



Magneettitutkimukset tutuiksi

Verkko-oppimateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille

Jyri Tikkala

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2021

Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

TIKKALA, JYRI:
Magneettitutkimukset tutuiksi
Verkko-oppimateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Joulukuu 2021

Magneettitutkimuksilla voidaan tuottaa tarkkaa kuvaa pehmytkudoksista ilman ionisoivaa säteilyä. Magneettitutkimukset lisääntyvät vuosi vuodelta, ja niitä voi hyödyntää esimerkiksi keskushermoston, tuki- ja liikuntaelinten sekä verenkiertoelimistön kuvantamisessa. Magneettikuvantaminen perustuu magneettisten atomiydinten ja ulkoisen magneettikentän vuorovaikutukseen. Nykytiedon mukaan magneettitutkimukset ovat turvallisia, mutta niihin liittyy kuitenkin magneettikenttien vaikutusten aiheuttamia vaaratekijöitä.

Opinnäytetyö tehtiin toiminnallisena ja sen tarkoituksena oli tuottaa verkko-oppimateriaali osaksi Tampereen ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelijoiden magneettikuvantamisen opintojaksoa. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä opiskelijoiden tietämystä magneettitutkimusprosessista ja siihen liittyvistä turvallisuustekijöistä ja -vaatimuksista.

Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimi Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyön tuotteeksi muodostui verkkokurssi Moodle-oppimisympäristöön. Verkkokurssi pitää sisällään teoretietoa magneettitutkimuksista, niiden prosessista ja turvallisuudesta. Niiden lisäksi kurssi sisältää video- ja verkkolinkkejä sekä lyhyitä testejä. Kehitysehdotuksena verkkokurssia voi tulevaisuudessa kehittää laajemmaksi sisällöltään sekä visuaalisesti laadukkaammaksi.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiotherapy

TIKKALA, JYRI:
Becoming Acquainted with MRI
E-learning Material for Radiography Students

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 2 pages
December 2021

Magnetic resonance imaging allows healthcare professionals to take precise images of soft tissues in the human body. As an advantage to more traditional ways of medical x-ray imaging, MRI does not use ionizing radiation. MRI is useful in scanning many different parts of the body including the central nervous system and musculoskeletal system. However, many kinds of safety factors and concerns arise from the usage of magnetic fields, of which each one has its own characteristics.

This study was conducted as a practice-based thesis. The purpose of this thesis was to create an e-learning material to back up radiography students' studies related to magnetic resonance imaging. This thesis aimed at augmenting the students' knowledge about the MRI process and safety factors as well as the requirements related to them.

This thesis was made in collaboration with the Tampere University of Applied Sciences. The final product that was created is an e-learning material in the form of a web course on the Moodle learning platform. The web course consists of PowerPoint slideshows and short tests. In addition, there are also hyperlinks that lead to videos and websites. In the future, the e-learning material can be developed into a more in-depth and visually enhanced entirety of better quality.

Key words: magnetic resonance imaging, MRI, e-learning material

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	MAGNEETTITUTKIMUKSET DIAGNOSTIIKASSA	6
	2.1 Magneettitutkimus kuvantamismenetelmänä	6
	2.2 Magneettitutkimusten prosessi.....	8
3	TURVALLISUUS MAGNEETTITUTKIMUKSISSA	10
	3.1 Magneettitutkimuslaitteen magneettikentät	10
	3.2 Röntgenhoitajan turvallinen työskentelytapa magneettitutkimuksissa	11
	3.3 Potilaan turvallisuus magneettitutkimuksissa	12
	3.4 Vaaratilanteet ja erilaiset luokitukset magneettitutkimuksissa	13
4	VERKKO-OPPIMATERIAALI OPETUKSESSA	16
5	TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ	18
	5.1 Toiminnallinen opinnäytetyö menetelmänä	18
	5.2 Verkko-oppimateriaalin suunnittelu, toteutus ja arviointi	19
6	POHDINTA	25
	6.1 Opinnäytetyöprosessi.....	25
	6.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	26
	6.3 Kehitysehdotukset ja oma oppimiskokemus	27
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	33
	Liite 1. Verkko-oppimateriaalin suunnitelma	33
	Liite 2. Verkko-oppimateriaali Moodlessa	34

1 JOHDANTO

Magneettitutkimus on tutkimusmenetelmänä suhteellisen tuore lääketieteellisen kuvantamisen kentällä. Ensimmäinen magneettitutkimuslaite on kuitenkin otettu käyttöön Suomessa jo vuonna 1984. Magneettitutkimuslaitteita oli Suomessa 150 kappaletta vuonna 2018. Magneettitutkimuksia suoritettiin silloin vuodessa yli 400 000 kappaletta ja laitteiden määrä nousee hiljalleen vuosittain. (STUK 2019.) Magneettitutkimus on nykytiedon mukaan oikeaoppisesti käytettynä turvallinen menetelmä suorittaa kuvantamista. Magneettitutkimuksissa ei käytetä ionisoivaa säteilyä. (Airo ym. 2015, 5.)

Magneettitutkimukset kuuluvat röntgenhoitajan osaamisalueeseen ja sisältyvät opintoihin (Tampereen ammattikorkeakoulu n. d.). Röntgenhoitajan ala on nopeasti kehittyvä, joten se vaatii jatkuvaa kykyä oppia uutta (EFRS 2018). Oppiminen vaatii aktiivista harjoittelua ja tiedon kertaamista. Jotta oppimista tapahtuu, edellyttää se oikean tiedon ymmärtämistä prosessoinnin ja ajankäytön avulla. Ymmärtämisen lisäksi opittua tietoa tulee kyetä soveltamaan. (Hemminki, Leppänen & Valovirta 2013, 9–11, 16.)

Tämän opinnäytetyön aiheena ovat magneettitutkimukset niiden prosessia ja magneettiturvallisuuksia painottaen. Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimii Tampereen ammattikorkeakoulu ja sen aihe on noussut röntgenhoitajan tutkinto-ohjelman tarpeista. Opinnäytetyön **tavoitteena** on lisätä opiskelijoiden tietämystä magneettitutkimusprosessista ja siihen liittyvistä turvallisuustekijöistä ja -vaatimuksista. Opinnäytetyön **tarkoituksena** on tuottaa verkko-oppimateriaali osaksi Tampereen ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelijoiden magneettikuvantamisen opintojaksoa. Opinnäytetyö on toiminnallinen, ja sen tuotteeksi valmistui verkko-oppimateriaali. Verkko-oppimateriaali on osa magneettikuvantamisen opintojaksoa, joka on laajuudeltaan kolme opintopistettä Tampereen ammattikorkeakoulun röntgenhoitajakoulutuksen 210 opintopisteestä. Oppimateriaali on luotu Moodlen oppimisympäristöön.

2 MAGNEETTITUTKIMUKSET DIAGNOSTIIKASSA

2.1 Magneettitutkimus kuvantamismenetelmänä

Magneettitutkimuksilla voidaan tuottaa tarkkoja kuvia pehmytkudoksista ja samalla saavutetaan tietokonetomografiatutkimuksiin verrattuna parempi kontrasti eri kudostyyppien välillä. Magneettitutkimuksia käytetään laajalti esimerkiksi keskushermoston, tuki- ja liikuntaelinten sekä verenkiertoelimistön kuvantamisessa. (Reddy, White & Wilson 2012, 140.) Magneettitutkimuksen etu muihin kuvantamismenetelmiin verrattuna on se, että siinä ei käytetä haitallista ionisoivaa säteilyä. Magneettitutkimukseen liittyy kuitenkin magneettikenttien aiheuttamia mahdollisia vaaratekijöitä, jotka aiheutuvat magneettikentän vaikutuksesta muuhun materiaan, kuten esimerkiksi metallisen esineen lentäminen kohti magneettitutkimuslaitetta. (George, Dela Cruz, Singh & Ilangoan n. d.) Magneettitutkimuslaitteiden magneettikentän voimakkuus on yleisimmin 1,5T (tesla) tai 3,0 T (Airo ym. 2015, 7; Panych & Madore 2018, 29). Magneettitutkimuslaitteeseen kuuluu erilaisia keloja, joiden avulla voidaan luoda staattinen magneettikenttä, paikantaa signaaleja sekä lähettää ja vastaanottaa pulsseja. Näihin keloihin lukeutuvat pääpiirteittäin päämagneetti, RF-lähetin sekä -vastaanotin ja gradienttikela. (Westbrook, Roth & Talbot 2011, 307–308.) Magneettitutkimuslaitteita on monenlaisia, mutta yleisimmin käytössä on tekniikaltaan suprajohtavaa sähkömagneettia käyttävät laitteet (Franco 2020, 343–344).

Magneettitutkimukset perustuvat magneettitutkimuslaitteen tuottaman staattisen magneettikentän ja magneettisten atomiydinten keskinäiseen vuorovaikutukseen. Tarkemmin ottaen tähän liittyvät magneettitutkimuksissa vedyn atomiydinten protonit, joilla jokaisella on omat pienet magneettikenttensä. (Reddy ym. 2012, 140; Lammentausta 2017; Hashemi, Lisanti & Bradley 2018.) Vety-ytimellä on magneettinen momentti, ja se pyörii akselinsa ympärillä satunnaiseen suuntaan. Kun magneettinen vety-ydin altistetaan vahvalle staattiselle ulkoiselle magneettikentälle, se asettuu ulkoisen magneettikentän kanssa linjaan. Osa magneettisista momenteista asettuu samansuuntaisesti ulkoisen kentän kanssa, ja osa vastakkaisuuntaisesti. Täten toisilla magneettisilla momenteilla pohjoisnapa

on ylä- ja toisilla alapuolella. Samansuuntaisesti asettuneita magneettisia momenteja on aina enemmän kuin vastakkaissuuntaisesti asettuneita, ja niiden erotus muodostaa nettomagnetisaation. (Westbrook ym. 2011, 2–7.)

Ulkoinen magneettikenttä aiheuttaa magneettiseen momenttiin myös toisen pyörimisliikkeen eli prekession. Prekessiotaajuus riippuu magneettikentän voimakkuudesta. Magneettikentän voimakkuuden kasvaessa myös prekessiotaajuus kasvaa. Prekessiotaajuutta voidaan kutsua myös larmor-taajuudeksi. Radiotaajuusella RF-pulssilla saadaan nettomagnetisaation vektori poikkeamaan ulkoisen magneettikentän linjasta. Tätä kutsutaan flip-kulmaksi. Flip-kulman saavuttaminen vaatii magneettisen resonanssin, joka saavutetaan vety-ytimen larmor-taajuuden vahvuisella RF-pulssilla. Kun RF-pulssi lakkautetaan, se saa aikaan relaksaation eli vety-ytimet luovuttavat RF-pulssin antaman energian pois. Tällä tavoin saadaan aikaiseksi signaali, joka voidaan ottaa talteen. (Westbrook ym. 2011, 8–16.) Relaksaatio voi olla joko T1- tai T2-relaksaatiota. T1- on pitkäikäistä ja T2-relaksaatio poikittaista suhteessa ulkoiseen magneettikenttään. (Lammen-tausta 2017.)

Magneettitutkimuksissa signaali voidaan vastaanottaa kelalla, joka on viritettynä oikeanlaiselle taajuudelle, sillä relaksaatiossa syntyvä energia on sähkömagneettista säteilyä. Keloja voidaan kutsua johdinsilmukoiksi ja niitä on magneettitutkimuslaitteen kiinteän kelan lisäksi myös pienempiä spesifejä keloja. Tutkimuspöytään on sisäänrakennettu selkækela. Sen lisäksi on esimerkiksi pääkeloja, taipuisia vartalokeloja ja polvikeloja. Samalla kelalla voidaan sekä lähettää pulssia että vastaanottaa signaalia, mutta on kuitenkin yleisempää vastaanottaa signaali kuvauskohdetta mahdollisimman lähellä olevalla kelalla. Pelkkä signaalien keräys ei vielä tuota kuvaa, vaan signaalin paikkainformaatio on kyettävä tunnistamaan. Tätä varten käytetään gradienttikelojen tuottamia gradienttikenttiä. (Lammen-tausta 2017.)

Magneettitutkimusten kolme kuvaussuuntaa ovat koronaali, sagittaali ja aksiaali. Koronaalisuunta on edestä ja sagittaali suoraan sivusta kuvautuva suunta. Aksiaalisuunta jakaa kehon ylä- ja alaosaan. (Elmaoğlu & Çelik 2012, 100.) Diagnostisessa kuvassa tulee näkyä selkeä kontrasti normaalien anatomisten kohteiden

sekä anatomian ja patologian välillä. Magneettikuvantaminen mahdollistaa erinomaisten kontrastin kuvissa erilaisten pehmytkudosten välillä. Kontrastieroihin vaikuttavat erilaiset parametrit kuten kudosten relaksaatioajat, TR (repetition time, TE (echo time) ja flip-kulma. Kontrasti syntyy kuviin signaalien vahvuuseroista. Vahvan signaalin alue näkyy kuvissa valkoisena, kun taas heikompi signaali ilmenee mustana. T1-painotuksessa rasva kuvautuu kirkkaana ja vesi tummana ja T2-painotuksessa päinvastoin, rasva tummana ja vesi kirkkaana. PD-painotuksessa korkean protonitiheyden alueet kuvautuvat kirkkaana ja matalan protonitiheyden alueet tummana. (Westbrook ym. 2011, 21–28.)

2.2 Magneettitutkimusten prosessi

Lähetteellä on suuri merkitys magneettitutkimuksissa, eikä magneettitutkimusta tulisi suorittaa ilman lääkärin lähetettä. Lähetteessä radiologi määrittää tarvittavat kuvaussekvenssit ja muut kuvaukseen liittyvät yksityiskohdat. Lähetteestä tulisi myös käydä ilmi mahdolliset kontraindikaatioita aiheuttavat tekijät. Potilas saa huomattavaa hyötyä hyvästä lähetteestä. Ilman lähetettä suoritettuihin magneettitutkimuksiin liittyy eettisiä ongelmia. Potilas voi saada esimerkiksi väärän diagnoosin, joka voi johtaa tarpeettomiin lisätutkimuksiin. (Aronen 2018, 597–598.) Diagnoosilla tarkoitetaan taudinmäärittystä (Duodecim Terveyskirjasto 2016a).

Magneettitutkimusprosessin olennainen osa on magneettiturvallisuuden takaava turvakontrolli. Kontrolli suositellaan suoritettavan kaksivaiheisesti sekä esitietolomakkeen täytöllä että sen suullisella läpikäynnillä. Tämän tulisi toteutua aina kii-reettömissä tilanteissa. (ACR 2020, 9–10.). Elmaoğlun ja Çelikin (2012, 95) mukaan ennen magneettitutkimusta potilaan kanssa käydään läpi esitietolomake kohta kohdalta ja esitetään tarkentavia kysymyksiä liittyen kehossa oleviin esineisiin ja materiaaliin. Potilaan ollessa raskaana tai sitä epäiltäessä, tulee konsultoida radiologia ennen tutkimusta. Edellä mainitussa tilanteessa tutkimuksen hyödyt ja mahdolliset riskit on tuotava potilaan tietoisuuteen. Jos potilas on työskennellyt paikoissa, joissa on mahdollista, että sirpaleita tai muita vierasesineitä on joutunut kehoon, tulee mahdollisista työtapaturmista tiedustella tarkemmin. Ennen huoneeseen siirtymistä potilaan tulee riisua kaikki metalliset esineet, kuten erilaiset korut. Tämän lisäksi puhelimet, kellot ja muut vastaavat tulee jättää

pois. Potilaalle voidaan antaa sairaalavaatteet omien vaatteiden tilalle tutkimuksen ajaksi. (Elmaoğlu & Çelik 2012, 95.)

Tutkimushuoneessa potilas menee makuulle tutkimuspöydälle tutkimuksen mukaiseen suuntaan ja asentoon. Kuvauskohteen ympärille asetetaan kela, ja tutkimuskohteen sekä sen väliin asetetaan suojapehmusteita. Niiden avulla kohde saadaan pysymään paikallaan. Potilaan kuulo tulee suojata, sillä hän altistuu kovalle melulle tutkimuksen aikana. Asettelulaserin käytössä tulee huomioida silmien sulkeminen niiden suojaamiseksi. Magneettitutkimuslaitteen putken ja potilaan väliin on hyvä laittaa suojausta mahdollisten RF-kenttien aiheuttamien palovammojen välttämiseksi. Myös kelojen kaapelit on hyvä asettaa erilleen potilaan ihosta ja varmistaa, että ne eivät ole kerällä. Potilaan tulisi olla niin, että hänen jalkansa eivät ole ristikkäin tai kädet pään päällä. Nämä voivat aiheuttaa silmuikoita ja suljettuja virtapiirejä, jotka voivat aiheuttaa perifeeristä hermostimulaatiota. (Elmaoğlu & Çelik 2012, 96.)

Magneettitutkimuksissa diagnostisen kuvan saavuttaminen on monivaiheinen ketju. Aluksi tehdään tutkimussuunnitelma, johon sisältyy lähetteen tarkastelu, potilaan haastattelu ja tarkkailu sekä turvallisuustekijöiden tiedostaminen. Suunnittelun jälkeinen kuvantamisprosessi pitää sisällään oikeiden kuvausprotokollien valinnan, potilaan oikeaoppisen asettelun, tutkimuksen aikaisen kommunikaation sekä itse kuvien tuoton. Kuvien valmistumisen jälkeen röntgenhoitaja arvioi saattujen kuvien laadun. (Lundvall, Dahlgren & Wirell 2014, 50–51.)

3 TURVALLISUUS MAGNEETTITUTKIMUKSISSA

3.1 Magneettitutkimuslaitteen magneettikentät

Staattinen magneettikenttä on magneettitutkimuslaitteen muodostama pääkenttä ja se on päällä koko ajan. Staattisen kentän voimakkuus ja suunta ovat muuttumattomia. Suljetussa solenoidisähkömagneetissa kentän suunta on yleensä horisontaalinen. Staattisella magneettikentällä ei ole tunnettuja pitkäaikaisia biologisia vaikutuksia ihmiselle. Ei-biologisia vaaroja aiheuttavat kuitenkin muun muassa ferromagneettiset esineet sekä implantoitujen välineiden toimintahäiriöt. Ferromagneettiset esineet voivat sinkoutua ohjusmaisesti kohti magneettiputkea. (Westbrook ym. 2011, 351–355; Airo ym. 2015, 7, 15; Panych & Madore 2018, 28–29.)

Gradienttikentät ovat päällä vain tutkimuksen aikana. Gradienttikenttien avulla saadaan valittua kehosta tietty leike, jota halutaan kuvata. Niitä kytketään päälle ja pois hyvin tihein aikaväleihin. Ajallisesti muuttuvat gradienttikentät voivat aiheuttaa perifeeristä hermostimulaatiota, valonväläyksiä silmissä sekä kovaa meteliä. (Westbrook ym. 2011, 349–350; Airo ym. 2015, 7; Panych & Madore 2018, 28–29.)

RF-kentät ovat käytössä vain tutkimuksen aikana. Ne voivat aiheuttaa kudosten lämpenemistä ja mahdollisia palovammoja. Kudosten lämpenemistä seurataan SAR-arvon eli ominaisabsorptionopeuden avulla ja niille on asetettu raja-arvot. RF-kenttien avulla saadaan vastaanotettavaa signaalia tutkimuskohteesta. (Westbrook ym. 2011, 346–348; Airo ym. 2015, 7; Panych & Madore 2018, 28–29.)

Magneettitutkimushuoneen magneettikenttä on mahdollista ajaa alas siihen tarkoitettua nappia painamalla. Tätä kutsutaan quenchaukseksi ja se tulisi tehdä vain sellaisissa hätätilanteissa, joissa se on välttämätöntä. Quenchauksessa magneettitutkimuslaitteen sisällä oleva jäähdyttävä helium ajetaan ulos siihen tarkoitettuun putkesta. Putken kautta helium kulkeutuu ulos rakennuksesta eikä päädy sisätiloihin. Jos tyhjennysjärjestelmässä on jotain vikaa, on mahdollista, että

heliumia päätyy huoneen sisälle. Tässä tapauksessa huoneeseen ei saa mennä sisälle, sillä helium syrjäyttää hapen. Tulipalotilanteissa on ennen sammutustomia varmistuttava siitä, että staattinen magneettikenttä on varmasti pois päältä. Palomiesten välineistö, esimerkiksi happipullo, voi sinkoutua kohti magneettitutkimuslaitetta, jos kenttä ei ole kokonaan alaslaskettuna. Magneettilaitteen uudelleen käyttökuntoon saattaminen on hyvin kallista ja aikaa vievää. Tämän lisäksi heliumin vapauttaminen voi vaurioittaa laitteen osia. Siksi alasajo tulisi suorittaa vain sitä vaativassa hätätilanteessa, jossa vaarassa on ihmishenki tai raajan menetys. (Westbrook ym. 2011, 353–354; Franco 2020, 345.) Markkinoille tuodaan nykyisin myös magneettitutkimuslaitteita, joissa on vain pieni määrä heliumia. Edellä mainitut laitteet eivät tarvitse erillistä poistoputkea, vaan helium pysyy laitteen sisällä. Staattisen magneettikentän alasajo voidaan suorittaa pienemmällä kynnyksellä, hätänappia painamalla. (Philips 2018.)

3.2 Röntgenhoitajan turvallinen työskentelytapa magneettitutkimuksissa

Magneettitutkimusten parissa työskentelevän röntgenhoitajan tulee kiinnittää jatkuvaa huomiota omiin toimintatapoihinsa, jotta hänen työpaikkansa määrittämät magneettitutkimusympäristön turvallisuuskäytänteet toteutuvat. Potilaiden ja henkilökunnan turvallisuus on hyvin tärkeää. Vaikka hoitajan tehtävänä on tuottaa korkealaatuisia diagnostisia kuvia, tulee hänen samalla taata potilaan turvallisuus kuvaustilanteessa. (Ponder 2015, 109–111; ACR 2020, 7.)

Röntgenhoitaja altistuu työssään lähinnä staattiselle magneettikentälle ja silloinkin verrattain lyhyissä jaksoissa. Staattinen magneettikenttä saattaa aiheuttaa erilaisia oireita, joista yleisin on huimaus. Muita mahdollisia oireita ovat näköhäiriöt, pahoinvointi, metallin maku suussa, silmävärve ja pyörtäminen. Hoitaja voi huomata magneettikentän vaikutuksen esimerkiksi magneettitutkimuslaitteen suuaukon välittömässä läheisyydessä työskennellessään ja tällöin hänen tulisi välttää nopeita pään liikkeitä. Röntgenhoitajan tulee työssään ottaa huomioon myös staattisen magneettikentän ominaisuus vetää puoleensa ferromagneettisia esineitä. (Airo ym. 2015, 6, 15; Walker, Fultz, Davies & Brockopp 2020, 321–322.)

Magneettitutkimuksia pidetään yleisesti turvallisena tutkimusmuotona, mutta turvallisuuden saavuttaminen vaatii henkilökunnalta turvallisuuskäytäntöjen huolellista noudattamista ja huomiointia. Esitietolomakkeiden ja haastattelun avulla suoritettu kontraindikaatioiden poissulku ja turvallisuusalueiden käyttö ovat esimerkkejä turvallisuuskäytännöistä. Magneettitutkimushuoneen sisälle menevien henkilöiden tarkkailu on tärkeä osa magneettiturvallisuutta. Kontraindikaatioiden poissuljennalla varmistetaan potilaille ja henkilökunnalle turvallinen ympäristö. (Beam ym. 2019, 234.) Kontraindikaatiolla tarkoitetaan tutkimusta estävää tai rajoittavaa syytä (Duodecim Terveyskirjasto 2016b). Kehossa sijaitseva metalli tai elektroninen laite voi toimia kontraindikaationa magneettitutkimukselle (Saunavaara 2014, 66). Kontraindikaatioiden poissuljennan ja turvallisuusalueiden käytön lisäksi mahdollisia apukeinoja loukkaantumisriskin vähentämiseksi ovat kulkuesteet sekä merkinnät (Beam ym. 2019, 234).

3.3 Potilaan turvallisuus magneettitutkimuksissa

Jokaisen magneettitutkimukseen tulevan potilaan tulee käydä läpi turvakontrolli. Tämä koskee myös muita ulkopuolisia henkilöitä, kuten esimerkiksi potilaan mahdolliset saattajat. Kontrolli suoritetaan yleensä esitietolomakkeen avulla ja sen tarkoituksena on poissulkea magneettitutkimukseen sopimattomien metallisten esineiden tai laitteiden pääsy huoneeseen potilaan tai muun henkilöstön mukana. Ferromagneettisten esineiden tunnistukseen suositellaan silmämääräisen tarkkailun lisäksi metallinpaljastinta. (ACR 2020, 9–10.)

Erilaisia potilaassa mahdollisesti olevia vierasesineitä on monia. Esimerkkejä yleisistä vierasesineistä ovat erilaiset raajaproteesit, sydämentahdistimet, lääkepumput ja kuulolaitteet. Nykyaikaisista sydämentahdistimista osa on magneettiyhteensopivia. Yhteensopivuus tulee kuitenkin tarkistaa. Jos potilaalla on aneurysmaklipsi, tulee sen valmistusaika ja magneettiyhteensopivuus selvittää. Vuonna 1995 tai sen jälkeen valmistetut klipsit hyväksytään, jos tuoteselosteessa valmistaja ilmoittaa magneettiyhteensopivuuden. (Saunavaara & Saunavaara 2018; ACR 2020, 12–14.) Erilaiset onnettomuudet ja vammat potilaan historiassa

ovat saattaneet johtaa siihen, että ferromagneettista materiaalia on päätynt kehon sisälle esimerkiksi implantointien tai sirpaleiden muodossa. Tällaisessa tilanteessa tulee selvittää kehossa olevan materian laatu. (ACR 2020, 12.)

Potilas altistuu magneettitutkimuksen aikana korkeatasoiselle melulle, joka voi aiheuttaa kuulovamman. Melu on kovimmillaan magneettitutkimuslaitteen välittömässä läheisyydessä ja erityisesti kuvaussekvenssien aikana melutason vaihdeltaessa. Magneettitutkimuksen aikana tulee käyttää kuulosuojaimia. (Airo ym. 2015, 17.) RF-kentistä johtuen potilaalle voi tulla tutkimuksen aikana hyvin lämmin. Myös palovammojen mahdollisuus on läsnä, jos kelat ja niiden johdot muodostavat kehiä. Gradienttikentät voivat aiheuttaa potilaalle meluhaitan lisäksi hermostimulaatiota ja näköhäiriöitä. (Westbrook ym. 2011, 346–350.)

3.4 Vaaratilanteet ja erilaiset luokitukset magneettitutkimuksissa

Magneettitutkimuksille ei ollut yleisiä julkaistuja turvallisuusnormeja ennen vuotta 2001. Sinä vuonna tapahtunut kuusivuotiaan lapsen kuolema magneettiputkeen sinkoutuneen happipullon seurauksena sai American College of Radiologyn perustamaan ammattilaisista koostetun komitean. Kyseisen komitean tehtävänä oli laatia dokumentti, joka asetti ohjesäännöt turvallisille magneettikäytännöille. (Westbrook ym. 2011, 342.) ACR:n ohjesäännöt on tarkoitettu kaikkien magneettitutkimuksia suorittavien yksiköiden käytettäväksi ja uusin versio on vuodelta 2020 (ACR 2020).

Magneettitutkimuksissa mahdollisia vaaratilanteita aiheuttavat tekijät liittyvät pääosin magneettikenttien vaikutuksiin. Magneettikenttien lisäksi magneettitutkimuksissa käytetään myös tehosteaineita, joihin liittyvät omat riskinsä. Gadolinium-pohjaiset tehosteaineet voivat aiheuttaa joillain ihmisillä haitallisia sivuvaikutuksia, joista yleisimpiä ovat ihottuma, pahoinvointi, kutina ja pistopaikan kipu. Vakavampi sivuvaikutus on nefrogeeninen systeeminen fibroosi. (MacIntyre 2020, 77–78.)

Magneettitutkimusympäristössä liikkuvat työntekijät voidaan jakaa kahteen tasoon heidän saamansa turvallisuusperehdytyksen ja -koulutuksen pohjalta. Ensimmäisen tason työntekijä on saanut magneettitutkimusalueella työskentelyyn vaadittavan vähimmäistason koulutuksen. Heitä ovat muun muassa potilasavustajat ja siistijät. Toisen tason työntekijät ovat saaneet perusteellisemmän koulutuksen magneettitutkimuksiin liittyvistä turvallisuustekijöistä, ja heihin lukeutuvat esimerkiksi magneettitutkimuksia tekevät röntgenhoitajat. Tason 1 ja 2 lisäksi voidaan määritellä kolmas luokka eli ulkopuoliset henkilöt. Ulkopuolinen henkilö voi olla esimerkiksi potilas tai potilaan saattaja, ja hänen tulee olla koko ajan magneettityöntekijän valvonnan alaisena. (Westbrook ym. 2011, 360; Airo ym. 2015, 14; ACR 2020, 7–8.)

Turvallisuuden takaamiseksi erilaiset esineet voidaan luokitella kolmeen eri luokkaan: MK-turvallinen, MK-ehdollinen ja MK-vaarallinen. MK-turvalliset esineet eivät aiheuta tunnettuja vaaratekijöitä missään magneettitutkimusympäristössä. MK-ehdolliset esineet ovat turvallisia tietyissä magneettitutkimusympäristöissä. MK-ehdollisuudelle on luotu kahdeksan alaluokkaa ja siihen vaikuttavat muun muassa eri magneettikentät sekä SAR-arvo. MK-vaaralliset esineet aiheuttavat vaaraa kaikissa magneettitutkimusympäristöissä. (Westbrook ym. 2011, 344–345; Airo ym. 2015, 11–12.)

Magneettitutkimushistorian aikana tapahtuneiden jopa kuolettavien onnettomuuksien johdosta magneettitutkimusympäristöön on luotu ja suositellaan käytettäväksi turvallisuusalueluokituksia. Alueet on jaoteltu numeroin 1–4. Ensimmäiselle alueelle pääsevät kaikki henkilöt ja siihen kuuluvat muun muassa yleiset käytävät ja tilat. Alue kaksi sijaitsee ensimmäisen ja kolmannen alueen välillä. Tälle alueelle pääsevät myös kaikki henkilöt, mutta siellä tulisi olla magneettitutkimuksiin koulutettu henkilö valvomassa kulkua kolmannelle alueelle. Toisen ja kolmannen alueen välillä tulisi olla myös lukittu ovi ja varoituskylttejä. Alueeseen kaksi kuuluu yleensä odotushuone. Kolmannelle alueelle on rajoitettu pääsy ja siellä yleensä sijaitsee esimerkiksi magneetin säätötila. Ulkopuolisen henkilön, joka ei ole läpäissyt turvakontrollia, tai ferromagneettisten esineiden vapaa pääsy kolmannen tason alueelle voi johtaa vakaviin vammoihin tai kuolemaan. Kolmannelle alueelle tulisi olla tarkka valvonta ja toisen tason työntekijän tulisi saattaa ensimmäisen tason työntekijä tälle alueelle. Heidän välillään tulisi myös pysyä

jatkuva kommunikaatioyhteys. Neljäs alue pitää sisällään itse magneettitutkimushuoneen ja sinne pääsevät vain turvakontrollin läpäisseet potilaat ja 1. tason työntekijät 2. tason työntekijän saattamana. Tutkimushuoneessa vaikuttavat magneettikentät ja sinne tulee olla pysyvä kommunikaatioyhteys. (Westbrook ym. 2011, 358–359.)

4 VERKKO-OPPIMATERIAALI OPETUKSESSA

Oppimateriaalin tarkoitus on soveltua opetus- ja opiskelukäyttöön sekä tukea opetusta ja oppimista. Verkko-oppimateriaali tuo oppimiseen uusia keinoja tiedon käyttämisessä ja kehittämisessä sekä tehtävien tekemisessä. Verkko-oppimisessa pinnalle nousevat verkon käytön tekniset, kuten jakamisen ja linkityksen, mahdollisuudet. Laadukas verkko-oppimateriaali on monen tekijän summa; siinä yhdistyvät sisältö, visuaalisuus, tehtävät ja teknillinen puoli toimivana kokonaisuutena. (Opetushallitus n. d.) Verkko-oppimateriaalia voidaan mukauttaa opiskelijan osaamisen tasoon, kiinnostukseen ja tarpeisiin sopivaksi. Hyvä verkko-oppimateriaali on helppokäyttöinen ja tukee opiskelijan kehittymistä ajattelua aktivoiden sekä yhteisöllistä ja jatkuvaa työskentelyä tukien. (Ilomäki 2012, 11.) Verkko-oppimateriaali voidaan jakaa useaan eri luokkaan, joita ovat muun muassa verkkokurssi, oppimispeli, simulaatio ja erilaiset esitykset, kuten Power-Point-esitys. (Ilomäki 2012, 8–9.) Opetushallituksen (n.d.) mukaan verkko-oppimateriaali kattaa kaiken oppimateriaaliksi tarkoitetun sisällön, joka on saatavilla verkossa. Verkko-oppimateriaalilla ei ole vakiintunutta termiä, ja esimerkiksi opetushallituksen materiaaleissa sitä kutsutaan e-oppimateriaaliksi. (Opetushallitus n.d.)

Verkko-oppimateriaali on vain osa oppimista ja opettamista, eikä tee siitä itsessään korkealaatuista. Opettajan työtavat, käytännöt ja menetelmät ovat keskeisessä roolissa opetuksen onnistumisessa. Hyvä verkko-oppimateriaali antaa liikkumavaraa alkuperäisestä suunnitelmasta poikkeaville käyttötavoille. (Opetushallitus n.d.) Verkko-opetuksessa suunnittelu ja tarkastelu on tehtävä painottaen oppijan oppimisprosessia. Edellä mainittu poikkeaa perinteisestä opetusprosessista ja opetuksen suunnittelusta. (Silander & Koli 2007, 7.) Laadukkaalla verkkokurssilla on mahdollista saavuttaa hyviä oppimistuloksia ja se mukautuu joustavasti opiskelijoiden erilaisiin aikatauluihin. Verkkokurssin avulla voi myös tavoittaa suuren määrän opiskelijoita, jolloin se säästää valmistuttuaan aikaa. (Huhtanen 2019.)

Verkko-oppimateriaali on mahdollista kategorisoida digitaaliseen ja digitalisoituun oppimateriaaliin. Digitaalinen oppimateriaali voidaan edelleen jaotella staattiseen ja dynaamiseen verkko-oppimateriaaliin. Tämän lisäksi se pitää sisällään myös muun staattisen ja dynaamisen oppimateriaalin tai -aineiston. (Karjalainen 2006, 34.) Staattiset verkko-oppimateriaalit ovat tarkoitettu verkossa käytettäväksi tai niiden täyteen toimivuuteen tarvitaan verkkoa. Niihin lukeutuvat hyperlinkit ja muut vain verkossa toimivat toiminnallisuudet, jotka on suunniteltu materiaalissa etenemiseen. Dynaaminen verkko-oppimateriaali on liikkuvaa ja interaktiivista materiaalia. Siihen lukeutuvat muun muassa erilaiset animaatiot ja simulaatiot, jotka vaativat verkon toimiakseen. Dynaamista verkko-oppimateriaalia ei voi tulostaa ilman, että sen toiminnallisuus kärsii oleellisesti. Muut staattiset sekä dynaamiset verkko-oppimateriaalit voidaan jakaa samalla tavalla. Staattisen ja dynaamisen oppimateriaalin ero liittyy vuorovaikutukseen. Staattisessa verkko-oppimateriaalissa ei ole aktiivista vuorovaikutusta opiskelijaan nähden. Dynaamiset oppimateriaalit vaativat opiskelijan panosta oppimisessa ja toimivat vuorovaikutteisesti. (Karjalainen 2006, 34–35.)

Opetus ja oppiminen sisältävät kolme olennaista osatekijää, joita ovat oppija, henkilö tai jokin asia, joka ohjaa oppijaa sekä hänen kykynsä omaksua asenteita, tietoa tai tapoja. Oppijaa ohjaava asia voi olla esimerkiksi virtuaaliympäristö, simulaatio tai vaikka teksti. (Boettcher & Conrad 2016, 6–7.) Oppijakso on oppimistapahtumien ketju, joka tapahtuu ennalta määritetyllä ajanjaksolla. Oppijan odotetaan tänä aikana omaksuvan ohjaajan avustuksella tietty määrä tietoa, taitoja ja asenteita. Oppijakson lopulla arvioidaan, onko oppija saavuttanut tavoitteet. (Boettcher & Conrad 2016, 7.)

Oppimiseen tarkoitettu verkkomateriaali kannattaa pitää kevyenä kokonaisuutena. Jos uutta tietoa ja tehtäviä on liiallinen määrä, vaikeuttaa se oppimistavoitteiden saavuttamista. Toisiinsa liittyvät sisällöt kannattaa yhdistää, jolloin tiedon etsiminen helpottuu ja lukuisten alakansioiden määrä vähenee. (Davis 2015, 1–5.)

5 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ

5.1 Toiminnallinen opinnäytetyö menetelmänä

Toiminnallinen opinnäytetyö on yksi ammattikorkeakoulun opinnäytetöiden menetelmävaihtoehdoista. Sen tarkoituksena on tuottaa tuote yhteistyökumppanille. (Airaksinen 2009.) Tämän opinnäytetyön tuotteena syntyi verkko-oppimateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille Moodle-verkkokurssin muodossa. Toiminnalliseen opinnäytetyöhön sisältyy tuotteen lisäksi myös prosessin dokumentointi ja sen arviointi (Airaksinen 2009). Tuotteen toteutuminen ja siitä raportointi on oleellista yhdistää tutkimusviestinnän keinoin, ja raportoinnissa on tärkeää ilmetä valmiin tuotteen saavuttamiseksi käytetyt keinot (Vilka & Airaksinen 2003, 9, 51). Vilkan ja Airaksisen (2003, 9) mukaan toiminnallisessa työssä tavoitellaan esimerkiksi toiminnan ohjeistamista tai opastamista. Verkko-oppimateriaali antaa röntgenhoitajaopiskelijalle perustietopohjan magneettitutkimuksista. Tuote tehtiin Tampereen ammattikorkeakoulun röntgenhoitajan tutkinto-ohjelman käyttöön. Tuotteen tekijänoikeudet kuuluvat toiminnallisen opinnäytetyön tekijälle, mutta tarvittaessa ne voidaan luovuttaa yhteistyökumppanille. Tässä tapauksessa asiasta tulee tehdä osapuolten välinen sopimus, joka on hyvä tehdä kirjallisena. (Vilka & Airaksinen 2003, 162.) Tämän opinnäytetyön tuotteen muokkaus-, päivitys- ja tekijänoikeudet luovutetaan yhteistyökumppanille.

Opinnäytetyöhön etsittiin lähteitä Tampereen korkeakouluyhteisön kirjaston ja erilaisten tietokantojen, kuten CINAHL ja PubMed, avulla. Niiden lisäksi käytettiin Lääketieteellisen Aikakausikirja Duodecimin sivustoja, Duodecim Oppiporttia, vanhojen opinnäytetöiden lähdeluetteloita sekä Säteilyturvakeskuksen sivuja. Googlen avulla päästiin joillekin nettisivuille, kuten Operight-sivusto, josta löytyy vastauksia opetukseen liittyviin tekijänoikeuskysymyksiin. Hakusanoina käytettiin muun muassa seuraavia: "magnetic resonance imaging", "MRI", "safety", "patient" ja "online learning material".

5.2 Verkko-oppimateriaalin suunnittelu, toteutus ja arviointi

Röntgenhoitajan koulutus kestää kolme ja puoli vuotta, koostuen 210 opintopisteestä. Valmistuttuaan opiskelijasta tulee säteilyn lääketieteellisen käytön asiantuntija. Opinnoissa perehdytään moniin eri aihealueisiin, joihin lukeutuvat muun muassa röntgen- ja magneettitutkimukset sekä sädehoito. Röntgenhoitajan työkuvaan kuuluu itsenäistä sekä moniammatillista työskentelyä, jonka parissa hän kohtaa eri tavoin sairaita asiakkaita ja potilaita, eri kulttuureista ja ikäluokista. (Tampereen korkeakoulu yhteisö n.d.) Röntgenhoitajan opinnoissa magneettitutkimuksiin liittyvä opintojakso on kolmen opintopisteen laajuinen. Opintojakso alkaa toisen lukuvuoden syksynä. (Tampereen ammattikorkeakoulu n.d.).

Verkkokurssia rakennettaessa suunnitellaan opiskelijan oppimisprosessia. Suunnittelussa tulee huomioida opiskelijan tavoitteet sekä niiden saavuttamiseksi tarvittava materiaali ja toimintatavat. Kurssin sisällön lisäksi on mietittävä opiskelijan ohjausta ja kurssin aikaisen oppimisen arviointia. (Keränen & Penttinen 2007, 138.) Toiminnallisen opinnäytetyön tuote on aina jollekin tai jonkun käytettäväksi tehty, siksi kohderyhmä on valittava ja rajattava (Vilkka & Airaksinen 2003, 38). Tämän opinnäytetyön tuotteen kohderyhmänä ovat kaikki nykyiset ja tulevat Tampereen ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelijat, jotka eivät ole vielä suorittaneet magneettitutkimuksiin liittyviä opintoja. Verkkokurssi on tarkoitettu osaksi Magneettitutkimukset-opintojaksoa. Opiskelijoiden oppimistavoitteena verkkokurssilla on saada perustiedot magneettitutkimuksista- ja turvallisuudesta. Niiden pohjalle voidaan rakentaa syvempi tietämys varsinaisella opintojaksolla. Verkkokurssin suoritus sopii esimerkiksi opintojakson alkuun, opiskelijan suorittaessa kurssin itsenäisesti. Keskustelualueille ei nähty tarvetta, sillä kurssi suoritetaan itsenäisesti ja se on tiivis paketti. Kurssin alussa on kuitenkin uutisalue, johon ylläpitäjä voi ilmoittaa esimerkiksi aikatauluja kurssin suoritukseen liittyen (liite 2).

Verkko-oppimateriaali luotiin Moodleen, sillä se on Tampereen ammattikorkeakoulun käyttämä alusta. Moodle on maailmanlaajuisesti käytössä oleva avoimen lähdekoodin verkko-oppimisympäristö, joka soveltuu sekä lähiopetuksen tueksi että etäopiskeluun. Moodle on Suomen korkeakouluissa käytetyin verkko-oppi-

misympäristö. (MoodleDocs 2021.) Verkko-oppimateriaalista luonnosteltiin suunnitelma (liite 1), jonka osiot suunniteltiin teorian sekä opinnäytetyön tekijän harjoitteluissa saaman käytännön kokemuksen pohjalta.

Verkkokurssista suunniteltiin alun perin valmista kokonaisuutta, mutta prosessin aikana kahden henkilön kokoonpano muuttui yhdeksi henkilöksi. Tästä syystä yhteistyökumppanin kanssa sovittiin, että verkkokurssista tehdään eräänlainen runko, jota on mahdollista kehittää valmiiksi verkkokurssiksi tulevaisuudessa. Kehityksestä vastaava tekijä voi esimerkiksi hyödyntää Moodlen tarjoamia aktiviteettivaihtoehtoja laajemmin sekä viedä sivun visuaalista ilmettä eteenpäin erilaisten kuvien ja kuvakkeiden avulla. Boettcherin ja Conradin (2016, 63) mukaan ensi kertaa uudessa ympäristössä tai uudelle kohderyhmälle opettaessa on hyvä pitää asiat yksinkertaisena ja rakentaa kurssi perusvälineistön ympärille. Perusvälineistönä tässä tapauksessa tekijä käytti esimerkiksi diaesityksiä ja niiden jälkeisiä testejä. Kokemuksen kerryttyä muutamien kokeilujen jälkeen, voi kurssia muokata ja haaroittaa laajemmaksi. (Boettcher & Conrad 2016, 63).

Verkkokurssin sisältö on jaettu kuuteen eri osioon, joista kolme ovat niin sanotusti pääasiallisia oppimisalueita (kuva 1; liite 2). Nämä ovat magneettitutkimus kuvantamismenetelmänä, magneettiturvallisuus magneettitutkimuksissa sekä magneettitutkimusprosessi pään kuvantamisessa. Pään magneettitutkimus valikoitiin esimerkkiprosessiksi. Kaikki osiot ovat alusta asti avoimena kurssin osallistujille. Osiot sisältävät PowerPoint-esityksen teoriaosuutena, jonka jälkeen tehdään lyhyt tehtävä testin muodossa. Tehtävien avulla saadaan aktivoitua ja osallistettua verkko-oppimateriaalin suorittajaa. Osallistaminen antaa opiskelijalle mahdollisuuden ottaa vastuuta omasta ammatillisesta kasvustaan (Perunka & Happo 2018). Näiden lisäksi johdanto ja magneettitutkimusprosessi-osio sisältävät videolinkit (kuva 1). Video- ja muut linkit ovat oppimisympäristössä sallittuja, kun linkin takana oleva materiaali on vapaasti kaikkien nähtävillä ja se on laillisesti jaettu (Operight n.d.). PowerPoint-esitysten ja testien sisältö on rakennettu opinnäytetyön tietoperustan pohjalta. PowerPoint valittiin alustaksi teorian jakamiselle, sillä se oli tekijälle ennestään tuttu ja tiedon jäsentäminen sinne on yksinkertaista. PowerPoint-esitykset pyrittiin pitämään suhteellisen lyhyinä, jotta opiskelijan keskittymiskyky pysyy yllä. Ihmisen tarkkaavaisuus herpaantuu noin 15–20 minuutin välein (Huhtanen 2019, 7).

▼ Johdanto

Tämän kurssin tarkoituksena on antaa johdatus magneettitutkimusten ihmeelliseen maailmaan. Kurssi sisältää kolme pääosiota: Magneettitutkimus kuvantamismenetelmä, magneettiturvallisuus magneettitutkimuksissa sekä magneettitutkimusprosessi pään kuvantamisessa. Jokaisessa osiossa on diaesitys, joka pitää sisällään osion pottavimmat puheenaiheet. Diaesityksen jälkeen pääset suorittamaan lyhyen testin. Näiden lisäksi osiossa voi olla mukavia videolinkkejä. "If a picture is worth a thousand words then a video is worth a million." Sitteen voit siirtyä seuraavaan osioon.

Kurssin tarkoituksena ei ole tehdä sinusta mestaria, vaan se valmistaa sinua myöhempään syvällisempään magneettitaikojen oppimiseen. Muista nauttia! :)

Kurssi on eräänlainen runko kokonaistaatuisemmalle verkkokurssille, jota tulevat oppinnytetöiden tekijät voivat kehittää. Kurssin on tehnyt Jyri Tikkala ja se on hänen toiminnallisen oppinnytetönsä tuote.

[Magneettifysiikkaa yksinkertaisesti ihmisen havainnollistamana](#)

Tämän videon avulla voi saada paremman ymmärryksen magneettitutkimusten perusteista. Videon on kuvannut Oxford Medical Illustration. Video on englanninkielinen.

► Magneettitutkimus kuvantamismenetelmä

► Magneettiturvallisuus magneettitutkimuksissa

▼ Magneettitutkimusprosessi pään kuvantamisessa

Tässä osiossa tutustutaan magneettitutkimusprosessiin ja käytetään esimerkkinä pään magneettitutkimusta.

[Video pään magneettitutkimuksen prosessista](#)

Videolla käydään läpi esivalmisteluja sekä asetellaan potilas kuvaukseen.

[Magneettiproessi-PowerPoint](#)

Linkki vie PowerPoint-esitykseen.

[Testaa tietosi prosessista!](#)

0 attempted

► Muita linkkejä opin lisäämiseksi

► Lähteet

KUVA 1. Verkkokurssi osioineen.

Johdantoon sisällytetty videolinkki (kuva 1) mahdollistaa opiskelijalle verkkokurssilla kevyen aloituksen. Videolinkki johtaa magneettifysiikkaa yksinkertaisesti havainnollistavaan Youtube-videoon. Videon katsottuaan opiskelijan voi olla helpompi sisäistää ensimmäisen oppimisalueen teorian fysiikkaosuus. Verkkokurssin muita linkkejä sisältävän osion avulla opiskelija voi syventää tietoaan muun muassa turvallisuudesta ja magneettitutkimusten teknisistä tekijöistä. Osion linkit johtavat esimerkiksi MRIsafety.com -sivustolle ja Imaioksen interaktiiviselle verkkokurssille. Sivustot ovat englanninkielisiä, joten samalla opiskelijan on mahdollista kehittää englannin kielen taitoaan ja oppia ammattisanastoa englanniksi.

Verkkokurssin värimaailmaan valikoitiin keltaisia värejä, koska keltainen väri voidaan yhdistää iloisuuden tunteeseen (Jonauskaite ym. 2019, 280–281; kuva 1). Tällä värivalinnalla pyrittiin synnyttämään opiskelijassa positiivisia tuntemuksia kurssia suorittaessa. Jonauskaiten ym. (2019) tutkimuksen mukaan myös punainen ja oranssi ovat yhteydessä iloisuuteen, ja lämpimät kirukkaat värit ylipäättään.

PowerPoint-esitysten ulkoasuun valittiin oranssin sävyä. Taustan väriksi valittiin musta luettavuuden ja tekijän omien esteettisten mieltymysten perusteella (kuva 2). Testien värimaailmaan ei pystynyt vaikuttamaan.



KUVA 2. Esimerkki diaesitysten ulkoasusta.

Multimediaa käyttävässä opetuksessa on suotavaa positiivisen mielialan läsnäolo. Positiivinen mieliala voi tehostaa opiskelijan sisäistä motivaatiota ja antaa henkistä vahvuutta. Sen lisäksi tehtävien vaikeusaste saattaa vaikuttaa matalammalta. Opiskelijan asennoituminen oppimateriaalia kohtaan on myös parempi, kun hän kokee positiivisia tunteita. (Liew & Tan 2016, 112.) Tällä verkkokurssilla opiskelijan mielialaan on koettu vaikuttaa värien lisäksi myös käyttämällä huumorisävytteistä puhekielistä kerrontaa tekstiosuuksissa. Tapolan ja Veermansin mukaan (2012, 74–75) erilaisella ja tavallisuudesta poikkeavalla toiminnalla saatetaan herättää opiskelijassa väliaikaista kiinnostusta, sillä se voi olla opiskelijan mielestä piristävää vaihtelua. Oppimisen näkökulmasta katsottuna olisi kuitenkin parempi, että aikaansaatu kiinnostus ja motivaatio pysyisivät yllä alkuinnostuksen jälkeenkin. Oppilaan kiinnostuksen herättävä oppimateriaali voi sisältää esimerkiksi yllätyksellisiä, humoristisia, konkreettisia tai intensiivisiä elementtejä. (Tapola ja Veermans 2012, 74–75.) Motivaatioon ja kiinnostukseen vaikuttavat myös yksilölliset piirteet ja opiskelijan aiempi tietopohja aiheesta (Tapola & Veermans 2012, 75–77). Verkkokurssin tyyli ei välttämättä toimi jokaisen yksilön kohdalla, vaan se kuvastaa kurssin tekijän tyylillisiä mieltymyksiä.

Verkkokurssin testien kysymykset laadittiin PowerPoint-esityksissä opetetun tiedon perusteella. Testit olivat viiden kysymyksen pituisia, lyhyitä ja ytimekkäitä, ja ne sisälsivät monivalintakysymyksiä, tosi/epätosi -väittämiä sekä yhdistelytehtäviä (kuva 3). Testejä voi suorittaa uudestaan rajattomasti ja niiden kysymykset valikoituvat satunnaisesti kysymyspankista. Testien läpäisyyn vaaditaan oikea vastaus jokaisesta kohdasta. Opiskelija saa testin palautettuaan pisteellisen arvon suorituksestaan sekä näkee oikeat vastaukset. Keränen ja Penttinen (2007, 140) kertovat kirjassaan, että monivalintatehtävien avulla ei voida todeta opiskelijan syvällistä osaamista, mutta ne kuitenkin havainnollistavat aiheeseen liittyvän teorian tiedon tuntemuksen ja oppimateriaalin hallinnan. Testit antavat opiskelijalle palautetta hänen omasta osaamisestaan ja toimivat objektiivisena arviointivälineenä. (Keränen & Penttinen 2007, 140.)

Millainen on T1-painotus?

Valitse yksi:

- A. Rasva kuvautuu tummana ja vesi kirkkaana
- B. Rasva ja vesi kuvautuvat molemmat tummana
- C. Vesi kuvautuu tummana ja rasva kirkkaana
- D. Rasva ja vesi kuvautuvat molemmat kirkkaana

Raahaa valitsemasi painotus oikean kuvan päälle.



Magneettitutkimuksissa kuvan synnyttämiseen käytetään ionisoivaa säteilyä.

Valitse yksi:

- Tosi
- Epätosi

KUVA 3. Verkkokurssin testin sisältöä.

Onnistuneessa verkko-oppimateriaalissa sisältö ja toteutus ovat opettajan sekä opiskelijan näkökulmasta katsottuna hyvänlaatuisia. Verkko-oppimateriaaleja on mahdollista arvioida siihen tarkoitetuilla järjestelmillä. Niiden avulla voidaan arvioida esimerkiksi käytettävyyttä, pedagogista käytettävyyttä, graafista suunnittelua, saavutettavuutta sekä teknistä toteutusta. (Keränen & Penttinen 2007, 149.)

Verkkokurssille ei suoritettu vertaisarviointia aikataulullisista syistä. Vertaisarvioinnin avulla olisi voinut parantaa kurssin toimivuutta sekä laadukkuutta. Palautteen avulla verkkokurssia on mahdollista parantaa ja elävöittää. Samalla oppimistavoitteiden täytyminen helpottuu. (Boettcher & Conrad 2016, 64.)

Opinnäytetyön tekijän mielestä luotu verkko-oppimateriaali saavuttaa kurssille asetetut tavoitteet, antaen opiskelijalle tiedollisen kivijalan tulevaa magneettitutkimusteoriaa varten. Toiminnallisessa opinnäytetyössä arvioinnin kannalta tärkeintä on tavoitteiden saavuttaminen (Vilkkä & Airaksinen 2003, 155). Verkkokurssin tiivis sisältö on tekijän mielestä riittävä, sillä se on osa opintojaksoa, johon sisältyy paljon opetusta erikseen kurssin sisältämistä, ja myös sen ulkopuolisista, aihealueista, ja tällöin opiskelijoiden voimavarat eivät ehdy jo opintojakson alussa. Verkkokurssin ulkoasuun tekijä olisi halunnut vaikuttaa enemmän, mutta Moodlen toiminnot asettavat tietyt rajoitteet, vaikka sivuston täyttäisi erilaisilla kuvakkeilla. Tekijän mielipiteellä on kuitenkin vain yhden henkilön sanallinen paino, joka saattaisi poiketa ulkopuolisten henkilöiden arviointilomakkeen ja kirjallisen palautteen välityksellä antamasta arvioinnista. Vilkan ja Airaksisen (2003, 157) mukaan tavoitteiden saavuttamisen arviointiin on usein mielekästä kerätä palautetta kohderyhmältä, jotta arvio tuotteesta ei jäisi subjektiiviseksi.

6 POHDINTA

6.1 Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyöprosessi alkoi alkuvuonna 2020 opinnäytetöiden aiheseminaarissa, mutta siellä saatu aihe kuitenkin vaihtui helmikuussa 2021. Alkuperäisellä aiheella oli eri yhteistyökumppani ja opinnäytetyön menetelmä. Helmikuussa 2021 pidetyssä opinnäytetyöohjauksessa saatiin lopullinen aihe opinnäytetyölle. Samalla pidettiin myös yhteistyöpalaveri. Aiheeksi muodostui magneettitutkimuksiin liittyvä verkko-oppimateriaali. Alkuperäinen aihe liittyi myös magneettitutkimuksiin, sillä opinnäytetyön tekijät olivat yleisesti kiinnostuneita magneettitutkimuksista. Vilkan ja Airaksisen (2003, 16–17) mukaan hyvä aihe nousee koulutusohjelman opinnoista ja sen avulla voi syventää oman alan aiheeseen liittyviä tietoja ja taitoja. Toiminnalliselle opinnäytetyölle on myös hyvä löytää toimeksiantaja, jolloin on mahdollisuus näyttää omaa osaamista laajemmin itse työn ja prosessin kautta sekä saada yhteyksiä työelämään (Vilka & Airaksinen 2003, 16–17). Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Tampereen ammattikorkeakoulu.

Opinnäytetyösuunnitelman teko aloitettiin syksyllä 2020. Toimintasuunnitelman tarkoitus on kertoa mitä tehdään, miten tehdään ja miksi tehdään. Suunnitelman avulla opinnäytetyön ideasta ja tavoitteista tulee tiedostettuja, harkittuja ja perusteltuja. Se jäsentää työn tekijälle, mitä ollaan tekemässä sekä osoittaa kykyä johdonmukaiseen päättelyyn. Tämän lisäksi toimintasuunnitelma on lupaus sitoutumisesta aiheeseen. (Vilka & Airaksinen 2003, 26–27.) Suunnitelma eteni hitaasti helmikuuhun asti, jolloin opinnäytetyön aihe muuttui. Kirjassaan Vilka & Airaksinen (2003, 27) kertovat, että opinnäytetyön tekemiseen liittyvät ongelmat eivät kovin usein ratkea aiheen jatkuvalla vaihtamisella. Tässä opinnäytetyössä aiheen vaihtuminen tapahtui yhden kerran, ja eteni valmiiseen suunnitelmaan toukuussa 2021. Suunnitelmaa työstettiin aluksi kahden opiskelijan voimin, mutta heidän tiensä erosivat myöhemmin.

Kesällä 2021 oli tarkoitus rakentaa teoreettista viitekehystä opinnäytetyölle sekä työstää tuotetta, mutta sitä tapahtui hyvin vähän. Teoriapohjan työstöä ja tiedon-

hakua suoritettiin syksyllä 2021 ja se saatettiin loppuun lyhyellä aikavälillä. Samalla rakennettiin verkkokurssi laajalti alkuluonnostelmista valmiiksi asti. Opinnäytetyöprosessin eteneminen on havainnollistettu taulukossa 1. Prosessin aikana saatiin tukea ja ideoita opinnäytetyön ohjaajalta ohjaustilanteiden muodossa.

TAULUKKO 1. Opinnäytetyöprosessin eteneminen

Helmikuu 2021	Uusi opinnäytetyöaihe
Toukokuu 2021	Valmis opinnäytetyösuunnitelma
Kesä-elo-syyskuu 2021	Opinnäytetyön raportin ja tuotteen työstämistä
Lokakuu 2021	Opinnäytetyön raportin ja tuotteen työstämistä
Marraskuu 2021	Raportin ja tuotteen työstäminen sekä viimeistely
Joulukuu 2021	Opinnäytetyöseminaari

Saavutettavuus on otettu huomioon opinnäytetyön raportissa, jossa se on pyritty takaamaan muun muassa kirjoittamalla kuviin vaihtoehtoiset kuvatekstit. Valmiiseen raporttiin on suoritettu helppokäyttöisyyden tarkistus. Verko-oppimateriaalissa saavutettavuutta ei ole varmistettu, sillä sen suorittavat henkilöt ovat hyvin pienellä todennäköisyydellä sen tarpeessa.

6.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Toisten ajatusten tai ideoiden anastamista kutsutaan plagioinniksi. Toisen tutkijan työn esittäminen omana, on tutkimuksen eettisten pelisääntöjen vastaista. Plagiointiin voivat johtaa lähdeviittaukset, jotka ovat epäselviä tai vaillinaisia. Lähdeviitteet on hyvä merkitä todella tarkasti ja tunnollisesti. (Vilka & Airaksinen

2003, 78.) Tässä työssä on pyritty käyttämään tekstiviitteitä oikeaoppisesti ja laajasti sekä merkitsemään lähteet lähdeluetteloon oikeaoppisesti. Työssä esiintyvillä tiedoilla on annettu lähteiden avulla perustelu.

Opinnäytetyössä käytettyä teoriaa on parhaan mukaan etsitty lähdekritiikki mielessä pitäen. Vilkan & Airaksisen (2003, 72) mukaan tutkimukseen tarvittavaan lähdeaineiston hakuun tarvitaan lähdekritiikkiä ja taitoa valita käytetyt lähteet harkiten. Tiedonlähteestä on hyvä tarkastella sen auktoriteettia, ikää, tunnettuutta, laatua ja uskottavuuden astetta. (Vilka & Airaksinen 2003, 72.) Opinnäytetyössä on pyritty käyttämään mahdollisimman tuoreita lähteitä. Tavoitteena muuttuvan tiedon iässä oli kymmenen vuotta. Artikkeleita etsiessä tavoiteltiin vertaisarvioituja vakuuttavissa lehdissä olevia julkaisuja. Opinnäytetyössä on käytetty sekä ensisijaisia että toissijaisia lähteitä. Alkuperäisten julkaisujen käyttö on suositeltavaa, sillä toissijaisissa lähteissä on mahdollisuus tiedon muuntumiselle (Vilka & Airaksinen 2003, 73).

Opinnäytetyön raportti on kirjoitettu Tampereen ammattikorkeakoulun kirjallisen raportoinnin opasta noudattaen. Verkkokurssin tekoon käytettyjen kuvien lähteet ja muu lähdemateriaali on mainittu esityksissä sekä verkkokurssin omassa lähdeluettelossa. Kuvia käytettäessä on tutustuttu niiden tekijäoikeuksiin luvallisen käytön varmistamiseksi. Internetistä saatuja kuvia voidaan käyttää oppimateriaalissa, jos oikeudenhaltija on merkinnyt vapaan käytön tiettyihin tarkoituksiin (Operight n. d.).

Opinnäytetyön tuotteen luotettavuutta olisi voinut lisätä laatimalla arviointilomake, johon olisi vastaanotettu vertaisopiskelijoiden numeraalinen ja sanallinen arvostelu. Arvostelun pohjalta tuotetta olisi ollut mahdollista kehittää paremmaksi, mutta se jätettiin kuitenkin suorittamatta aikataulullisista syistä.

6.3 Kehitysehdotukset ja oma oppimiskokemus

Opinnäytetyöprosessin aikana opinnäytetyön tekijä oppi valtavasti ajankäytöstä sekä sen hallinnasta. Samalla hän sai kokea, mihin voi johtaa niiden huono hallintaa. Suurimpana haasteena opinnäytetyöprosessissa oli ajankäytön suunnittelu

ja hallintakyky. Prosessi opetti tekijälle myös tiedonhakutaitoja ja erityyppisten lähteiden käyttöä sekä oikeaoppista merkitsemistä. Raporttia kirjoittaessa kehittyi tieteellisen kirjoittamisen saralla. Verkko-oppimateriaalin tekemiseen liittyvä tietämys lisääntyi, sisältäen muun muassa erilaisten materiaalien ominaisuuksia, laatukriteereitä ja suunnitteluvaiheita. Tekijän aiempi kokemus verkko-oppimateriaalien saralla oli ainoastaan opiskelijan roolista.

Opinnäytetyön työmäärän raskaus olisi voinut olla kevyempi, jos tekijöitä olisi ollut kaksi, ja työnjako olisi toteutettu toimivasti. Itsenäinen työskentely kuitenkin opetti ottamaan laajalti vastuuta prosessikokonaisuudesta ja lisäsi omien vahvuuksien, heikkouksien sekä henkisten apukeinojen tuntemusta. Opinnäytetyöpäiväkirjan käytöstä olisi voinut olla paljon apua prosessin jäsentämisessä ja seurannassa.

Opinnäytetyön tekijän englannin kielen taito oli alun perin varsin hyvä, mutta ulkomaisiin lähteisiin tutustuminen lisäsi englannin kielen sanastoa ja ymmärrystä uusilta aihealueilta. Englanninkielisten aineistojen lukeminen oli melko sujuvaa, ja uusien tai epävarmojen sanojen kohdalla tekijä tarkisti niiden suomennoksia ja tarkoituksia internetin avulla.

Kehitysehdotuksena tuotteena luotua verkkokurssia voisi kehittää laajemmaksi sekä laadukkaammaksi kokonaisuudeksi ulkoasultaan ja sisällöltään. Kehityksessä versiossa olisi kuitenkin hyvä ottaa huomioon nyt luodun verkko-oppimateriaalin idea, joka on antaa perustiedot magneettitutkimuksista menemättä liian syvälle tietoviidakon syövereihin.

LÄHTEET

ACR Committee on MR Safety. 2020. ACR Manual on MR Safety. Version 1.0. American College of Radiology.

Airaksinen, T. 2009. Toiminnallisen opinnäytetyön kirjoittaminen. Toiminnallinen opinnäytetyö tekstinä. Julkaistu 30.6.2009. Luettu 25.2.2021. <https://www.sli-deshare.net/TiinaMarjatta/toiminnallinen-opinnytety-tekstin>

Airo, E., Alanko, T., Hietanen, M., Jussila, K., Kännälä, S., Lindholm, H., Tiikkaja, M., Toivo, T & Toppila, E. 2015. Henkilöstön hyvinvointia edistävät toimintatavat magneettikuvaustyössä. Helsinki: Lönnberg Print & Promo

Aronen, H. 2018. Magneettikuvauslähetteen merkitys. Lääketieteellinen Aikakausikirja Duodecim Oy 133 (6), 597–598.

Beam, A. S., Ketchum, J. M., Wilson, A., Scoles, C., Celestine, I., Phillips, L., Patrick, T., & Gray, Z. 2019. Safety Resources and Processes in MR Imaging Departments. Radiologic technology 90 (3), 225–236.

Boettcher, J. V., & Conrad, R. 2016. The Online Teaching Survival Guide: Simple and Practical Pedagogical Tips. 2. painos. Newark: John Wiley & Sons, Incorporated.

Davis, T. 2015. Visual Design for Online Learning. 1. painos. San Francisco: Jossey-Bass.

Duodecim Terveyskirjasto. 2016a. Lääketieteen sanasto. Diagnoosi. Verkkosivu. Viitattu 4.3.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt03681>

Duodecim Terveyskirjasto. 2016b. Lääketieteen sanasto. Vasta-aihe. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt00541>

EFRS. 2018. European Qualifications Framework (EQF) Level 6 Benchmarking Document: Radiographers. 2. painos. European Federation of Radiographer Societies.

Elmaoğlu, M & Çelik, A. 2012. MRI handbook. MR Physics, Patient Positioning and Protocols. 1. painos. Boston: Springer.

Franco, J. 2020. Magnetic Resonance Imaging Safety. Radiologic Technology 91 (4), 343–358.

George, R., Dela Cruz, J., Singh, R. & Ilangovan, R. N.d. MRI for patients. Verkkosivu. Viitattu 12.11.2021. <https://mrimaster.com/>

Hashemi, R. H., Lisanti, C. J. & Bradley, W. G. 2018. MRI: The Basics. 4. painos. Philadelphia: Wolters Kluwer health.

Hemminki, M., Leppänen, M. & Valovirta, T. 2013. Innostu ja onnistu opetuksessa. Aalto-yliopisto. Pdf-dokumentti. Viitattu 27.11.2021. <https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/11856/isbn9789526054841.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Huhtanen, A. 2019. Verkko-oppimisen muotoilukirja. Käytännön työkaluja laadukkaaseen verkko-oppimiseen muotoiluun. Aalto-yliopisto. Pdf-dokumentti. Viitattu 18.11.2021. <https://fitech.io/app/uploads/2019/09/Verkko-oppimisen-muotoilukirja-v-1.4.1-web.pdf>

Ilomäki, L. (toim.) 2012. Laatu e-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. 5. uud. painos. Tampere: Juvenes Print. Luettu 20.5.2021. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatu_e-oppimateriaaleihin_2.pdf

Jonauskaitte, D., Althaus, B., Dael, N., Dan-Glauser, E. & Mohr, C. 2019. What color do you feel? Color choices are driven by mood. *Color Research and Application* 44 (2) 272–284

Karjalainen, K. 2006. Laadukasta verkko-oppimateriaalia tuottamassa. Teoksessa Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Oppiva opettaja 3. Verkko-opetusta Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa. Pdf-dokumentti. Viitattu 23.11.2021. <https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/31003/TMP.objres.197.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Keränen, V. & Penttinen, J. 2007. Verkko-oppimateriaalin tuottajan opas. Jyväskylä: WSOYpro: Docendo

Lammentausta, E. 2017. Magneettikuvaus. Teoksessa Sequeiros, R. B., Koskinen, S. K., Aronen, H., Lundbom, N., Vanninen, R. & Tervonen, O. *Kliininen radiologia*. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 12.11.2021. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/opk04610>

Liew, T. W. & Tan, S. M. 2016. The Effects of Positive and Negative Mood on Cognition and Motivation in Multimedia Learning Environment. *Educational Technology & Society*, 19 (2), 104–115.

Lundvall, L.-L., Dahlgren, M. A. & Wirell, S. 2014. Professionals' experiences of imaging in the radiography process – A phenomenological approach. *Radiography* 20 (1), 50–51.

MacIntyre, S. 2021. Regulating MR Safety Standards. *Radiologic Technology*, 93 (1), 75–87.

MoodleDocs. 2021. Opettajan Moodle-opas. Moodle Docs Suomi. Verkkosivu. Viitattu 23.11.2021. <https://docs.moodle.org/3x/fi/Etusivu>

Operight. N.d. Linkittäminen. Verkkosivu. Viitattu 23.5.2021. <https://www.operight.fi/artikkeli/verkkoymparistot/linkittaminen>

Opetushallitus. N.d. E-oppimateriaalin laatukriteerit. Luettu 19.5.2020. <https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>

- Panych, L.P. & Madore, B. 2018. The physics of MRI safety. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 47 (1), 28–43.
- Philips. 2018. BlueSeal magnet. Pdf-dokumentti. Viitattu 1.12.2021. <https://philipsproductcontent.blob.core.windows.net/assets/20180614/56eb178e89014309b41ea8ff00b19eba.pdf>
- Perunka, S & Hoppo, I. 2018. Osallistava pedagogiikka jakaa vallan ja vastuun. Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut. Pdf-dokumentti. Viitattu 24.5.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/140398/ePooki%201_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ponder, M. 2015. Focus on safety. *Magnetic Resonance Safety Practices: The New Normal*. *Radiologic technology* 87 (1), 109–111.
- Reddy, U., White, M. J. & Wilson, S. R. 2012. Anaesthesia for Magnetic Resonance Imaging. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain* 12 (3), 140–144
- Saunavaara, J. 2014. Vierasesineet – Mitä saa kuvata, mitä ei? Abstraktikirja. *Sädeturvapäivät 2014*, 66–67.
- Saunavaara, J. & Saunavaara, V. 2018. Milloin vierasesine estää magneettikuvauksen? *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 133 (6). 635–640.
- Silander, P. & Koli, H. 2003. Verkko-opetuksen työkalupakki: oppimisaihiosta oppimisprosessiin. Helsinki: Finn Lectura
- STUK. 2019. Säteily terveydenhuollossa. Magneettitutkimus. Verkkosivu. Viitattu 4.11.2021. <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>
- Tampereen ammattikorkeakoulu. N. d. Opetussuunnitelmat. Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma. Verkkosivu. Viitattu 23.11.2021. <https://opinto-opas-ops.tamk.fi/index.php/fi/167/fi/49594/21RH/year/2021>
- Tampereen korkeakouluyhteisö. N. d. Tule opiskelemaan. Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2021. <https://www.tuni.fi/fi/tule-opiskelemaan/rontgenhoitajan-tutkinto-ohjelma#switcher-trigger--overview>
- Tapola, A & Veermans, M. 2012. Herätä ja tue kiinnostusta ja motivaatiota. Teoksessa Ilomäki, L. (toim.) *Laatua e-oppimateriaaleihin*. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. 5. uud. painos. Tampere: Juvenes Print. Luettu 20.5.2021. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatua_e-oppimateriaaleihin_2.pdf
- Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. 1. painos. Helsinki: Tammi
- Walker, M., Fultz, A., Davies, C. & Brockopp, D. 2020. Symptoms Experienced by MR Technologists Exposed to Static Magnetic Fields. *Radiologic Technology* 91 (4), 316–323.

Westbrook, C., Roth, C. K. & Talbot, J. 2011. MRI in practice. 4. painos. West Sussex: Wiley-Blackwell.

LIITTEET

Liite 1. Verkko-oppimateriaalin suunnitelma

MAGNEETTITUTKIMUKSET TUTUKSI –VERKKO-OPPIMATERIAALIN SUUNNITELMA

1. Johdanto

- Johdatus verkkokurssin tarkoitukseen ja sisältöön
- Linkki Youtube-videoon, jossa havainnollistetaan ymmärrettävästi ja nopeasti magneettifysiikan periaatteet. (Katsominen vapaaehtoista)

2. Magneettitutkimukset kuvantamismenetelmänä

- Johdatus osioon
- Powerpoint-esitys
 - Leikesuunnat
 - T1-, T2-, & PD-miltä näyttävät yms.
 - Fysiikan pintaraapaisu
 - Mitä voidaan kuvata
 - Ionisoimatonta säteilyä yms.
- Testi
 - Painotuksista kuvia, jotka pitää tunnistaa
 - Yksinkertaisia kysymyksiä fysiikan ilmiöistä
 - yms.

3. Magneettiturvallisuus magneettitutkimuksissa

- Johdatus osioon
- Powerpoint-esitys magneettiturvallisuudesta
 - Kentät
 - Turvallisuustekijät
- Testi
 - Kentistä kysymyksiä
 - Turvallisuusteen liittyviä kysymyksiä

4. Magneettitutkimusprosessi pään kuvantamisessa

- Johdatus osioon
- Powerpoint-esitys
 - Tutkimuksen suunnittelua lähetteestä kuvien ottoon
 - Peruspainotukset pään kuvauksissa
- Linkki MRI-master-sivulta löytyvään pään magneetti -videoon
- Testi
 - Kysymyksiä liittyen tutkimusprosessiin ja pään kuvantamiseen


5. Muita linkkejä

- Linkkejä hyödyllisille sivustoille, joille opiskelijat voivat mennä halutessaan oppimaan

6. Lähteet

- Luettelo verkko-oppimateriaalin lähteistä

Liite 2. Verkko-oppimateriaali Moodlessa



The screenshot shows a Moodle course page. At the top, there is a navigation bar with the Tampere University and Tampere University of Applied Sciences logo, a search bar containing 'Etsi kursseja', and several utility icons. The main content area has a dark header with the course title 'Magneettitutkimukset tutuiksi' in white text. Below the header, there is a breadcrumb trail: 'Työpöytä / Kurssit / Muut / Magneettitutkimukset tutuiksi'. The course description reads: 'Magneettitutkimukset tutuiksi -verkkokurssi röntgenhoitajaopiskelijoille.' There is a 'Uutiset' (News) icon. Below the description, there are two buttons: 'Laajenna kaikki osiot' (Expand all items) and 'Pienennä kaikki osiot' (Collapse all items). The course content is listed in a vertical menu with yellow background bars and black text, each preceded by a folder icon and a right-pointing arrow:

- Johdanto
- Magneettitutkimus kuvantamismenetelmänä
- Magneettiturvallisuus magneettitutkimuksissa
- Magneettitutkimusprosessi pään kuvantamisessa
- Muita linkkejä opin lisäämiseksi
- Lähteet