien tiedonkulkuun pään ja kaulan alueella. Näiden nikamien välityksellä kulkee myös hermotus moniin niska- hartia- alueen lihaksiin, mikä vaikuttaa toimintaan ja motorisiin taitoihin. (Peltonen ym. 2020.)

3.3 Hermosto

Kaularangan hermosto vastaa monista kehon tärkeistä toiminnoista, kuten kaulan ja hartioiden liikkeestä, tuntoherkkydestä, hengityksestä, sydämen rytmin säätelystä ja ruuansulatuskanavan toiminnasta. Kaularangan alueen hermosto koostuu kahdestatoista hermojuuri parista, jotka lähtevät selkäytimestä. Nämä hermojuuret kulkevat kaularangan nikamien välissä, josta ne jakautuvat kaulan eri alueille esim. lihaksistoon, ihoon ja sisäelimiin. Kaularangan hermoston hermojuurten nimet ovat nikamien mukaan C1-C8 ja T1. C1-7 hermojuuret kulkevat nikamien yläpuolella ja T1 hermojuuri kulkee nikamien alapuolella. Jokaisen hermojuuren nimi vastaa nikaman yläpuolella olevaa selkäytimen segmenttiä, josta se lähtee. (Ross & Moore 2015, 4–5.)

4 Magneettikuvaus

Magneettikuvaus (MRI, Magnetic Resonance Imaging) ydinmagneettinen resonanssikuvaus on lääketieteellinen non-invasiivinen kuvantamismodaliteetti, jolla saadaan yksityiskohtaisia leikekuvauksia ihmiskehosta. (STUK 2019b.)

Magneettikuvaus mahdollistaa kuvauskohteiden tarkastelun monista eri suunnista ja sen erinomainen paikanerotuskyky sopii eri kehon alueiden kuvantamiseen. (STUK 2019a.) On olemassa kahta tyyppiä säteilyä: ionisoivaa säteilyä, joka tunnetaan myös röntgensäteilynä, sekä ionisoimatonta säteilyä, joka ilmenee sähkömagneettisena aaltoliikkeenä. Magneettitutkimus on säteilytyypiltään ionisoimatonta sähkömagneettista säteilyä, joten ihminen altistuu magneettitutkimuksen aikana voimakkaille magneettikentille röntgensäteiden sijaan. (STUK 2019b.)

Magneettikuvauslaitteet jaetaan: kestojohtaviin, sähköjohtaviin ja suprajohtaviin magneetteihin. Kestomagneetit eivät tarvitse ulkoista sähkövirtaa ja ovat taloudellisesti kannattavia. Kestomagneetit ovat kuitenkin painavia ja edellyttävät tukevaa asennusalustaa. Toisaalta sähkö- ja suprajohtavissa magneeteissa magneettikenttä tuotetaan sähkövirran avulla. Suprajohtavien magneettien johdot ovat valmistettu erityisestä suprajohtavasta materiaalista ja niiden jäähdyttämiseen tarvitaan heliumia ja typpeä. Suprajohtavat materiaalit saavuttavat suprajohtavan tilan vasta, kun niitä jäähdytetään lämpötilaan 9,3 Kelviniä. (Hamberg & Aronen 1992.)

4.1 Magneettiturvallisuus

MRI-suojaus alkaa ennen kuvauslaitteiston asentamista kuvantamishuoneen ja osaston suunnittelusta. Tilojen oikeanlainen suunnittelu edistää henkilökunnan, potilaiden sekä vierailijoiden magneettiturvallisuutta. Suunnittelun keskiössä on potilaiden ja vierailijoiden turvallisuuden varmistaminen magneettikuvauksen yhteydessä. Tämä saavutetaan valvomalla magneetin luo pääsyä ja määrittelemällä tiloihin turvallisuusvyöhykkeet, jotka ohjaavat henkilöiden toimintaa ja pääsyä eri vyöhykkeille. (McRobbie 2020, 400.)

Magneettikuvantamistilan turvallisuusvyöhykkeet

Sairaalassa sijaitsevat yleiset tilat, jotka eivät ole magneettikuvantamistiloja, kuuluvat **ensimmäiseen vyöhykkeeseen**. Tiloissa saa liikkua vapaasti henkilökunta potilaat sekä potilaan omaiset. Ensimmäisellä vyöhykkeellä ei tarvita turvatoimien valvontaa. (Kanal ym. 2002, 1336.)

Toisella vyöhykkeellä potilas ja tämän omaiset kulkevat ainoastaan henkilökunnan luvalla ja ohjeistuksella. Vyöhykkeeseen yleisesti kuuluu alue, jossa potilaan alkuhaastattelu ja tutkimukseen valmistelu suoritetaan. (Kanal ym. 2002, 1336.) Ensimmäisen ja toisen vyöhykkeen jakavassa ovesta tulee olla lukollinen ovi. (Westbrook & Talbot 2019, 347–348.)

Vyöhyke kolme on rajoitettu alue, joka eristetään esimerkiksi lukitulla ovella. Alueelle pääsyluvan saavat ainoastaan valtuutetut ja alueen koulutetut henkilöt. Vyöhyke kolme on esimerkiksi magneettihuoneen säätötila. (Kanal ym. 2002, 1336.)

Vyöhykkeessä neljä käytetään saman tason turva- ja pääsyrajoituksia kuin vyöhyke kolmessa ja myös sen sisäänkäyntiin laitetaan varoitusvalot sekä -kyltit. Magneettitutkimushuone sijaitsee tässä vyöhykkeessä. Vyöhyke neljä sijaitsee vyöhyke kolmannen vyöhykkeen sisäpuolella ilman muuta pääsyä. (Kanal ym. 2002, 1336–1337.)

4.2 Magneettikuvauksen kontraindikaatiot

Ennen kuvauksen aloittamista potilas täyttää esitietolomakkeen, jossa selvitetään mahdolliset vasta-aiheet (McRobbie 2020, 326.) 1,5 T magneetin päämagneetikenttä (B0) on 30 000 kertaa voimakkaampi verrattuna maan magneetikenttään ja kuvauslaitteen magneetikenttä on aina päällä. (Shrivastava & Vaughan 2020, 33.) Magneetikentän voimakkuus vetää metalliesineitä, kuten happipulloa huoneen poikki aiheuttaen ohjusefektin. Pienetkin metalliesineet saavuttavat vaarallisen nopeuden lähellä magneetikenttää. (Saunavaara & Saunavaara 2018.) Kuvaushuoneeseen ei saa viedä valvontalaitteita kuten tippalaskuria, RR-mittaria tai EKG-monitoria. Magneettitutkimusyksikössä hyödynnetään potilas- ja valvontalaitteita, jotka ovat yhteensopivia magneettilaitteiden kanssa (VSSH 2020.) Metalliesineet kehossa voivat vaikuttaa haitallisesti magneettikuvan laatuun ja mahdollisesti suuntautua kohti magneetikenttää. (STUK 2019a.) Magneettikuvauksen yhteydessä on aina tarpeellista selvittää, löytyykö potilaan kehosta vierasesineitä. Vierasesineet magneettikuvauksessa jaetaan kolmeen ryhmään (Kuva 2): MR safe

(magneettikuvasturvallisiin), unsafe (vaarallisiin) ja conditional (ehdollisiin). (Saunavaara & Saunavaara 2018.)

MR safe- implantti on turvallinen käytettäväksi magneettitutkimuksen aikana. Implantti ei aiheuta haitallisia vaikutuksia potilaalle eikä häiritse magneettikuvien tarkkuutta. MR safe materiaalit on suunniteltu olemaan turvallisia ja yhteensopivia magneettikuvauksen kanssa. (Saunavaara & Saunavaara 2018.)

MR Unsafe- implantti voi aiheuttaa kohtuutonta riskiä potilaalle ja niiden kanssa kuvantamista on harkittava tarkkaan. Potilaita on suositeltavaa pitää magneettikuvaushuoneen ulkopuolella ja hyödyntää tarvittaessa muita kuvantamismenetelmiä. Vaaralliseksi luokiteltuja implantteja ovat mm. sydämentahdistin, lääkeainepumppu sekä sisäkorvaimplantti. (Saunavaara & Saunavaara 2018.)



Kuva 2. MRI turvaluokitukset. (Mukailtu Health care in Europe 2017.)

MR Conditional- implantti voi olla turvallinen tai vaarallinen potilaalle riippuen olosuhteista. (Shrivastava & Vaughan 2021,196.) On useita ehdollisiin kuuluvia esineitä, jotka jakautuvat useampaan alaluokkaan, siksi on tärkeää tutustua valmistajan ohjekirjoihin esinekohtaisesti. Kuvaaminen voi olla mahdollista, kun magneettilaitteen kenttävoimaa, gradienttien, radiotaajuuspulssien tai kuvausajan kestoa rajoitetaan. (Saunavaara & Saunavaara 2018.)

Magneettikuvauksessa on käytössä kolmea erityyppistä magneettikenttää kuvanmuodostuksessa: kiinteää magneettikenttää, gradientteja ja radiotaajuista magneettikenttää. Huoneessa ja magneettiputkessa sijaitseva staattinen magneettikenttä voi häiritä ihmiseen asennettuja elektronisia laitteita tehden näistä kontraindikaatioita magneettitutkimukselle. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi sydäntahdistin, defibrillaattori tai infuusiopumppu. Gradienttikentät aiheuttavat ihmisessä ohimenevää lievää lihasvärinää tai -kihelmöintiä. Radiotaajuinen magneettikenttä aiheuttaa tutkittavan potilaan pehmytkudoksen lämpenemistä, joka mitataan SAR-arvolla. (STUK 2019a.) SAR-arvo mittaa magneettitutkimuksen aikana potilaaseen absorboitunutta sähkömagneettista säteilyä watteina kilogrammaa kohti. (Chang & Bell 2019.)

Magneettikuvausta voidaan toteuttaa raskaana olevalle, jos tutkimuksen kokonaisuhyöty on suurempi kuin aiheutuvat haitat. Indikaation arvioi aina lähettävä lääkäri/radiologi. Lähettävä yksikkö selvittää ennen ajanvarausta potilaan mahdolliset vasta-aiheet. (Taulukko 1.). Potilasturvallisuuden ylläpitämiseksi on tärkeää konsultoida radiologiaa vasta-aiheissa. (Hoito-ohjeet 2022.)

Taulukko 1. Vasta-aiheita. (Mukailtu TYKS, 2022.)

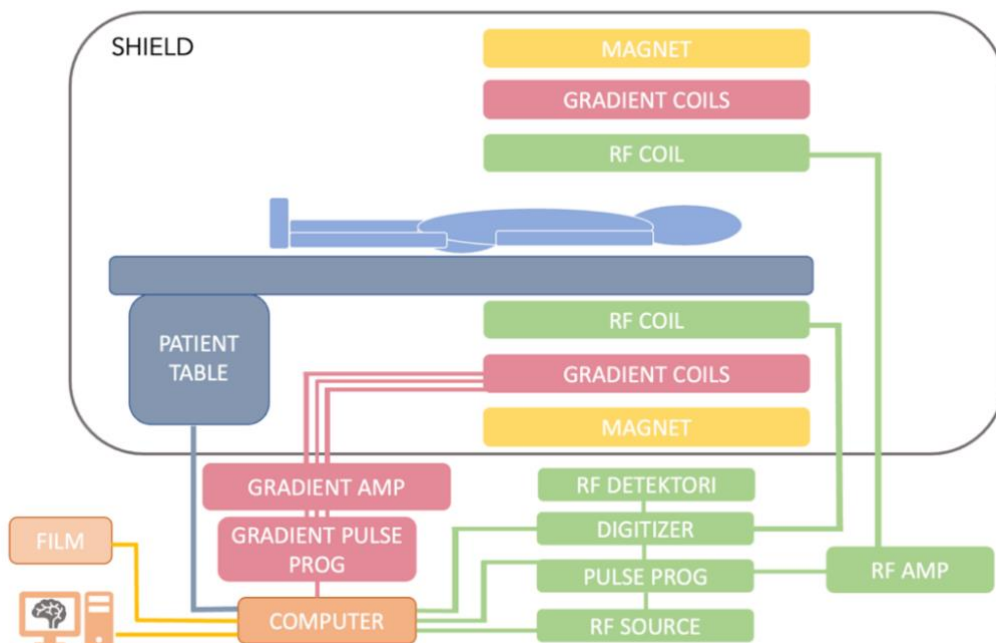
Huomioon otettavaa
Irtaimisto; korut, silmälasit, puhelin yms.
Metallisirut ja sirpaleet kehossa
Murtumien ulkoiset fiksaatiolaitteet
Ampumavammat; luodit
Sisä- ja välikorvaistute/proteesi, hammasimplantit
Lääkeainepumppu
Suntti, sydämen läppäproteesi
Sydämentahdistimen johdot, aneurysmaklipsit ennen 2000 tai ulkomailla laitettut
Kallon sisäisen paineen mittari
Keuhkovaltimokatetri

Magneettikuvauslaite

Magneettikuvaslaitteisto (Kuva 3.) koostuu magneetista, radiotaajuus (RF) – ja gradienttikeloista sekä tietokonejärjestelmästä (McRobbie ym. 2006, 11.) Näiden lisäksi magneettikuvaushuoneesta löytyy potilaspöytä, säätökonsoli ja kuvankatselumonitori. Päämagneetti tuottaa staattisen päämagneetikentän, jota kutsutaan B_0 - kentäksi (McRobbie 2020, 33.) Päämagneetin tuottama magneetikentän voimakkuus mitataan keskikohdasta ja se ilmaistaan Tesla yksikkönä. 1 Tesla (T) on yhtä suuri kuin 10 000 Gaussia. Nykyiset MRI laitteet ovat 0,2T-7,0T. (Carlton ym. 2020, 544–545.)

Magneettikuvauslaite asennetaan huoneeseen, joka on varustettu Faradayn häkillä suojaamaan sähkömagneettisilta häiriöiltä. (Jurvelin & Nieminen 2005.) Ilman suojahäkkiä RF-kelat voivat havaita viereisissä tiloissa toimivien laitteiden lähettämät radiotaajuussignaaleja, mikä voi aiheuttaa kuvissa häiriöitä eli artefaktoja.

Ydinmagneettinen resonanssi (NMR) perustuu siihen, miten magneettiset ytimet reagoivat ulkoisen magneetikentän vaikutuksesta ja vuorovaikuttavat ihmisen kudoksissa olevien vetyatomien kanssa. Magneettikuvaslaitteesta tuleva voimakas magneetikenttä synnyttää vety-ytimissä ydinmagnetisaation, joka havaitaan RF-kelojen avulla. (Lamminen, Keto 1996.) Ytimet kykenevät absorboimaan energiaa sähkömagneettisesta säteilystä pyörimisliikkeensä ansiosta, kun säteilyn taajuus vastaa niiden omaa pyörimistaajuutta. Tätä ilmiötä kutsutaan ydinmagneettisesti resonanssiksi. (Lammentausta 2017.)



Kuva 3. MRI laitteisto. (Mukailtu Hornak 2020.)

Kelat

RF- kelan vastaanottavat radioaaltoja eli sähkömagneettista säteilyä kehon sisältä tai lähettävät niitä takaisin kehoon. Ne ovat tärkeitä kuvanmuodostuksen kannalta, sillä ne vaikuttavat signaalin laatuun, herkkyyteen ja spatiaaliseen resoluutioon. (Gruber ym. 2018.) RF-kelat toimivat sekä lähetin- että vastaanotinkeloina. RF- kelat joko lähettävät RF-pulssia tai keräävät vety- ytimen palautumisesta tulevan signaalin. RF- kelat voivat joko emittoida RF-pulssia tai havaita signaalin, joka syntyy vety- ytimen palautuessa takaisin normaalitilaansa. (Westbrook & Talbot 2019.)

RF- kelat emittoivat radiotaajuisia aaltoja, jotka indusoivat kohteessa Larmor-taajuuden. Tämän jälkeen RF- kelat vastaanottavat ja mittaavat MR- signaalin, joka on peräisin kohteesta. Resonanssitaajuus, jota kutsutaan Larmor-taajuudeksi ω_0 tai prekessiotaajuudeksi, on verrannollinen päämagneettikentän voimakkuuteen $\omega_0 = \gamma B_0$. (Imaos 2022.) Larmor – taajuus on tärkeä suure, sillä taajuus määrää virituspulssin taajuuden, jolle myös vastaanotinkelat viritetään. (Hamberg, Aronen 1992.) Larmor taajuus on verrannollinen kentänvoimakkuuden B_0 - intensiteettiin. (Micheu & Hoa 2022.)

B_0 -kentän ja RF- kelojen lisäksi tarvitaan vielä gradienttikeloja magneettikuvan muodostamiseen. Gradienttikeloihin saadaan lisättyä tietoa siitä mistä kohtaa signaali on peräisin. (Carlton ym. 2020, 569–572.) Gradienttikenttiä on kolme ja ne lisätään B_0 -kenttään potilaasta tulleen FID-signaalin (free induction decay) paikantamiseen. (McRobbie 2006, 13–14.) FID- signaali syntyy, kun keho altistuu voimakkaalle magneettikentälle ja radiotaajuuspulssille, jonka jälkeen tämä pulssi saa vedyn atomit kehon kudoksissa suuntautumaan magneettikentän suuntaisesti. Kun pulssi loppuu, vedyn atomit palaavat alkuperäiseen tilaansa ja emittoivat pienen signaalin, joka voidaan havaita magneettikuvauslaitteella. (Shrivastava & Vaughan 2021, 503.)

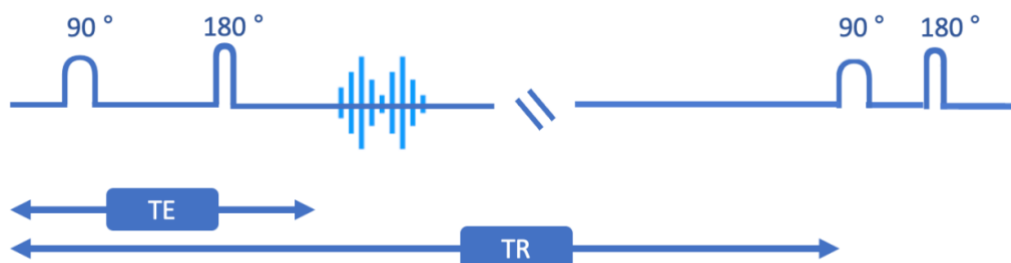
Kuvantamistekniikat

Erilaisilla pulssisarjoilla eli sekvensseillä pystytään hankkimaan tietoa ihmiskehon eri anatomisista kohteista. Näitä tekniikoita ja sekvenssejä käytetään ytimien viritukseen sekä signaalien havaitsemiseen. Kun RF-viritys lopetetaan ytimet palaavat tasapainotilaan, tätä kutsutaan relaksaatiotapahtumaksi. (Hamberg & Aronen 1992.) Pitkittäisrelaksaatio vastaa pitkittäisen magnetisaation palautumisesta. T-1-relaksaatiolla on lyhyt palautumisaika ja kaiku-aika. Kun kudoksen T1-relaksaatioaika on lyhyt, kudos näkyy kuvassa voimakkaasti kontrastoituneena. Tämä johtuu siitä, että nettomagnetisaatio palautuu nopeasti ennen uutta virituspulssia. ”T1-kuvissa rasva

näkyvyyttä kirkkaana ja vesi tummana”. Säättämällä TR-aikaa muutetaan kuvaussekvenssin T1-painotusta. T2 kuvassa on pitkät TE-ajat, mikä saa kudokset, joilla on lyhyempi T2-relaksaatioaika, näkymään tummina. Kudokset, joilla on pidempi relaksaatioaika, näkyvät sen sijaan kirkkaampina. T2-relaksaatioajan kudokset erottuvat tummina ja pitkän relaksaatioajan kudokset kirkkaina. T2-painotteisissa kuvissa sekä rasva, että vesi erottuvat kirkkaina. (Vaara ym. 2021)

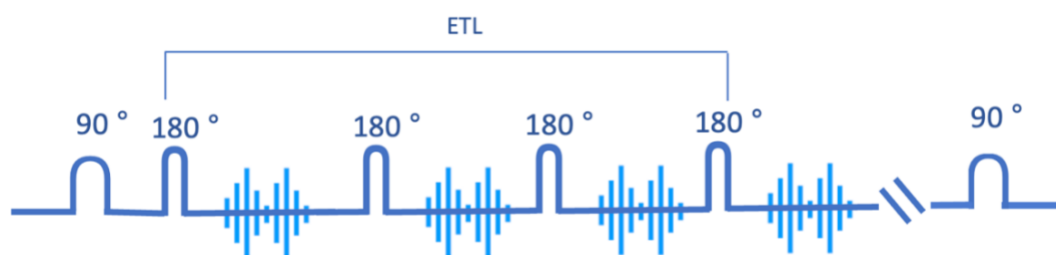
TR, *time to repetition* (toistoaika) kuvaa aikaväliä kahden radiotaajuuspulssin välillä. TE, *time to echo* (kaikuaika) on RF pulssin ja signaalin havaitsemisen välinen aika. Kuvista pystytään nollaamaan esimerkiksi rasvasignaali STIR, *short T1, inversion time* tai FLAIR, *fluid attenuation inversion recovery* menetelmillä. (Lammentausta 2017.) STIR (Short TI Inversion Recovery) on kuvantamistekniikka, joka pohjautuu T1-painotettuun inversion palautumiseen. STIR nollaa rasvakudoksen signaalin pituussuunnassa sen T1-relaksaatioajan perusteella ilman, että se nollaa muiden ympärillä olevien kudosten signaaleita. Tämä luo korkean kontrastin, joka tekee STIR-tekniikasta hyödyllisen pehmytkudosten, erityisesti nivelten, infektioiden ja kasvainten, kuvantamisessa. FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery) on kuvantamistekniikka, joka käyttää T2-painotusta ja inversio palautus -tekniikkaa aivokudoksen ja selkäydinnesteen kuvantamiseen. Kuvantamisessa käytetään pulssisarjaa, jonka avulla nesteen signaalin vaimennus pyritään minimoimaan, jotta nestemäärän ympärillä olevat rakenteet näkyvät paremmin kuvassa. (McRobbie 2006.)

Spin Echo eli SE on tavallisimmin käytössä oleva kuvantamissekvenssi. SE sekvenssi alkaa 90° virityspulssilla, jota seuraa uudelleenkohdentava 180° pulssi (kuva 4). Tavallisessa SE sekvenssissä on yksi vaihekoodaus per toistoaika (TR). (Faulkner 2002, 26.)



Kuva 4. Spin echo. (Mukailtu Mri Questions 2023.)

Fast Spin Echo, Turbo Spin echo, (FSE, TSE) perustuu Spin Echo -menetelmään. FSE/TSE tekniikalla saadaan kerättyä signaali nopeammin lisäämällä vaihekoodausten määrää per toisto aika (TR). Tämä saadaan aikaiseksi antamalla useampaa 180° pulssia. 180° asteen pulssit muodostavat kaikujonon eli Echo Train Length, ETL (Kuva 5). ETL vastaa täytettyjen k-avaruuden viivojen määrää yhdellä toistoajalla. (Westbrook 2014, 24.)



Kuva 5. Fast Spin Echo. (Mukailtu Mri Questions 2023.)

4.3 Potilasasettelu kaularangan magneettikuvauksessa

Kaularangan magneettikuvauksessa potilas asetellaan selälleen pää edellä kohti laitetta. (Yap 2022.) Magneettitutkimuksessa kuvausajat ovat pitkiä (15-30min) ja kuvauksen onnistumisen edellytyksenä on potilaan liikkumattomuus. Paikallaan pysymistä helpotetaan laittamalla tyyny polvien alle. Magneettilaitte sijaitsee hyvin ilmastoidussa huoneessa ja potilaalle voidaan antaa tarvittaessa peitettä. (TYKS 2020.)

Kaularangan magneettikuvauksessa käytettävällä pääkelalla voidaan kuvata aivoja sekä kaularankaa. (Philips 2022.) Pääkela on monikanavainen (lähetin- vastaanotin), joka mahdollistaa kuvauksen nopeuttamisen keräämällä vain osan K-avaruuden viivoista. (Mriquestions 2021.) Ennen kuvauksen aloittamista potilaan tulee täyttää esitietolomake, jossa kysytään mahdollisia vasta-aiheita tai rajoituksia kuvaukselle (Mc Robbie 2020, 326.)

Kuvauslaite on äänekäs (max. 115dB) ja potilaalle annetaan kertakäyttöiset korvatulpat suojaamaan kuuloa tutkimuksen ajaksi. Potilaalle annetaan myös kuulokkeet, jotka mahdollistavat musiikin kuuntelun kuvauksen aikana sekä yhteydenpidon hoitajan ja potilaan välillä. Soittokello annetaan potilaalle käteen kuvauksen ajaksi mahdollisen kommunikointiyhteyden luomiseksi. (TYKS 2020.)

5 Toteutus

5.1 Kehittämistyö

Kehittämistyön teoriapohja edesauttoi laatukäsikirjan laatimisessa. Teoriapohjan avulla saimme laajemman ymmärryksen magneetikuvantamisesta mikä auttoi meitä suunnittelemaan protokollaan sopivia kuvantamissekvenssejä ja ymmärtämään niiden näkyvyyttä kuvissa. Lisäksi osasimme ottaa huomioon magneettiturvallisuuden ja potilaan oikean asettelun.

Tehokas kehitystoiminta edellyttää syvällistä ymmärrystä, vankkaa sitoutumista ja selkeitä toimintaa ohjaavia sääntöjä. Kehittämistoiminnassa tarvitaan yhteistä käsitystä kehitettävästä asiasta, selviä sitoumuksia ja toimintaa ohjaavia sääntöjä, jotta se voi onnistua. Tämä ymmärrys perustuu tiedonhankintaan, tiedon tuottamiseen ja saadun tiedon tulkintaan. Käytännön kehittämistyössä on tärkeää, että kaikilla osallistujilla on yhteneväinen käsitys kehitettävästä kohteesta ja siitä, miten sitä voidaan parhaiten ymmärtää, selittää, uudistaa, parantaa tai muuttaa. Tämä edellyttää avointa keskustelua, yhteistyötä ja tiivistä vuorovaikutusta kehittämistoimintaan osallistuvien kesken. Onnistuneen kehittämistoiminnan taustalla on myös kyky soveltaa kehittämismenetelmiä ja arvioida niiden vaikutuksia, sekä ajatus siitä, miten lopputuotos saadaan parhaiten levitettyä ja hyödynnettyä käytännön toiminnassa. (Salonen 2013.)

Projektin kehittäminen tarkoittaa organisaation määrittelemän tavoitteen saavuttamista tietyssä ajassa ja resursseilla, johon nimetyt projektityöntekijät osallistuvat ryhmätoimintana. Projektityön keskeisiä piirteitä ovat tavoitteen selkeys, suunnitelmallisuus ja uuden asian kehittäminen projektin aikana. Projektin toteutuksessa nimetyt työntekijät ovat keskeisessä roolissa. (Salonen 2013.)

Kehittämishankkeen eri vaiheet ovat keskeisiä projektin onnistumisen kannalta. Niiden huolellinen suunnittelu ja toteutus varmistavat lopputuloksen laadun ja välttävät mahdolliset ongelmat. Aloitusvaihe on ensimmäinen ja tärkein vaihe, jossa ilmaistaan kehittämistarve ja alustava kehittämistehtävä. Tämä vaihe määrittää tulevan hankkeen suunnan ja sisältää myös toimintaympäristön sekä toimijoiden osallistumisen ja sitoutumisen työskentelyyn. Suunnitteluvaiheessa laaditaan kirjallinen kehittämissuunnitelma esimerkiksi opinnäytetyösuunnitelma, josta ilmenevät tavoitteet,

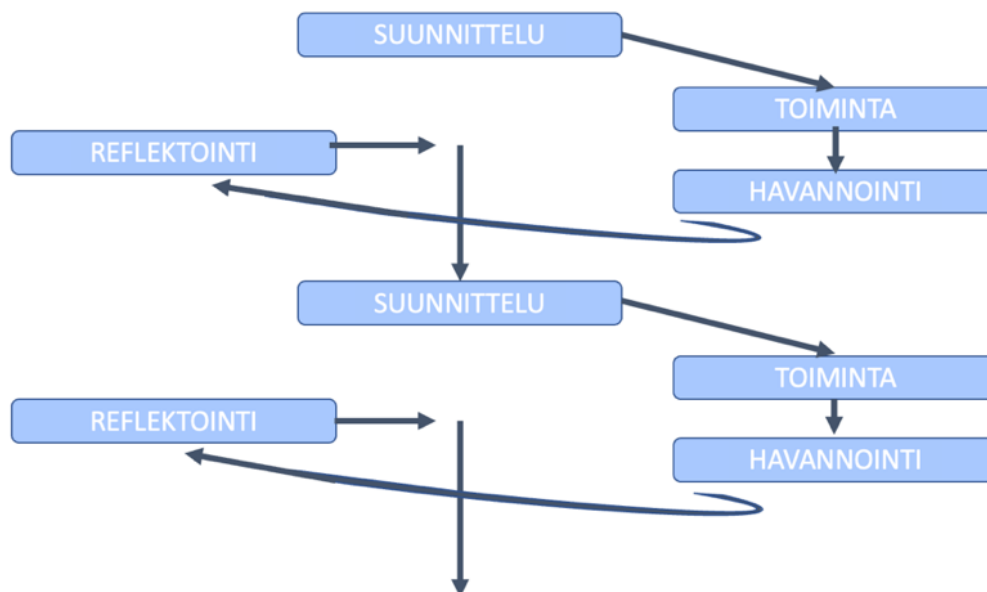
ympäristö ja mukana olevien toimijoiden tehtävät ja vastuut. Tärkeää on suunnitella työskentely huolellisesti, jotta se toteutuu mahdollisimman sujuvasti. (Salonen ym. 2017.)

Seuraavaksi siirrytään työstövaiheeseen, joka on kehittämishankkeen kaikkein pitkäkestoisin ja haastavin vaihe, mihin kaikki projektin osatekijät toteutuvat. Tarkistusvaiheessa tarkastellaan työn sisältöä, rakennetta ja mahdollisia kehittämistarpeita. Tarkastusvaiheessa pyritään saamaan kokonaiskuva työstä ja varmistamaan sen vastaavuus asetettuihin tavoitteisiin. Viimeistelyvaiheen kesto voi olla pitkäkin ja vaatii usein opiskelijoilta paljon työtä ja aikaa. (Salonen ym. 2017.)

Tässä vaiheessa on viimeisteltävä sekä kehittämistyö, että opinnäytetyöraportti, jotka yhdessä muodostavat toiminnallisen opinnäytetyön. Yleensä kehittämishankkeen päättyessä saadaan aikaan havaittava tulos, kuten mallinnus, kuvitus, ohjausopas, kirjallinen teos tai esittelymateriaali. On oleellista tiedostaa, että toiminnallinen opinnäytetyö eroaa tutkimuksellisesta opinnäytetyöstä. Toiminnallisessa opinnäytetyössä tavoitteena on tuottaa käytännön ratkaisuja, kehittää toimintaa tai luoda konkreettisia tuotteita tilaajalle, työyhteisölle tai tekijälle itselleen. Tutkimuksellisessa opinnäytetyössä pääasiallisena pyrkimyksenä on tuottaa uutta tietoa järjestelmällisesti toteutettujen tutkimusmenetelmien avulla. (Salonen ym. 2017.)

Spiraalimallin avulla kehittämishankkeen eri vaiheisiin palataan tarvittaessa uudelleen ja kehitetään niitä edelleen. Tämä mahdollistaa kehittämisen joustavuuden ja sopeutumiskyvyn, kun tarpeet ja haasteet muuttuvat hankkeen aikana. Lisäksi spiraalimalli ohjaa kehittämishankkeen tekijöitä toimimaan systemaattisesti ja pitämään tavoitteet selkeänä mielessä koko hankkeen ajan. (Salonen 2013).

Opinnäytetyössämme käytettiin spiraalimallia, mikä mahdollisti kehittämisen jatkuvana syklimäisesti (Kuvio 1).



Kuvio 1. Spiraalimallin eri vaiheet. (Mukailtu Toikko & Rantanen 2009, 67.)

5.2 Opinnäytetyön kulku

Kehittämistyön teoriapohja edesauttoi laatukäsikirjan laatimisessa. Teoriapohjan avulla saimme laajemman ymmärryksen magneettikuvantamisesta mikä auttoi meitä suunnittelemaan protokollaan sopivia kuvantamissekvenssejä ja ymmärtämään niiden näkyvyyttä kuvissa. Kehittämistyön toteutuksessa sisältyi raportin lisäksi myös toiminnallinen osuus, joka oli suunnattu Tyks Kuvantamisen Radiologian palvelualueen käyttöön. (Vilkkä & Airaksinen 2003.) Laatukäsikirja, joka oli osa toiminnallista opinnäytetyötä, laadittiin selventämään kaularangan magneettikuvausta. Opinnäytetyön toteutus aloitettiin suunnitelman laatimisella ja aiheen rajauksella, tämä varmisti työn sujuvan ja tarkoituksenmukaisen etenemisen kohti lopullista tavoitetta. Suunnitteluvaiheessa työlle määrättiin myös tarkoitus ja tavoite. Toimeksiantajan löydettyä suunnittelimme laatukäsikirjaan tulevat asetelut ja -suunnittelukuvat sekä allekirjoitimme tarvittavat asiakirjat. Ohjaavan opettajan hyväksytyä suunnitelman alkoi raportin työstäminen.

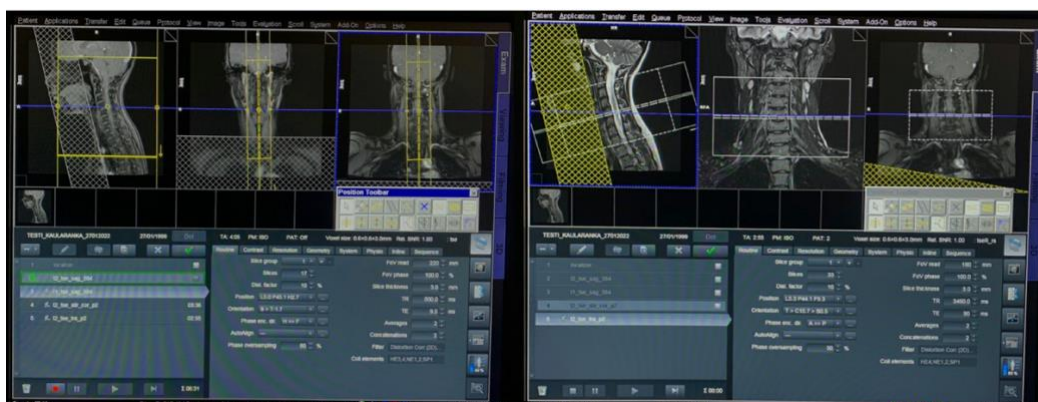
Teoreettisen tietopohjan kirjoittamisen jälkeen sovittiin yhteistyössä Tyks Kuvantamisen Radiologian palvelualueen ja toisen opinnäytetyöparin kanssa kaularangan magneettikuvauksen ajankohdasta. Saman koulutusohjelman

opinnäytetyöparista toinen toimi mallinamme ja vastavuoroisesti toimimme mallipotilaana heidän opinnäytetyössään. Asettelukuvat otettiin Tyks Kuvantamisen Radiologian palvelualueella toimeksiantajan nimetyn röntgenhoitajan läsnä ollessa sekä toisen opinnäytetyö parin kanssa. (Kuva 6.) Kuvantamisyksikössä työskentelevän röntgenhoitajan läsnäolo kuvaustapahtumassa lisää laatukäsikirjan luotettavuutta. Röntgenhoitajalla on usean vuoden työkokemus ja hän varmisti kuvaustapahtuman sujuvuuden antamalla hyviä ohjeita.



Kuva 6. Asettelukuva. © Grönberg & Rushiti 2023

Asettelukuvien ottamisen jälkeen kaularangan suunnittelukuvat kuvattiin magneettikuvauksen avulla (Kuva 7). Kuvauksessa käytettiin samaa henkilöä, eikä hänelle aiheutunut terveydellistä haittaa. Tuloksena syntyi laatukäsikirja, joka sisältää ohjeet potilaan asetteluun sekä yleisimpien kaularangan rutiinikuvauksien suorittamiseen.



Kuva 7. Kuvaus sekvenssejä. © Grönberg & Rushiti 2023

5.3 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön eettisyys varmistetaan sitoutumalla hyviin käytäntöihin, kuten vilpittömyyteen, tarkkuuteen ja huolellisuuteen ja hyödyntämällä eettisiä menetelmiä tiedonhankinnassa ja arvioinnissa. (TENK 2023a.) Opinnäytetyön tekijöiden vastuulla on käyttää luotettavia ja monipuolisia lähteitä, jotta tiedon oikeellisuus ja monipuolisuus voidaan taata. (Kettunen ym. 2018). Laatukäsikirja suunniteltiin siten, että se voidaan ottaa käyttöön työympäristössä, joten sen luotettavuus ja sisällön tarkkuus ovat olleet erityisen tärkeitä. (Hirvonen 2023.) Tekstissä tehdään viittaukset kaikkiin lähdeluettelossa mainittuihin lähteisiin, joka varmistaa tekijänoikeuksien kunnioittamisen ja lähteiden asianmukaisen käytön. (Peda 2023.)

Opinnäytetyön eettisyyden näkökulmasta on merkittävää hyödyntää ajanmukaisia lähteitä, jotka pohjautuvat luotettavaan tutkimustietoon. Opinnäytetyössä hyödynnettiin virallisia julkaisuja, tieteellisiä artikkeleita, kirjoja, raportteja ja asiantuntijoiden tekstejä. Opiskelijan on myös oltava tietoinen plagiaatintunnistusjärjestelmästä ja varmistettava, että kaikki käytetyt lähteet viitataan ja kirjoitetaan lähdeluetteloon asianmukaisesti, jotta vältytään plagioinnilta. (Kettunen ym. 2018.) Kuvat ovat joko itse piirrettyjä tai otettuja, mikä takaa tekijänoikeuksien noudattamisen. Kuvaustilanteessa oli mukana kuvantamisyksikössä työskentelevä röntgenhoitaja, joka lisää työn luotettavuutta.

Kaikki nämä toimenpiteet auttavat varmistamaan opinnäytetyön eettisyyden ja oikeudenmukaisuuden. Salassapitovelvollisuus on myös otettu huomioon, mikä tarkoittaa sitä, että henkilökohtaisia tai arkaluonteisia tietoja ei ole kerrottu ilman asianmukaista suostumusta. (TENK 2023b.) Turun ammattikorkeakoulun mukaan valittu opinnäytetyön aihe oli ajankohtainen ja tarpeellinen, mikä edistää eettisyyden noudattamista.

6 Pohdinta

Magneettikuvantamisen kurssin alkaessa tiesimme, että haluamme tehdä opinnäytetyön jostain magneettikuvantamiseen liittyvästä aiheesta. Valitsimme toisemme opinnäytetyöprosessiin, sillä meillä oli aikaisempaa kokemusta onnistuneesta yhteistyöstä. Opinnäytetyöprosessi osoitti, että yhteistyömme sujuu myös stressin ja paineen alla. Olimme reiluja toisillemme ja työosuudet jaoinme tasaisesti. Tuimme toisiamme ja työstimme opinnäytetyötä aina yhdessä. Koulun sekä omat asettamat määräajat auttoivat pysymään aikataulussa ja etenemään järjestelmällisesti eteenpäin. Ohjaajamme ja toimeksiantajamme tuki oli erittäin arvokasta, sillä saimme heiltä hyvää ohjeistusta ja tukea tarvittaessa. Teoriapohjan kattava laatiminen suunnitteluvaiheessa auttoi tekemään raportointivaiheesta sujuvamman, mikä edesauttoi aikataulussa pysymistä. Yksi suurimmista haasteistamme oli aiheen rajaus. Meillä oli taipumus käsitellä aihetta liian laajasti, mutta onnistuimme kuitenkin lopulta rajaamaan sen sopivaksi. Toisena haasteena oli laatukäsikirjan ulkoasuun liittyvät rajoitukset, joihin emme voineet kovin paljon vaikuttaa. Olemme kuitenkin tyytyväisiä lopputulokseen, sillä toimeksiantajamme ja röntgenhoitajat pääsevät hyödyntämään laatukäsikirjaa käytännön työssään. Laatukäsikirjamme auttaa tilanteissa, joissa kuvauksen toteuttamisesta ei ole täyttä varmuutta, eikä välttämättä ole mahdollisuutta kysyä neuvoa radiologilta tai työparilta. Olemme erittäin tyytyväisiä siihen, että tuotos on selkeä, laadukas ja vastaa toimeksiantajan vaatimuksia. Toimeksiantaja pystyy jatkossa päivittämään ja kehittämään laatukäsikirjaa tulevien tarpeiden mukaan. Opinnäytetyöprosessi oli erittäin hyödyllinen kokemus, joka auttoi meitä kehittämään yhteistyö- ja kommunikaatiotaitoja. Nämä taidot ovat erittäin tärkeitä siirtyessämme työelämään. Syvensimme myös ymmärrystämme magneettikuvantamisen teoriasta. Olemme erittäin iloisia siitä, että olemme saavuttaneet tavoitteemme sekä kaikki osapuolet ovat tuotokseen tyytyväisiä. Jatkossa laatukäsikirja kuviksi- yhteistyötä pystytään laajentamaan muihin kuvauskohteisiin tekemällä toiminnallinen opinnäytetyö esimerkiksi selkä- tai lannerangan kuvauksesta.

Lähteet

Ballinger J, Bell D, Foster T. 2020. MRI physics. Radiopaedia.org. Viitattu 20.10.2020.

<https://doi.org/10.53347/rID-22558>

Ballinger J, Warren R, Sciacca F. 2013. MRI safety. Radiopaedia.org. Viitattu

27.11.2022. <https://doi.org/10.53347/rID-21842>

Carlton, R.; Adler, A & Balac, V. 2020 Principles of radiographic imaging an art and science. 6. uudistettu painos. Boston: Gengage Learning Inc.

Chang D, Bell D, Bell, D. 2022. Specific absorption rate. Radiopaedia.org. Viitattu

11.12.2022. <https://doi.org/10.53347/rID-70933>

Faulkner W. 2002. Rad Techs guide to MRI: basic, physics, instrumentation, and quality control. Malden: Blacwell Sience Inc

Feger J, Yap J, Bell D. 2022. Cervical spine protocol (MRI). Radioapedia.org. Viitattu

9.10.2022. <https://doi.org/10.53347/rID-147148>

Garfin S, Eismont F, Bell G, Fischgrund J, Bono C. 2018. Rothman- Simeone and Herkowitz`s The spine. 7. E-kirja elsevier. Vaatii kirjautumisen palveluun. Viitattu

10.11.2022. <https://www.elsevier.ca/ca/product.jsp?isbn=9780323511957>

Gruber B, Froeling M, Leiner T, Klomp D. 2018. RF coils: A practical guide for nonphysicist. PubMed. Viitattu 10.11.2022.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jmri.26187>

Hamberg L, Hannu A. 1992. Magneettikuvauksen perusteet ja tutkimusmenetelmät. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.11.2022.

<https://www.duodecimlehti.fi/duo20140>

Hirvonen, H. 2023. Laatukäsikirja ja laatupäällikkö. Pro Laadunhallinta. Viitattu 10.5.2023.

<https://www.laatukasikirja.fi/yllapito/resources/sisaltokuvat/laatupaallikko2019-03-21.pdf>

Hornak, J. 2020. The basics of MRI. Viitattu 9.5.2020

<https://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/chap-9/chap-9-h5.htm>

Imaos 2022. Precession and Larmor frequency. Vaatii kirjautumisen palveluun. Viitattu

13.11.2022. <https://www.imaios.com/en/e-Courses/e-MRI/NMR/Precession-and-Larmor-frequency>.

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

Kanal, E.; Borgstede, J. & Barkovich, A. & Bell, C. & Bradley, W. & Felmler, J. & Froelich, J. & Kaminski, E. & Keeler, E. & Lester, J. & Scoumis, E. & Zaremba, L. & Zinner, M. 2002. White paper on MR safety. American Journal of Roentgenology. Viitattu 20.11.2022. <https://www.ajronline.org/doi/full/10.2214/ajr.178.6.1781335>

Lammentausta, E. 2017. Magneettikuvaus. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. Vaatii käyttäjätunnuksen. Viitattu 10.12.2022. <https://www.oppiportti.fi/op/krd01406/do#s3>

Lamminen, A. & Keto, P. 1996. Magneettiangiografia. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.11.2022. <https://www.duodecimlehti.fi/duo60322>

Lindroos, A. 2022. Laatukäsikirjan sisältö ja laatiminen – näin onnistut. Arter.fi -sivusto. Viitattu 24.11.2022. <https://www.arter.fi/laatukasikirjan-sifsalto-ja-laatiminen-nain-onnistut/>

Magneettitutkimukseen ajanvarausohje 2022. Ohje ammattilaisille. Hoito-ohjeet.fi-sivusto. Viitattu 12.11.2022. <https://hoito-ohjeet.fi/OhjepankkiVSSHP/Magneettitutkimuksen%20ajanvarausohje.pdf>

Magneettitutkimukseen valmistautuminen, ohjeita lähettävälle yksilöille n.d. Ohje ammattilaisille Hoito- ohjeet.fi- sivusto. Viitattu 7.11.2022. <https://hoito-ohjeet.fi/OhjepankkiVSSHP/Magneettitutkimukseen%20valmistautuminen,%20ohjeita%20l%20h%20ett%20v%20ille%20yksik%20b%20ille.pdf>

McRobbie, D. 2020. Essentials of MRI safety. Oxford: John Wiley & Sons Inc.

McRobbie, D.; Donald, W. & Moore, A. & Graves, J. & Prince, R. 2006. MRI From Picture to Proton, 2. Cambridge: Cambridge University Press.

Micheu, A.; Hoa, D. 2022. Nuclear magnetic resonance. Imaos. Viitattu 13.11.2022 <https://www.imaos.com/en/e-Courses/e-MRI/NMR>

Mriquestions 2021. Using parallel imaging, should parallel imaging acceleration be used in every case? Viitattu 26.11.2022. <https://mriquestions.com/why-and-when-to-use.html>

Peltonen, H.; Kähärä, V. & Miettinen, T. & Vuottilainen, P. & Honkaniemi, J. 2020. Kaularangan retkahdusvammojen kuvantaminen ja hoito. Suomen Lääkärilehti. Viitattu 10.11.2022. <https://www.laakarilehti.fi/tieteessa/katsausartikkeli/kaularangan->

[retkahdusvammojen-kuvantaminen-ja-hoito/?public=ddb46b64bc0c46baea20061e224df04e&utm_source=facebook#image-0](#)

Philips 2022. dStream headneckspine coil, MR coil. Viitattu 28.11.2022.

<https://www.philips.fi/healthcare/product/HCNMRB209/dstream-headneckspine-coil>

Pohjalainen, T.; Karppinen, J. & Malmivaara, A. & Niinimäki, J. & Salmenkivi, J. 2018. Lannerangan rappeumaperäisten välilevymuutosten nimikkeistö yhtenäiseksi. Helda.fi -sivusto. Viitattu 10.11.2022.

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/308845/SLL482018_2861.pdf?sequence=1

Radiology Schools 411. 2023. How to become a radiologic technologist. Viitattu 9.5.2023. <https://www.radiologyschools411.com/careers/radiologic-technologist/>

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön – Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turun Ammattikorkeakoulu. Suomen Yliopistopaino Oy. Viitattu 10.5.2023.

<https://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>

Salonen, K.; Eloranta, S. & Hautala, Kinos, S. 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. Turun ammattikorkeakoulu. Suomen Yliopistopaino Oy. Viitattu 10.5.2023

<https://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522166494.pdf>

Saunavaara J. & Saunavaara V. 2018. Milloin vierasesine estää magneettikuvauksen? Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 11.12.2022.

<https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2018/6/duo14229?keyword=ferromagneettinen>

Shrivastava, D. & Vaughan, T. 2020. Safety and Biological Effects in MRI. E-kirja Wiley- palvelussa. 1. Vaatii kirjautumisen palveluun. Viitattu

9.11.2022. <https://www.wiley.com/en-us/Safety+and+Biological+Effects+in+MRI-p-9781118821305>

STUK 2019a. Magneettitutkimus. Viitattu 11.12.2022 <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>.

STUK 2019b. Mitä säteily on? Viitattu 24.11.2022 <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on>

TENK. 2023a. Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Viitattu 9.5.2023

<https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>

- TENK. 2023b. Opinnäytetyön eettiset ohjeet. Arene ry. Viitattu 10.5.2023.
<https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/Opinn%C3%A4ytety%C3%B6prosessin%20eettiset%20suositukset%20muistilista%20opiskelijalle%20ja%20ohjaajalle.pdf>
- Turun ammattikorkeakoulu 2022. Röntgenhoitajakoulutus. Viitattu 7.11.2022.
<https://www.turkuamk.fi/fi/tutkinnot-ja-opiskelu/tutkinnot/rontgenhoitaja-amk/>
- Vaara, S. & Syväranta, S. & Peltonen, J. 2021. Magneettikuvauksen ABC: T1, T2, fat sat, DWI ynnä muut. Viitattu 19.12.2022.
<https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo16593.pdf>
- Vilkka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.
- Westbrook, C. & Talbot J. 2019. MRI in practice. 5. Oxford: John Wiley & Sons
- Westbrook, C. 2014. Handbook of MRI technique. Cambridge: John Wiley & sons
- Winegar, B.; Kay, MD. & Taljanovic, M. 2020. Magnetic resonance imaging of the spine. Pub Med Central. Viitattu 10.11.2022.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7571515/>