



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

VARTALON VARJOAINETE- HOSTEINEN TIETOKONE- TOMOGRAFIATUTKIMUS

Opetusvideo röntgenhoitajaopiskelijoille

TE - Matilda Toivanen, TR16SP
KIJÄ/T: Kristina Ambrusin-Kostik

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala		
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma		
Työn tekijä(t) Matilda Toivanen & Kristina Ambrusin-Kostik		
Työn nimi Vartalon varjoainetehosteinen tietokonetomografiatutkimus		
Päiväys 25.04.2019	Sivumäärä/Liitteet	41/3
Ohjaaja(t) Kaija Laitinen		
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu/ Kuopion yliopistollinen sairaala, Kliininen radiologia		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tietokonetomografia eli viipalekuvaus on röntgensäteilyn käyttöön perustuva, kivuton kuvantamismenetelmä, jossa otetaan rengasmaisen kuvauslaitteen eli gantryn avulla useita röntgenkuvia sarjana. Tietokonetomografiatutkimus soveltuu pään, kaulan, vartalon sekä raajojen kuvantamiseen.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa opetusvideo vartalon varjoainetehosteisesta tietokonetomografiatutkimuksesta röntgenhoitajaopiskelijoille. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden tietoisuutta tietokonetomografiatutkimuksista sekä helpottaa oppimista harjoittelussa.</p> <p>Opinnäytetyö oli kehittämistyö, joka toteutettiin projektityömenetelmällä yhdessä Savonia-ammattikorkeakoulun sekä Kuopion yliopistollisen sairaalan kanssa. Opinnäytetyö sisältää raportin sekä tuotoksen eli opetusvideon. Opinnäytetyön raportissa syvennyttiin tietokonetomografiakuvaukseen, optimointiin, säteilysuojeluun, varjoaineen käyttöön sekä videoon opetusmenetelmänä.</p> <p>Opetusvideo perustuu teoreettiseen viitekehukseen, joka laadittiin opinnäytetyötä varten. Tiedonhaku suoritettiin sekä kansainvälisistä että suomalaisista tietokannoista. Lähteiden luotettavuutta arvioitiin esimerkiksi lähteen iän ja kirjoittajan perusteella. Tieto muuttuu nopeasti, joten tuoreimmat lähteet tarjosivat parhaimman luotettavuuden. Pyrimme arvioimaan käyttämiemme lähteiden tiedon luotettavuutta myös tekijän sekä julkaisuorganisaation kautta. Tutkimusartikkeleissa huomioimme myös sen, että onko se vertaisarvioitu.</p> <p>Tuotoksena syntyi opetusvideo, joka tehtiin omalla kameralla ja editoitiin tietokoneen valmiilla editointiohjelmalla. Opetusvideo sisältää vartalon varjoainetehosteisen tietokonetomografiakuvauksen vaiheet potilaan valmistelusta, kuvaamiseen sekä kuvien rekonstruktoiden tekemiseen. Valmis opetusvideo tuli Savonia-ammattikorkeakoulun opetuskäyttöön sekä Kuopion yliopistollisen sairaalan sisäiseen perehdytysmateriaali arkistoon. Jatkokehitys-ideana voisi olla opetusvideo muista tietokonetomografiatutkimuksista tai muista modaliteeteista.</p>		
Avainsanat tietokonetomografiatutkimus, opetusvideo, varjoaine, optimointi		

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Radiography and Radiation therapy			
Author(s) Matilda Toivanen & Kristina Ambrusin-Kostik			
Title of Thesis Computed tomography body examination with contrast agent			
Date	25.04.2019	Pages/Appendices	41/3
Supervisor(s) Kaija Laitinen			
Client Organisation /Partners Savonia, University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>Computed tomography is a painless imaging method based on the use of X-rays. Images are taken as a series using an annular imaging device, the gantry. Computed tomography is suitable for imaging the head, neck, body and limbs.</p> <p>The purpose of the thesis was to make instructional video about computed tomography body examination with contrast agent to radiographer students. The aim of the thesis was to increase radiographer students's knowledge of computed tomography examinations and to facilitate learning in internship.</p> <p>The thesis was a development work, which was made with a project work method together with Savonia University of Applied Sciences and Kuopio University Hospital. The thesis includes a report and a product, which is an instructional video. The thesis dealt with computed tomography, optimizing, radiation protection, use of contrast agent and video as a teaching method.</p> <p>The instructional video is based on the theoretical framework, which was made for the thesis. The search was carried out using both international and Finnish search databases. The reliability of the sources was evaluated on the basis of the age of the source and the author. The information changes quickly, so the latest sources offered the best reliability. The reliability of the sources was evaluated also on the grounds of the author and the publishing organization in question. The study took also into consideration whether the research articles involved peer evaluation.</p> <p>The product of the thesis was an instructional video that was made with own camera and edited with a computer editing program. The instructional video includes the phases of computed tomography body examination with contrast agent, from patient preparation and imaging to reconstructing images. The final instructional video became to teaching material to Savonia University of Applied Sciences and orientation material to Kuopio University Hospital. A topic for further study could be making an instructional video about other computed tomography examinations or other modalities.</p>			
Keywords computed tomography scan, instructional video, contrast medium, optimizing			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TIETOKONETOMOGRAFIA TUTKIMUSMENETELMÄNÄ	7
2.1	Tietokonetomografian periaate	7
2.2	Varjoaineen käyttö tietokonetomografiatutkimuksissa	8
2.2.1	Jodivarjoaine.....	8
2.2.2	Varjoaineen haittavaikutukset.....	9
2.2.3	Laboratoriotutkimukset varjoaineen käytössä	9
3	SÄTEILYSUOJELU TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSISSA	11
3.1	Oikeutusperiaate.....	11
3.2	Optimointiperiaate.....	12
3.3	Yksilönsuojaperiaate.....	14
4	VARTALON TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUS RADIOGRAFIATYÖNPROSESSIN MUKAISESTI.....	16
4.1	Suunnittelu.....	16
4.2	Toteutus	17
4.3	Arviointi	17
5	OPETUSVIDEO KEHITTÄMISTYÖNÄ	19
5.1	Video opetusmenetelmänä	19
5.2	Opetusvideon tekeminen.....	19
5.3	Opetusvideon sisältö.....	20
5.4	Opetusvideon editoiminen	20
6	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE	22
7	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	23
7.1	Toiminnallinen opinnäytetyö.....	23
7.2	Tarpeen tunnistaminen	23
7.3	Suunnittelu.....	24
7.4	Opinnäytetyön toteutus.....	25
8	POHDINTA.....	27
8.1	Tuotoksen arviointi ja johtopäätökset	27
8.2	Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus.....	29
8.3	Ammatillinen kasvu	29
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT.....	32

LIITE 1: SWOT-ANALYYSI.....	36
LIITE 2: KÄSIKIRJOITUS.....	37
LIITE 3: OPETUSVIDEO	41

1 JOHDANTO

Tietokonetomografia eli viipalekuvaus on röntgensäteilyn käyttöön perustuva, kivuton kuvantamismenetelmä, jossa otetaan rengasmaisen kuvauslaitteen eli gantryn avulla useita röntgenkuvia sarjana. Gantry sisältää sekä röntgenputken että detektorin. Menetelmän avulla saadaan useita ohuita poikkeileikkauskuvia kuvattavasta kohteesta ja kuvia on mahdollista käsitellä tietotekniikan avulla jälkikäteen. Tietokonetomografiatutkimus soveltuu pään, kaulan, vartalon sekä raajojen kuvantamiseen. (Niemi-nen 2017.) Vuonna 2015 Suomessa tehtiin 56 817 vartalon laajaa tietokonetomografiatutkimusta ja muutos vuodesta 2011 vuoteen 2015 on 64,7 prosenttia (Suutari 2015). Tietokonetomografia on arvokas diagnostinen työkalu ja sen nopea saatavuus ja helppokäyttöisyys on lisännyt sen suosioita. Tietokonetomografia on suosituin menetelmä esimerkiksi traumapotilaiden kuvantamisessa, sillä auttaa lääkäreitä diagnosoimaan nopeasti esimerkiksi verenvuotoja. (Cupp 2016.) Pääkön (2014) mukaan tietokonetomografia on myös akuutin vatsan tai vatsan yleiskuvauksessa usein paras vaihtoehto. Keskeisinä käsitteinä työssämme ovat tietokonetomografiatutkimus ja opetusvideo.

Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistyönä, jonka tuotoksena teemme videon. Videossa kuvataan vartalon tietokonetomografiatutkimus potilaan vastaanottamisesta tutkimuksen loppuun asti. Työn tilaajana on Savonia-ammattikorkeakoulu ja olemme itse kehittäneet aiheen. Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa röntgenhoitajaopiskelijoille opetusvideo vartalon varjoainetehosteisesta tietokonetomografiatutkimuksesta. Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden tietoisuutta tietokonetomografiatutkimuksista sekä helpottaa oppimista harjoittelussa. Rajasimme aiheen vartalon kuvaukseen, sillä se on yksi yleisimmistä tietokonetomografiatutkimuksista.

Kiinnostuimme aiheesta tehdä opetusvideo ensimmäisen vuoden röntgenhoitajaopiskelijoille, sillä koimme, että olisimme itse hyötäneet sellaisesta ensimmäisen tietokonetomografiatutkimusten harjoittelun alkaessa. Aihe on tärkeä, sillä tietokonetomografiatutkimuksia tehdään niin monessa yksikössä ja tietokonetomografiatutkimukset ovat yleistymässä nopeasti. Myös röntgenhoitajaopiskelijat hyötyvät videosta, sillä se auttaa hahmottamaan, millainen tietokonetomografiatutkimuksen toteutus on. Hyödyimme siitä myös itse myöhemmin työelämässä, sillä joskus olemme myös itse ohjaajina opiskelijoille ja osaamme ottaa huomioon heidän tasonsa harjoittelussa.

2 TIETOKONETOMOGRFIA TUTKIMUSMENETELMÄNÄ

Tietokonetomografia eli TT on tärkeä diagnostinen kuvantamismenetelmä. Tietokonetomografialaitteiden kehitys on lisännyt tutkimuksen nopeutta, kuvausalueen kattavuutta ja tarkkuutta ja siksi sen käyttö on lisääntynyt. (Kortesniemi ja Lantto 2015.) Vuonna 2015 Suomessa tehtiin noin 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta, joista tietokonetomografiatutkimuksia oli 444 196. Kaikista röntgentutkimuksista TT-tutkimusten osuus on siis 11,4 prosenttia. Toiseksi yleisimpiä tutkimuksia eli vartalon tietokonetomografiatutkimuksia näistä oli 56 817 kappaletta. (Suutari 2015.) TT:n rooli on korostunut varsinkin maligniteettien levinneisyys selvittelyissä (Rinta-Kiikka ja Lantto 2017). Myös Pääkön (2014) mukaan TT on aikuispotilaille hyvä tutkimus, varsinkin epäiltäessä taustalla olevaa pahanlaatuista sairautta.

Diagnostisen kuvantamisen käyttö on ensimmäinen vaihe esimerkiksi syövän kliinisessä hoidossa. TT:n avulla voidaan selvittää syövän laajuutta, sen levinneisyyttä sekä hoidon vastetta ja potilaan sairauden pitkän aikavälin seuranta. Luotettava diagnoosi on välttämätöntä primäärikasvaimen paikan löytämiseksi sekä sen kasvu ympäristön arviointiin muihin kudoksiin nähden. TT:n avulla saatavan diagnoosin perusteella määritetään myös potilaan ennuste. (IAEA 2019.)

Monet elimet läpäisevät röntgensäteilyä niin hyvin, että niitä ei saada näkyviin ilman varjoainetta (Mustajokia ja Kaukua 2008). Tämän vuoksi tietokonetomografiatutkimuksissa on tärkeää käyttää varjoainetta, sillä se lisää elinten tai patologioiden välistä kontrastieroa (Jartti, Lantto, Rinta-Kiikka ja Vuorte, 2012). Esimerkiksi parenkyymien tehostuminen korreloi suoraan jodin kokonaismäärään, jolloin riittävän suuri varjoainemäärä auttaa erottamaan pesäkkeitä paremmin (Jartti ym. 2012). Käytämme tässä työssä tietokonetomografiasta lyhennettä TT.

2.1 Tietokonetomografian periaate

Tietokonetomografiakuvauksessa (TT) potilaan ympäri gantryssä kiertävät röntgenputki ja sitä vastaava ilmaisin. Yksi pyörähdys on noin 0,3 sekunnin kestoinen ja sen aikana pöytä pysyy paikallaan tai liikkuu. Röntgenputkesta lähtevä säteilykeila voi olla rajattu viuhkamaiseksi tai kartion muotoiseksi ja se läpäisee potilaan. Potilaan läpi päässyt säteily mitataan putkea vastapäätä olevalla puolijohdeanturilla, säteilyn absorbtion määrä rekisteröidään ja näin saadaan muodostettua poikkileikekuva. Nykyaikaisilla TT-laitteilla pystytään kuvaamaan potilasta spiraali- tai helikaalikuvauksella, jossa kohdetta kuvataan jatkuvalla pyörivällä liikkeellä samalla kun pöytä liikkuu säteilylähteen lävitse. (Nieminen 2017; Blanco Sequeiros ja Lundbom, 2017.)

Tietokonekerroskuvauksessa fotonikeila vaimenee eri kudosten vaimenemiskertoimien suhteen. Kuvattavan kohteen eri puolilta saatavat vaimenemisprofiilit sisältävät tiedon, jonka perusteella leikekuva saadaan rekonstruoitua. TT-kuvan laskennassa käytetty menetelmä on suodatettu takaisinprojektio. Siinä eri suunnista määritetty vaimenemistieto projisoidaan kuvamatriisiin, jolloin kuva-alkioiden vaimenemiskertoimet saadaan ratkaistua. (Nieminen, 2017.)

Tietokonetomografiassa voidaan kuvista erottaa neljä eri perustiheyttä, kuten tavallisessakin röntgenkuvassa, mutta TT:ssä harmaan sävyjen vaihteluväli on paljon laajempi. Kudoskohtaista tiheyttä voidaan tehostaa käyttämällä myös suonensisäistä varjoainetta. Tietokonekuvan informaatio näytetään yleensä kaksiulotteisena leikekuvana halutusta suunnasta. Yleisimpiä suuntia ovat aksiaali, sagittaali ja koronaalisuunnat. Aksiaalileikkeet esitetään potilaan jalkopäästä katsoen, siten että kuvan oikea on potilaan vasen puoli. (Blanco Sequeiros ja Lundbom, 2017.)

2.2 Varjoaineen käyttö tietokonetomografiatutkimuksissa

Varjoaine on radiologisissa tutkimuksissa elimistöön annettava aine, joka absorboi eli vaimentaa ionisoivaa säteilyä eri tavalla kuin kudokset. Tämän vuoksi verisuonet näkyvät radiologisissa kuvissa vaaleana. Varjoaineen avulla saadaan parempaa informaatiota tutkittavan kohteen anatomiaa ja toiminnasta, sillä se lisää elinten ja niiden rakenteiden patologioiden kontrastieroa. (Sipola 2012; Matsumoto ym. 2012; Jartti ym. 2012.)

Varjoaineen kulkeutuminen injektiopaikasta vatsa-aorttaan kestää noin 14–32 sekuntia. Varjoaineen siirtymisnopeuteen vaikuttaa potilaan sydämen minuuttitilavuus, jonka vuoksi varjoaineen siirtymistä monitoroidaan esimerkiksi bolus tracking -tekniikan avulla. Bolus-tracking – tekniikassa varmistetaan se, että varjoainekonsentraatio on optimaalinen tutkimuksen aikana. Bolustracking-tekniikassa monitorointitaso asetetaan laskevaan rinta-aorttaan tai vatsa-aortan yläosaan. Bolus-tracking tekniikka perustuu varjoaineinjektion jälkeiseen odotukseen eli delay-aikaan. Tämä tarkoittaa sitä, että varjoaineen annon jälkeen odotetaan 10 sekuntia, jonka jälkeen kuvauslaitte lähtee ottamaan ”haistelukuvia” ja mittaa laskevaan aorttaan asetetun ROI:n (region of interest) perusteella HU-arvoa (Hounsfield Units), jonka perusteella voidaan päätellä varjoainekonsentraation riittävyttä. Kun tarpeeksi suuri arvo (100HU) on saavutettu, kone laskee automaattisesti delay -ajan, jonka jälkeen kuvaus alkaa. (Sipola 2012; Matsumoto ym. 2018; Jartti ym. 2012.) Valtimovaiheessa tehostuminen on sitä voimakkaampaa, mitä nopeammin varjoaineen ruiskutus tapahtuu ja mitä suurempi on sen konsentraatio. Varjoaineen ruiskuttamisen jälkeen on suositeltavaa ruiskuttaa välittömästi keittosuolaa 40–50 millilitraa, mikä edesauttaa lopunkin varjoaineen menemistä verenkiertoon sekä lisää varjoainetehostumista noin 5–10 prosenttia (Jartti ym. 2012.)

Tärkein potilaasta johtuva tekijä, joka vaikuttaa verisuonten ja parenkyymielinten kontrastiin on potilaan paino. Koska isommilla potilailla on suurempi veren tilavuus kuin pienillä potilailla, varjoaine laimenee enemmän suuressa potilaassa, kuin pienessä ja tuloksena on vähentynyt jodipitoisuus veressä ja alhaisempi kontrastin tehostuminen. Varjoaineen määrä tulee siis optimoida potilaan painon ja kuvausindikaation mukaan (Kyongtae 2010; Jartti ym. 2012).

2.2.1 Jodivarjoaine

Yleisin röntgensäteilyn kontrastiaine on jodi. Jodi on itsessään toksinen aine ja sitä käytetään varjoaineena aina kemiallisena yhdisteenä. Nykyisin käytetyt jodipitoiset varjoaineet ovat täysin turvallisia ja siedettyjä, mutta niiden käyttöön liittyvät riskit ovat huomioitava. Jodin käyttö röntgenvarjoaineena

perustuu jodin kykyyn vaimentaa säteilyä. (Aronen, Niemi ja Dean, 2017.) Varjoaineena voidaan käyttää myös vettä tai ilmaa. Vettä käytetään esimerkiksi kolorektaalituumoreissa tai tulehduksissa, joissa paksusuolen seinämää halutaan tutkia tarkemmin ja ilmaa käytetään taas TT-kolonoskopiassa. (Jartti ym. 2012.)

Jodipitoisia varjoaineita käytetään eniten tietokonetomografiassa ja ne injisoidaan nopeasti laskimoon. Varjoaineannos määräytyy yleensä potilaan painon mukaan, esimerkiksi 300 milligrammaa jodia tai enemmän painokiloa kohti. Ruiskutettavan aineen tilavuus on kohtalaisen suuri ja selvästi isompi, kuin muilla lääkeaineilla. (Aronen ym. 2017.)

2.2.2 Varjoaineen haittavaikutukset

Noin 1–2 prosentille jodivarjoainetta saaville potilaille kehittyy yliherkkyysoireita ja niiden voimakkuus vaihtelee lievistä ja paikallisista vaikeisiin oireisiin. Yliherkkyysoireita voivat olla välittömiä (esimerkiksi astmaoireet, nokkosihottuma tai anafylaksia) tai viivästyneitä (makulopapulaarinen ihottuma ja vaikeat lääkeallergiat). (Salava, Jaakkola ja Kauppi 2014.)

Tavallisin röntgenvarjoaineiden haittavaikutus on munuaisvaurio eli varjoainenefropatia yliherkkyysoireiden ohella. Jos kuvattavan munuaistoiminta on lähtötilanteessa normaali, varjoainenefropatia voidaan määrittellä, jos seerumin kreatiniiniarvo nousee yli 25 prosenttia tai 44 $\mu\text{mol/l}$ kolme vuorokautta varjoaineen annon jälkeen. Munuaisvaurion saavat todennäköisemmin ne potilaat, joilla on lieväkin munuaisten vajaatoiminta ja riskiä lisää, jos potilaalla on myös diabetes. Metformiini on epäilty altistavan varjoaineaurioille, joten lääke on hyvä tauottaa munuaisten vajaatoimintaa sairastavalta potilaalta, jonka eGFR on 30–45 ml/min varjoaineen annon jälkeen 48 tunniksi, kunnes nähdään, että varjoaineen aiheuttama nefropatia ei ole kehittynyt. Mikäli potilaan eGFR-arvo on suurempi kuin 45 ml/min, ei metformiini lääkitystä ole tarpeen tauottaa tutkimuksen jälkeen. Kyseinen eGFR-arvo on luotettavampi munuaisten toiminnan arvioimiseksi, sillä se ottaa huomioon potilaan kreatiniiniarvon sekä iän ja sukupuolen. (Terti, Metsärinne ja Manner, 2009; Sterner ja Frid 2018.)

2.2.3 Laboratoriotutkimukset varjoaineen käytössä

Ennen varjoaineen antamista potilaalle on syytä selvittää munuaisten toiminta. Varjoaine poistuu elimistöstä yleensä munuaisten kautta, mikäli munuaiset eivät toimi normaalisti, voi varjoaineen poistuminen elimistöstä hidastua tai vaurioittaa niitä. Seerumin kreatiniini -arvon selvittämällä voidaan ehkäistä varjoaineen aiheuttamat haittavaikutukset. (Mustajoki ja Kaukua, 2008.)

Seerumin kreatiniiniarvoa (P-Krea) pidetään munuaisten toiminnan mittarina ja se olisi syytä mitata ennen varjoainetutkimusta, kun kyse on vanhemmasta potilaasta tai epäiltäessä munuaisten vajaatoimintaa (Aronen ym. 2017). Kuitenkin munuaisten toimintaa tarkemmin kuvaava arvo on glomerulusten suodatusnopeus (glomerular filtration rate eli GFR). Tämä laskennallinen arvo kuvaa munuaisten glomerulusten eli hiussuonikerästen suodatusnopeutta. Aikuisten potilaiden munuaisten toimintaa kuvaavaksi eGFR-arvon laskeminen otettiin käyttöön Itä-Suomen laboratoriokeskuksessa vuonna 2014. Sen

käyttöönotto lisäsi tarkkuutta ja paransi potilasturvallisuutta, koska se kuvaa munuaisten toimintaa paremmin kuin pelkkä kreatiniiniarvo, sillä GFR ottaa huomioon myös iän ja sukupuolen. Esimerkiksi miehillä syntyy enemmän kreatiniinia kuin naisilla ja lihaksikkaalla miehellä kreatiniinin arvo voi olla yli viitearvojen, vaikka munuaisten toiminta olisi täysin normaali. Myös elimistön kuivumistila voi nostaa tilapäisesti kreatiniinipitoisuutta, mutta nesteytyksellä pitoisuus laskee kuitenkin nopeasti. (Punnonen, Romppanen, Karhapää ja Arikoski 2014; Eskelinen 2016.)

Glomerulusten suodatusnopeuden määrittämiseen on kehitetty useita laskukaavoja, sillä sen mittaaminen kliinisesti on työlästä (Lindgren 2014). Yhdysvalloissa vuonna 2009 tehdyn tutkimuksen tuloksena luotiin uusi CKD-EPI-kaava (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration), jonka avulla voidaan arvioida munuaisten glomerulusten suodatusnopeutta tarkemmin. (Levey ym. 2009.). CKD-EPI –kaava on Eskelisen (2012) mukaan paras laskentakaava, sillä siinä ei tarvitse tietää henkilön painoa, vaan tulos ilmoitetaan normalisoituna aikuisten keskimääräistä kehon pinta-alaa 1.73 m² kohti. (Eskelinen 2016.) Nykyään munuaisten toiminnan mittaamisessa käytetään siis sekä kreatiniini että glomerulusten suodatusnopeuden arvoa. Huononeva munuaistoiminta ilmenee kreatiniiniarvon nousuna, mutta myös GRR:n laskuna. (Eskelinen 2016.)

3 SÄTEILYSUOJELU TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSISSA

Suomessa säteilyn käyttöä ohjaa Säteilylaki (2018, § 5-7), jonka tarkoituksena on suojata terveyttä säteilyn aiheuttamilta haitoilta. Säteilysuojelu koostuu kolmesta periaatteesta: oikeutus, optimointi ja yksilönsuoja. Oikeutusperiaatteen mukaan, säteilytoiminnan tulee tuottaa potilaalle enemmän hyötyä, kun haittaa. Optimointiperiaatteen mukaan taas työntekijöiden ja potilaiden säteilyaltistus tulee pitää niin alhaisena, kuin se on käytännöllisin toimenpitein mahdollista. Yksilönsuojaperiaate taas määrittää tietyt annosrajat minkä yli työntekijän eikä väestön yksilön säteilystä aiheutuneet annokset saa ylittää. (Säteilylaki 2018, § 5-7.) Säteilyturvallisuus on kasvava huolenaihe lääketieteellisessä kuvantamisessa erityisesti tietokonetomografiassa, sillä siitä johtuva säteilyaltistus on suuri. Vaikka kaikki säteilymäärä on tietysti huolestuttavaa, TT-altistuksen ero tavallisiin röntgenkuviin on valtava. (Bond 2016). Potilaan altistuminen TT-kuvauksissa voi nousta korkeisiin annostasoihin ja näin nostaa merkittävästi efektiivistä annosta (Bohrer ym. 2016).

Verrattaessa tietokonetomografiatutkimuksista johtuvia annoksia esimerkiksi natiiviröntgentutkimuksiin, ero on merkittävä. Jos potilaasta otetaan keuhkokuvan AP-projektio, on sen annosvastaavuus yksi päivä luonnon taustasäteilyä. Vartalon tietokonetomografiasta taas potilaan saamaan annokseen saisi ottaa 300 keuhkokuvaa, mikä vastaa kolmen vuoden taustasäteilyannosta. (STUK 2017.) Bond (2016) myötäilee myös tätä artikkelissaan: keuhkokuvasta potilaan saama sädeannos on noin 0,02 mSv, kun taas keuhkojen TT:ssä annos on 8 mSv eli 400-kertainen annos kahden eri modaliteetin välillä. Säteilysuojelu on siis merkittävää tietokonetomografiatutkimuksissa, sillä Cuppin (2016) mukaan Yhdysvalloissa kansalaisten vuosittaisesta röntgensäteilyannoksesta jopa kaksikymmentäneljä prosenttia johtui yksinomaan tietokonetomografiatutkimuksista vuonna 2006. Kortesiemen ja Lantto (2015) mukaan taas suomalaisten vuosittaisesta 3,2 mSv:n annoksesta 0,26 mSv johtuu TT-tutkimuksista. Säteilysuojeluperiaatteiden toteutuessa säteilytoiminta on hyväksyttävää (Säteilylaki 2018, § 5-7).

3.1 Oikeutusperiaate

Tietokonetomografiatutkimuksen oikeutus tulee arvioida ennen kuvausta ja tässä on huomioitava myös vaihtoehtoiset tutkimusmenetelmät kuten ultraääni tai magneetti. Magneettikuvauksen heikompi saatavuus voi kuitenkin ohjata tutkimuskäytäntöjä suosituksista poikkeaviksi, sillä Kortesiemi ja Lantto (2015) kertovat artikkelissaan, että erään kotimaisen tutkimuksen mukaan jopa 37 prosenttia vatsan TT-kuvauksista alle 35-vuotiailla potilailla ei ollut oikeutettuja. Tietokonekuvausten oikeutusarviointi tulisikin sisältää kaksi osaa eli onko tutkimus oikeutettu lähetteen sisällön perusteella sekä kuvausindikaation vaatima kuvanlaatu- ja kuvausohjelma. Potilaalla tulee olla siis myös hyvä lähete, joka sisältää selkeän kysymyksenasettelun ja kuvausalueen määrittelyn. (Kortesiemi ja Lantto, 2015.)

Hyvän lähetteen tulisi olla merkinnöiltään selkeä, ymmärrettävä ja virheetön sekä sen tulisi sisältää tutkimuksen kannalta kaikki oleelliset tiedot. Riittävät kliiniset tiedot ovat esitiedot, jossa on mainittu aikaisemmat sairaudet ja mahdollinen aikaisempi syöpä, oleellinen ajantasainen status sekä raskauden

mahdollisuus. Hyvä lähete sisältää myös tutkimusindikaation, tilattavan tutkimuksen, mahdolliset erityisvaatimukset tai kontraindikaatiot, kiireellisyysasteen, lähettävän lääkärin nimen ja aseman sekä lähettävän yksikön ja päivämäärän. Lähetetietojen perusteella tutkimuksen suorittaja pystyy tekemään vielä viime hetken arvioinnin ja vaihtamaan tutkimuksen esimerkiksi säteettömään vaihtoehtoon. Säteilytutkimuksen oikeutus tulee näin varmistettua kahteen kertaan, mikä on säteilylain edellytys. Lähettävän lääkärin tulee hankkia myös tieto aikaisemmista tutkimuksista, jotta samaa tutkimusta ei toisteta turhaan. (Nieminen ja Oikarinen 2017.)

Oikeutusarviointiin kuuluu myös potilaan tietoinen suostumus. Potilaan on saatava etukäteen tieto suunnitellusta säteilytutkimuksesta sekä siitä aiheutuvista haitoista. Potilasta informoidaan suunnitellun tutkimuksen tarkoituksesta ja hyödyistä, mutta myös siitä, mitä voi tapahtua, jos tutkimusta ei tehdä. Potilaalle on kerrottava rehellisesti myös tutkimuksesta aiheutuvasta säderasituksesta ja siihen liittyvistä riskeistä aiheuttamatta kuitenkaan turhaa huolta. (Nieminen ja Oikarinen 2017.)

3.2 Optimointiperiaate

Tietokonetomografiakuvaus optimoidaan lähetteen perusteella siten, että kuvanlaatu on tarpeeksi riittävä diagnoosin tekemiseen ja samalla minimoidaan säteilyaltistus mahdollisimman pienelle alueelle. Optimointiperiaatteesta tuttu ALARA-periaate on TT:ssä pikemminkin siis AHARA eli as high (image quality) as reasonably achievable (with minimal dose). (Kortesniemi ja Lantto, 2015.) TT:n optimoinnilla on tärkeä merkitys lääketieteellisessä kuvantamisessa, sillä säteilyannokset voivat eri sairaaloiden välillä vaihdella jopa viisinkertaisesti, mikä voi johtua osittain laitekohtaisista eroista mutta myös puutteellisesta optimoinnista. Säteilyannoksen pienentämiseksi on tullut kuitenkin uusia teknisiä mahdollisuuksia, joiden avulla säteilyannos saadaan pidettyä mahdollisimman pienenä ja samalla saadaan riittävät diagnostiset kuvat. Jo olemassa olevilla menetelmillä, kuten automaattisella putkivirran modulaatiolla voidaan säästää potilaan saamaa sädeannosta jopa 60 prosenttia ja iteratiivisilla rekonstruktioilla jopa 75 prosenttia (Bohrer ym. 2016).

TT-kuvauksen optimointi on kuvanlaadun ja säteilyannoksen tasapainoilua, sillä ihanteellisessa TT:ssä on pienin mahdollinen rakeisuus eli kohina, suurin mahdollinen kontrasti ja erotuskyky, eikä siinä ole artefaktoja. Kuvan rakeisuuden vähentäminen edellyttää suurempaa säteilyannosta, kun taas säteilyannoksen vähentäminen lisää rakeisuutta ja sitä kautta huonontaa kuvanlaatua. Kuvanlaatu ja säteilyannos tulee siis suhteuttaa kuvausaiheeseen. TT:ssä kuvausalue tulee rajata niin pieneksi, kuin mahdollista. Vatsan kuvauksessa kuvausalue on liian pitkä jopa 80 prosentissa tutkimuksista ja tämän vuoksi efektiivinen annos sekä sädeherkkien elinten annokset suurenevat merkittävästi. Yritetään välttää myös ylimääräisiä kuvasarjoja, sillä samalle alueelle kohdistettu toinen kuvasarja kaksinkertaistaa potilaan saaman säteilyannoksen. (Kortesniemi ja Lantto, 2015.)

Putkivirran eli milliampeeri (mA) modulaatio säädetään potilaan koon ja kuvattavan alueen vaimennus huomioiden, tavoitteena on saada tasainen kuvanlaatu kuvausalueelta sekä optimaalinen annosjakauma. Putkivirran säätämisessä tulee huomioida se, että virran kasvaessa annos kasvaa samassa

suhteessa. (Kortesniemi 2012.) Myös Cupp (2016) muistuttaa, että putkivirta on suoraan verrannollinen röntgensäteiden lukumäärään yhtä kierrosta kohti. Potilaan saama annos on siis suoraan verrannollinen röntgenkuvien määrään.

Jännite eli kilovoltti (kV) optimoidaan potilaskoon sekä kontrastiominaisuuksien mukaan. Mikäli kuvauksessa ei käytetä varjoainetta, ei jännitteen laskeminen ole suositeltavaa. Jännitteen kasvaessa annos kasvaa voimakkaasti, kun taas vastaavasti jännitteen pienentyessä annos laskee reilusti, mutta myös kohina lisääntyy huomattavasti. Tällöin jännitteen pienentämistä voidaan kompensoida milliampeerisekunnin nostamisella. (Kortesniemi 2012.) Cupp (2016) kertoo artikkelissaan, miten aiemmin oltaisi yritetty vähentää potilaan annosta valitsemalla korkeampi kilovoltti (kV) ja pienempi milliampeeri (mAs) määrä. Tämä kuitenkin vain lisää potilaan saamaa annosta ja päinvastoin täytyy vähentää kilovolttimäärää ja hieman lisätä milliampeerin määrää potilaan annoksen säästämiseksi. Jotkin laitevalmistajat ovat kehittäneetkin ohjelmistoja, jotka valitsevat automaattisesti parhaimman kilovoltin potilaan koosta riippuen huomioiden kontrastivaatimuksen tietyille tutkimuksille. (Cupp 2016.) Vaikka tutkimusprotokollissa on usein valmiiksi määritetyt kuvausparametrit, jokainen potilas tarvitsee parametrien ja asetusten muokkaamista hänen tarpeidensa ja kliinisten oireidensa mukaan. Esimerkiksi vatsan monivaiheisessa kuvauksessa, joidenkin kuvausvaiheiden ei uskota vaikuttavan diagnoosiin, joten ne voidaan jättää pois. Monivaiheinen kuvaus on hyödyllistä ainoastaan tietyillä indikaatioilla. (Jartti ym. 2012.)

Automaattinen putkivirran modulaatio (AEC) perustuu siihen, että potilas keskitetään oikein putkivirran kontrollin ja säteilykeilan muotosuodattimien oikeintoimimisen takia. Jos potilaan keskitysvirhe on 6 senttimetriä, kohina kasvaa ja putkivirran modulaatio voi jopa kaksinkertaistaa putkivirran. Jos TT-laitetta pystyy kallistamaan, kannattaa se tehdä esimerkiksi aivojen kuvauksessa, jolloin silmän mykiön saama sädeannos pienenee. Automaattinen putkivirran modulaatio säättää putkivirtaa kuvauksen aikana potilaan tiiviiden ja koon mukaan, jolloin saadaan tasaisempi kuvanlaatu. Määritetään etukäteen haluttu kuvanlaatu ja sen perusteella laite säättää putkivirtaa potilaan ominaisuuksien mukaan, jolloin pienikokoisilla säderasitus vähenee, mutta suurikokoisilla voi hiukan lisääntyä. Oikein käytettynä annosmodulaatio voi säästää sädeannosta noin 20–40 prosenttia. (Kortesniemi ja Lantto, 2015; Jartti, ym. 2012.) Cuppin (2016) mukaan annosmodulaatio ei kuitenkaan aina vähennä potilaan saamaa annosta, sillä riittävän kohinan saamiseksi, suuremmilla potilailla täytyy valotusajan olla isompi verrattuna pienempiin potilaisiin. Putkijännitteen valinnalla voidaan vähentää säteilyannosta. Sen valintaan vaikuttavat potilaan koko, tutkimusaihe ja mahdollinen varjoaineen käyttö. Suurin hyöty pienemmällä jännitteellä saadaan varjoaineella tehostuvissa kohteissa, joissa kuvan kontrasti paranee ja potilaan sädeannos samanaikaisesti pienenee. (Kortesniemi ja Lantto, 2015.) Myös Cuppin (2016) mukaan sama signaali-kohina-suhde voidaan saavuttaa tiputtamalla kilovoltia sadastakahdestakymmenestä yhdeksäänkymmeneen käytettäessä varjoainetta.

Cupp (2016) esittelee artikkelissaan myös niisanotun elinkohtaisen modulaation. Joillakin TT-laitteilla on olemassa ominaisuus, joka vähentää putkivirtaa säteilykeilan osuessa sädeherkkien elinten kohdalle. Putkivirta pienenee, esimerkiksi kun sädekeila pyörii rintakudoksen ympärillä ja näin saataisiin

rintaan absorboituvaa annosta pienennettyä. Tämä vaatii kuitenkin erittäin huolellista työskentelyä esimerkiksi asettelun suhteen sekä asianmukaisia protokollia. (Cupp 2016.)

Kuvanlaatuun voidaan vaikuttaa myös kuvanlaskenta- eli rekonstruktiovalla. Uudet iteratiiviset rekonstruktio-tekniikat vähentävät rakeisuutta, mutta säilyttävät kontrastin ja paikkaerotuskyvyn. Tämä mahdollistaa kuvanlaadun parantamisen säteilyannosta lisäämättä tai aiemman kuvanlaadun säilyttämisen pienemmällä säteilyannoksella. Iteratiiviset rekonstruktio-tekniikat perustuvat monimutkaisiin matemaattisiin algoritmeihin (Cupp 2016). Kortesiemen ja Lanton (2015) mukaan vatsan TT:ssä voidaan vähentää säteilyannosta 30–40 prosenttia, kun taas Cuppin (2016) mukaan jopa 65 prosenttia. Iteratiivisella rekonstruktiovalla voidaan siis saavuttaa samanlainen kuvanlaatu pienemmällä säteilyannoksella (Chartand-Lefebvre, Prosmann, Belair ja Therasse 2013). Kuvien leikepaksaus tulisi valita myös mahdollisimman suureksi, jolloin potilaan säteilyannos voidaan kuvausvaiheessa minimoida. Mitä ohuempia leikkeitä halutaan katsoa, sitä suurempaa säteilyannosta kuvauksessa tarvitaan rakeisuuden vähentämiseksi (Kortesiemi ja Lantto 2015)

CT-tutkimusten säteilyannos voidaan pienentää jopa 50 prosenttiin vaarantamatta anatomisten ominaisuuksien erotuskykyä. Riittävä tuntemus säteilyparametreista ja valinnoista, jotka vaikuttavat potilaan annokseen, on keskeinen taito röntgenhoitajalle. Riittävän tiedon puuttuessa on suositeltavaa myös osallistua vuosittain turvallisuuskoulutuksiin parantaakseen säteilyriskien tuntemusta ja tietoisuutta. Myös Bondin (2016) mukaan ALARA-periaatteen toteutuminen mahdollistuu, kun röntgenhoitajilla on asianmukainen koulutus ja he ovat ajan tasalla laitteiden uusista ominaisuuksista ja muutoksista käytännössä. Myös säännöllisen laadunvalvonnan avulla varmistetaan laitteen tekniset ominaisuudet ja suorituskyky (Kortesiemi ja Lantto 2015).

Cuppin (2016) mukaan säteilysuojaimien käytön suositukset voivat olla sekavia kirjallisuudesta löytyvien erilaisten suositusten perusteella. Myös Bondin (2016) mukaan säteilysuojien hyödyllinen käyttö TT:ssä on kiistanalainen. Vaikka röntgenhoitajia neuvotaan käyttämään säteilysuojaimia, on suojauskäytännöissä havaittu silti ongelmia (Bond 2016). Säteilysuojaimien käyttö eroaa paljon tietokonetomografiassa kuin tavallisessa röntgenkuvan ottamisessa. Perinteisessä röntgenkuvauksessa röntgenputki pysyy paikallaan, jolloin säteilysuojaimen asettaminen tarkasti on helpompaa. Koska TT:ssä säteilykeila pyörii potilaan ympärillä, säteilysuojaimen sijoittaminen vain potilaan toiselle puolelle ei suoja kohdetta kokonaan vaan suoja on käärittävä potilaan ympärille. Potilaan saama sädeannosta voidaan vähentää lyijysuojaimilla viidestä seitsemään prosenttia, kun suojaus on asetettu juuri mielenkiintoalueen ulkopuolelle. Bondin (2016) mukaan kuitenkin esimerkiksi vismuttisuojaimien käyttö voi lisätä kohinaa ja artefakteja sekä sekoittaa AEC-järjestelmää, jolloin potilaan saama annos voi suurentua. Jartti ym. (2012) suosittaa kuitenkin, että vatsan alueen kuvauksissa tulee käyttää sädesuojaimia ainakin nuoremilla potilailla. Suojaimet laitetaan kuvausalueen ulkopuolelle aivan kuvausalueen reunaan kiinni esimerkiksi nuorten naisten rintojen suojaamiseksi. (Rawashdeh ym. 2018; Jartti ym. 2012; Cupp 2016.)

Työntekijät eivät kovinkaan usein ole tietokonetomografiahuoneessa kuvauksen aikana, mikä onkin paras vaihtoehto, sillä kuvauksen aikana huoneessa on paljon siroavaa säteilyä. Poikkeuksena ovat TT:ssä tehtävät toimenpiteet, kuten erilaiset biopsiat eli näytteenotot. Jos huoneessa on työntekijä toimenpiteen aikana, on hänen pukeuduttava asianmukaisesti lyijysuojaimiin. (Cupp 2016.)

Tietokonetomografiatutkimushuone täytyy olla myös rakenteellisesti suojattu, koska työntekijät ovat valvonta-alueella kuvauksen aikana. Asetukset vaihtelevat eri valtioiden välillä, mutta suojaukset on mietitty yleensä jo huoneen suunnitteluvaiheessa. Suunnittelussa otetaan huomioon esimerkiksi TT-kuvaushuoneen sijainti, ja jos se on esimerkiksi odotusaulan lähetyvissä, on annosten pysyttävä alle 1 mSv vuodessa. Vastaavasti taas suojusten paksuuksia voidaan pienentää, jos säteilylähteen voi sijoittaa sellaiseen paikkaan, jossa ei ole lähellä muuta toimintaa (Stuklex 2011). Yleinen harhaluulo on myös, että kuvaushuoneen ja valvonta-alueen välissä täytyy olla jokin vankka rakenne erottamassa niitä. Fotonit eivät kuitenkaan piileskele nurkan takana, joten on hyväksyttävää, että kuvaushuoneen ja valvonta-alueen välissä on ovi, kunhan kuvauksen aikana on merkitty selkeä raja suojatulle alueelle. (Cupp 2016.)

ST-ohjeiden (2011, 1.10) mukaan Suomessa kuvauslaitteiden käyttötilat on suunniteltava ja rakennettava siten, että laitteiden säteilylähteestä aiheutuva säteilyannos jää niin pieneksi kuin mahdollista. Tässä on huomioitava esimerkiksi mahdollinen useammasta säteilylähteestä tuleva altistus. Säteilyannos ei saa ylittää efektiivisen annoksen vuosittaista rajaa, joka on 6mSv:ä tarkkailualueella. Tarkkailualueeksi luokitellaan alueet, joissa työntekijän vuosittainen efektiivinen annos voi ylittää arvon 1 mSv. Suojauksessa on otettava huomioon myös tilojen rakenteet. Rakennuksissa käytetään yleensä betonilaattoja, jotka sisältävät onteloita ja näin ne eivät ole yhtä paksuja joka kohdalta. Tällaisten rakenteiden säteilysuojausta on lisättävä, jotta se olisi jokaisessa kohdassa riittävä. Suojuksissa käytetään lyijylevyjä, jotka voidaan asentaa hieman päällekkäin, jottei niiden väliin jäisi suojaamatonta rakoja. Tietokonetomografiahuoneiden suojaukset on määritettävä laskennallisesti tiloissa, jotka ovat pieniä tai joissa laite on sijoitettu lähelle seinää tai säätötilaa sekä silloin, jos laitteen käyttömäärä on poikkeuksellisen suuri. (Stuklex 2011.)

4 VARTALON TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUS RADIOGRAFIATYÖNPROSESSIN MUKAISESTI

Radiografiatyön prosessi on röntgenhoitajan työn peruspilari, sillä se määrittelee koko ajan röntgenhoitajan työn kulkua. Radiografiatyön prosessi koostuu kolmesta eri vaiheesta: suunnittelu, toteutus ja arviointi. Nämä kolme vaihetta tulee käydä läpi jokaisen potilaan kohdalla. Lähetee on ensimmäinen osa, josta koko prosessi lähtee käyntiin. (Sorppanen 2006, 113.) Röntgenhoitajan työnkuvaan kuuluu potilaan tarpeisiin vastaaminen sekä pelkojen lievittäminen koko tutkimuksen ajan. Röntgenhoitajan tulee toimia työssään eettisesti niin, että hän kunnioittaa ja suojelee potilaan yksityisyyttä jokaisen tutkimuksen ja toimenpiteen aikana. (Hellman ja Lindgren 2014.)

4.1 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa lääkäri määrittää potilaalle tutkimuksen tarpeen, arvioi oikeutuksen ja kirjoittaa lähetteen tutkimukseen. Lähetee on juridinen asiakirja ja sille on asetettu tietyt kriteerit: lähetteessä tulee olla päivämäärä, potilaan henkilötiedot, lähettävän yksikön tunnistetiedot, lyhyt kertomus potilaan aikaisemmista sairauksista ja lyhyt anamneesi sekä sen hetkinen tila nykysairaudesta. Lähetteestä tulee käydä ilmi mitä tutkimuksella haetaan eli mikä on tutkimuksen indikaatio. (Pitman 2016, 3.)

Vartalon rutiini TT:ssä indikaationa voi olla esimerkiksi hypovaskulaaristen maligniteettien hoitovasteen seuranta: muunmuassa kolorektaali-, ruokatorvi-, mahalaukku-, keuhko ja suurimmassa osassa rintasyövistä. Esivalmisteluina potilaalle on pitkä vesijuotto. Potilaan saama varjoainemäärä on yleensä 350 mg jodia painokiloa kohti ja ruiskutusnopeus voi olla esimerkiksi 4 ml sekunnissa. Kuvasarjat rajataan soliskuopista symfyysin alareunaan yhtenä kuvasarjana niin, että maksa tulee kuvatuksi laskimovaiheessa. (Jartti ym. 2012.)

Potilaan on oltava tietoinen tutkimuksen eduista, mutta myös hänelle aiheutuvasta säderasituksesta. Röntgenhoitajan on käytettävä ammatillista osaamistaan ja kerrottava potilaalle tiedot tutkimuksesta tarkasti ja ymmärrettävässä muodossa. Koska TT-tutkimuksesta saatavan säteilyannoksen katsotaan aiheuttavan syöpäriskiä, tulisi siitä kertoa potilaalle eettisistä ja oikeudellisista syistä. Välttämättä asiasta ei tule kuitenkaan keskusteltua, ellei potilas itse siitä kysy. (Hadley ja Watson 2016.) Myös Niemisen ja Oikarisen (2017) mukaan röntgenhoitaja voi olla potilaalle ensimmäinen tietolähde tutkimuksen kulusta, kun potilas ei ole tavannut röntgenlähetteen kirjoittanutta lääkäriä.

Suunnitteluvaiheessa röntgenhoitaja tutustuu lähetteeseen, mahdollisiin aikaisempiin kuviin sekä potilaan laboratoriotuloksiin. Tarkemmat ohjeet tutkimukseen antaa aina radiologi ja tämä röntgenhoitajan tulee huomioida myös suunnitteluvaiheessa. Röntgenhoitajan tehtävä on myös arvioida tutkimuksen oikeutusta eli onko tutkimus tarpeellinen potilaalle. Röntgenhoitaja laskee mahdollisen varjoainemäärän potilaan painon mukaan sekä saattaa varjoaineruiskun käyttövalmiiksi. Suunnitteluvaiheen lopuksi röntgenhoitaja saattaa laitteet valmiustilaan ennen tutkimuksen toteuttamista. (Soimakallio 2005, 90.)

4.2 Toteutus

Toteutus vaiheessa röntgenhoitaja kutsuu potilaan tutkimuhuoneeseen ja haastattelee hänet. Potilaalta tarkistetaan henkilötunnus sekä fertiili-ikäisiltä naisilta raskauden mahdollisuus. Potilasta pyydetään ottamaan kuvattavalta alueelta kaikki metallit sekä ylimääräiset esineet pois mahdollisten artefaktojen välttämiseksi. Tämän jälkeen potilas kanyloidaan, mikäli hänelle käytetään varjoainetta kuvauksessa, ja seuraavaksi potilas asetellaan tutkimusprotokollan mukaisesti tutkimuspöydälle. (Soimakallio 2005, 90.) Potilaalle tulee aina selittää varjoaineen tarkoitus ja mahdolliset tuntemukset eli metallinmaku suussa sekä lämmön tunne alavatsalla ruiskutuksen aikana (Hellman ja Lindgren 2014). Röntgenhoitaja kertoo potilaalle, mikä alue kuvataan, millainen tutkimus on ja mitä myöhemmin tapahtuu. Röntgenhoitajalla voi olla myös tarvetta rauhoittaa potilaita ja vähentää heidän ahdistustaan. Potilaalle voidaan kertoa myös varjoaineen mahdollisista haittavaikutuksista kuten varjoainenefropatiasta. Potilasta tulee myös ohjata juomaan nestettä varjoainetutkimuksen jälkeen, sillä se edesauttaa varjoaineen poistumista munuaisten kautta virtsan mukana pois elimistöstä. (Hadley ja Watson 2016; Jartti ym. 2012.)

Asettelussa on tärkeää, että potilas on aseteltu isosentrisesti. Epäsymmetrinen asettelu huonontaa kuvanlaatua ja nostaa potilaan saamaa sädeannosta. Gantryssä potilaan kuvitteellinen keskiviiva (silmien välistä symfyysiin) tulee olla keskellä TT-pöytää ja pöydän korkeus taas potilaan massan keskipisteeksi kuvattavasta alueesta. Potilasta tulee ohjata olemaan liikkumatta kuvauksen aikana, jotta kuviin ei tulisi liikettä, mikä aiheuttaa epätarkkuutta. Potilaalle on myös hyvä kertoa tutkimuksen kulku sekä ohjata kuuntelemaan kaiuttimesta tulevia hengitysohjeita. Tämän jälkeen otetaan scout- eli suunnittelukuvat (käytetään myös nimeä topogrammi) ja ne voidaan ottaa joko etu-taka tai sivusuunnassa tai molemmat. Nämä suunnittelukuvat antavat mahdollisuuden tarkastaa potilaan asettelun. Sivusuunnan suunnittelukuvan avulla voidaan nähdä, onko potilas aseteltu lähelle isosentriä ja etu-taka kuvasta taas nähdään, miten potilas asettuu FoV:n (field of view) eli kuvauskentän keskelle. (Philips 2016.) Vatsaa kuvattaessa käsivarret tulee nostaa hartiatason yläpuolelle. Mikäli tämä ei ole mahdollista, kädet asetetaan vatsan päälle niin, että käsien väliin laitetaan tyyny artefaktojen vähentämiseksi. (Jartti, ym. 2012.)

Asettelun jälkeen tarkistetaan kuvausohjelma, ohjelmaan asetettu varjoainemäärä sekä kuvausparametrit, jonka jälkeen kuvaus voidaan aloittaa. Vartalon kuvauksissa suositellaan aikuisilla käytettäväksi 120 kilovoltin putkijännitettä, hoikemmilla aikuisilla voi käyttää 100 kilovolttia (Jartti ym. 2012). Kuvauksen aikana potilaalle annetaan hengitysohjeita kaiuttimen kautta. Tutkimuksen suoritettua potilas lasketaan pois kuvauspöydältä, kerrotaan milloin vastaukset ovat saatavilla sekä varmistetaan tietäkö potilas, mistä hän kuulee vastaukset. (Soimakallio 2005, 91.)

4.3 Arviointi

Tutkimuksen jälkeen röntgenhoitaja arvioi tutkimuksen onnistumista kokonaisuutena. Röntgenhoitaja arvioi kuvien laatua, onko se riittävä ja onko kuvaus teknisesti onnistunut. Lisäksi hoitaja tekee kuvista mahdolliset rekonstruktiot sekä lähettää kuvat sähköiseen kuva-arkistoon eli PACSiin. Lopuksi hoitaja

kirjaa tutkimuksen terveydenhuollon radiologian osaston ohjelmaan eli RISiin, sekä merkitsee tietoihin mahdollisen varjoaineen määrän, antotavan sekä antajan. (Soimakallio 2005, 91.)

Kuvauksen jälkeen raakadatasta rekonstruoidaan varsinaiset diagnostiikassa käytettävät kuvaleikkeet. Rekonstruktio tarkoittaa siis matemaattista menetelmää, joka luo TT-kuvat raakadatasta useasta eri näkökulmasta takaisinprojisoinnilla. Takaisinprojisoinnin käyttö määrittää, kuinka paljon kohinaa voidaan poistaa paikkatarkkuutta uhraamatta. Tässä voidaan käyttää erilaisia suodattimia sen perusteella, mitä kuvasta halutaan näkyvän. Käytettävät suodattimet kuten kernel valitaan kliinisen indikaation mukaisesti. Pehmeämmässä suodattimessa kohina vähenee, jolloin pienet tiheyserot näkyvät paremmin, kun taas terävämmässä suodattimessa kohina lisääntyy, jolloin tiheyserot näkyvät huonommin. Pehmeämpää suodatinta käytetään usein vatsan alueella, kun taas terävämpi sopii luiden ja keuhkon alueen rekonstruktioihin. (Jartti ym. 2012, Cupp 2016.)

Vatsan alueen kuvauksissa on hyvä arkistoida ainakin 3mm:n aksiaali- sekä koronaalileikkeet ja tietyissä tilanteissa myös sagittaalileikkeet. Tärkeimmistä kuvasarjoista olisi hyvä tallentaa myös 1 mm:n paksuiset leikkeet. Diagnostiikassa on tärkeä katsoa sekä ohuet, että paksut leikkeet, sillä paksuimmista leikkeistä erottuvat paremmin poikkeavat metastaasit ja tuumorit. (Jartti ym. 2012.)

5 OPETUSVIDEO KEHITTÄMISTYÖNÄ

5.1 Video opetusmenetelmänä

Liikkuvan kuvan avulla voidaan nähdä asioita, joita voisi olla muuten vaikea nähdä. Videon tavoitteena voi olla kohteen tutuksi tuleminen tai jonkin asian erottaminen jo tutusta kohteesta. Näkemällä liikkuva kuva, saavutetaan siis yksi oppimisen ulottuvuuksista. Toinen ulottuvuus, joka on mahdollista saada aikaan videon avulla, on sitoutuminen. Videon avulla herätetään opiskelijoiden kiinnostus ja se voi näyttää miten jokin aihe liittyy opiskelijoiden omaan elämään. (Hakkarainen ja Kumpulainen 2011, 12)

Videon avulla voidaan oppia myös tekemistä. Video toimii roolimallin esittäjänä ja siitä voidaan oppia asenteita ja taitoa. Demonstraatiovideoiden avulla voidaan katsojaa auttaa oppimaan yksinkertaisia taitoja ja monimutkaisemmissa voidaan käyttää step-by-step videota, jossa opetettava taito esitetään vaihe vaiheelta samalla kertojan selostaen toimintaa. (Hakkarainen ja Kumpulainen 2011.)

Neljäs ulottuvuus on kertominen. Videon avulla voidaan tukea faktojen muistamista esimerkiksi yhdistelemällä kuvia ja muistettavia asioita. Selitysten ymmärtämistä voidaan tukea myös lisäämällä selostus videokuvaan. (Hakkarainen ja Kumpulainen, 2011.) Videokameraa voidaan verrata kynään eli videokameraa käytetään kynän tavoin oppiaineiden opetuksessa. Videon avulla voidaan lisätä motivaatiota, oppiaineeseen sitoutumista ja vastahakoisten ja alisuoriutuvien oppilaiden motivointia ja aktiivointia. (Lautkankare, 2014.)

5.2 Opetusvideon tekeminen

Ennen videon kuvaamisen aloitusta, tulee aiheen olla valmiiksi suunniteltu ja käsikirjoitettu, jotta saadaan napakka ja helposti ymmärrettävä video. Kuvattavaa aihetta on hyvä prosessoida ryhmän jäsenten mielissä, jolloin aihe saadaan työstettyä yhteiseksi haluttuun muotoon. Videossa pienen hetken mittainen osio saattaa sisältää tuntien suunnittelua, kuvausaineiston läpikäyntiä ja editointia. (Lautkankare, 2014.)

Video on jokseenkin työläs toteuttaa, joten sen laadun varmistamiseksi kannattaa nähdä riittävästi vaivaa. Mitä huolellisemmin suunnittelu tehdään, sitä parempi on lopputulos. Käsikirjoitus toimii tekijälle ikään kuin ostoslistana, josta tarkastetaan kaikki muistettavat asiat. Käsikirjoitus on myös dokumentti, josta tilaajan on mahdollista nähdä mielikuvissaan valmis tuote ja sitä voi vielä hioa myös yhdessä tilaajan toiveiden ja tekijän kanssa. Käsikirjoitus on myös ikään kuin sopimuspaperi, jos se on hyväksytty, jälleenkään ei voida vaatia muutoksia, joita ei hyväksytyssä suunnitelmassa ollut. (Ailio, 2015.)

Kohtausluettelo on käsikirjoituksen peruspilari. Kohtaus on yhdessä ajassa tai paikassa tapahtuva kokonaisuus ja se vaihtuu aina, jos aika tai paikka vaihtuvat. Jokainen kohtaus luetteloidaan ja numeroidaan peräkkäisiksi kokonaisuuksiksi suunnitelmaan. Videon suunnittelu kannattaa aloittaa kohtauksista, minkälaisia ne ovat ja missä järjestyksessä ne ovat valmiissa videossa. (Ailio, 2015.)

5.3 Opetusvideon sisältö

Heti ensimmäisestä kuvasta alkaen videon on koukutettava katsoja mukaan. Videon aloittamismalleja on useita, joista yksi on esimerkiksi arvoitus. Arvoituksessa näytetään kuva, josta katsoja ei heti ota selvää mistä videossa tullaan puhumaan, mutta josta hän haluaa tietää lisää. Arvoituksen päämääränä on herättää uteliaisuus ja se voi olla esimerkiksi pieni hetki keskeltä videon toimintaa. (Ailio 2015.) Videon alun tulee olla vangitseva ja viedä katsoja mukanaan, mikäli alku ei sytytä katsojaa, niin hän saattaa jättää videon kesken (Laine 2016).

Tärkeitä elementtejä hyvän opetusvideon tekemisessä ovat lyhyt käsikirjoitus, oikea äänitaso, hyvä valo, nopea tahti sekä videossa ei saa olla häiritseviä taustoja. Jotta video on vaikuttava, tulee sen pituuden olla alle 10 minuuttia. (Biyani 2011.) Videon huono äänenlaatu saa herkästi katsojan mielenkiinnon loppumaan. Huono äänenlaatu tai se, ettei katsoja kuule kunnolla puhetta, turhauttaa katsojaa ja on iso ongelma videon kannalta. Ulkoisella mikrofonilla saadaan parannettua äänenlaatua ja sillä voidaan pelastaa muuten hyvä opetusvideo. (Laine 2016.)

Jos videossa käytetään selostavaa puhetta, on se sijoitettava rauhallisiin kohtiin videossa, jotta katsojan mielenkiinto säilyy. Kuva vie yleensä suuremman huomion ja jos kuvassa tapahtuu mielenkiintoista, katsoja unohtaa kuunnella. Puheen on myös oltava selkeämpää ja yksinkertaisempaa kuin kirjallisesti ilmaistaessa, joten spiiikissä kannattaa hyödyntää selkokieltä. Virkkeiden tulisi olla lyhyitä, ja suosittuina ovatkin alle 18 sanan virkkeet ja alle 8 sanan lauseet. Spiiikeissä on myös hyvä käyttää toiston sijaan synonyymejä ja korvata lauseenvastikkeet sivulauseilla. Videossa oleva puhe tulee olla hieman hitaampaa kuin normaalisti, ja sitä voikin harjoitella lukemalla ääneen tekstiä etukäteen. Kun spiiikkiä nauhoitetaan, tule se puhua kuvitellulle kuulijalle, eikä vain lukea tekstiä. (Ailio 2015.) Videon kielen tulee olla kohderyhmälle sopivaa. Mikäli kohderyhmä koostuu ammattilaisista, niin kannattaa käyttää ammattisanastoa, mutta mikäli katsojat ovat aloittelijoita aiheen suhteen, niin silloin ei kannata käyttää liian vaikeita sanoja. (Biyani 2011.)

5.4 Opetusvideon editoiminen

Videon editointi yhdessä hyvän kuvamateriaalin kanssa on tärkein osa hyvän opetusvideon tekemistä: editoimalla katsojan mielenkiinto saadaan pysymään tarinassa ja kaikki ylimääräinen jätetään pois lopullisesta videosta. Videon pituus ei ole ratkaiseva tekijä vaan sisältö määrää, riittääkö katsojan mielenkiinto pitkänkin videon loppuun asti. Videon editoijan tulee asettua katsojan asemaan ja luoda materiaalista tarina, joka pitää katsojan mielenkiinnon yllä. Editointi vaiheessa kuvatusta materiaalista valitaan vain parhaat palat ja leikataan kohtaukset sopivan mittaisiksi. Efektit ja muut toiminnot ovat hyvä mauste videolle, mutta niiden liika esiintyminen ei yksinään tee videosta mielenkiintoista. (Laine

2016.) Kosola (2015) muistuttaa myös, että videon kuvan nopeuttamisessa tulee huomioida se, että mikäli kuvatessa kohtausta kamera on heilunut ja kohtaus nopeutetaan valmiilla videolla, saattaa heiluminen näkyä videossa vieläkin selvemmin.

6 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Opinnäytetyön tarkoituksena on toteuttaa opetusvideo vartalon varjoainetehosteisesta tietokonetomografiatutkimuksesta röntgenhoitajaopiskelijoille. Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden tietoisuutta tietokonetomografiatutkimuksista sekä helpottaa oppimista harjoittelussa.

Opinnäytetyön tilaajana on Savonia-ammattikorkeakoulu ja opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Kuopion yliopistollisen sairaalan kliinisen radiologian yksikön kanssa. Työ toteutetaan kehittämistyönä.

7 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

7.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulun toiminnallisten opinnäytetöiden lähtökohtana ovat työelämälähtöisyys ja käytännönläheisyys. Toiminnalliseen opinnäytetyöhön kuuluu raporttiosuus sekä itse produkti eli tuotos. Tuotos on usein kirjallinen ohje tai opastus jollekin kohderyhmälle, tuotoksen toteutustapana voi olla esimerkiksi video, perehdyttämisopas tai järjestetty tapahtuma. Toiminnallisen opinnäytetyön raportti osuudesta selviää mitä, miksi ja miten olet tehnyt, millainen työprosessi on ollut sekä johtopäätökset ja tulokset, jotka olet saavuttanut. Raportissa tulee myös käydä ilmi oman tekemisen, tuotoksen ja oppimisen arviointi. Raportin perusteella lukija voi päätellä, miten opinnäytetyössä on onnistuttu. Opinnäytetyön kautta tekijä kasvaa ammatillisesti sekä persoonallisesti ja se kertoo myös lukijalle tekijän ammatillisesta osaamisesta. (Vilka ja Airaksinen 2003, 65-69.)

Vilkan ja Airaksisen (2003, 9) mukaan toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa käytännön toiminnan ohjeita, oppaita tai parantaa jo olemassa olevaa ohjausta. Opinnäytetyömme oli toiminnallinen opinnäytetyö, jonka tarkoituksena oli tuottaa opetusvideo röntgenhoitajaopiskelijoille vartalon varjoainetehosteisesta tietokonetomografiatutkimuksesta. Opinnäytetyö toteutettiin projektityömenetelmällä yhteistyössä Kuopion yliopistollisen sairaalan Kliinisen radiologian yksikön ja Savonia ammattikorkeakoulun kanssa.

7.2 Tarpeen tunnistaminen

Kehittämistarpeen tunnistaminen lähtee siitä, kun huomataan tarve, jonkin asian parantamiseen (Heikkilä, Jokinen ja Nurmela 2008.) Opinnäytetyömme tarpeen tunnistaminen lähti opinnäytetyöntekijöiden käytännössä havaitsemasta puutteesta tietokonetomografiatutkimusten opintojaksossa. Savonia-ammattikorkeakoulussa tietokonetomografiatutkimusten opintojaksoon sisältyy sekä teoriaopinnot että demonstraatiotunnit, joissa mennään tutustumaan tietokonetomografialaitteistoon paikan päälle. Missään vaiheessa ei kuitenkaan näytetty, kuinka TT-tutkimus toteutetaan alusta loppuun asti (Savonia-ammattikorkeakoulu 2019b.) Teoriaopinnot antoivat valmiudet teoriaan, mutta käytännössä meillä ei ollut riittävästi tietoa TT-laitteen toiminnasta sekä tutkimusten toteuttamisesta käytännössä. Me itse koimme, että olisi ollut hyvä nähdä tietokonetomografiatutkimuksen toteutus teoriaopinnojen rinnalla ja ennen harjoitteluun menoa. Tämän ansioista teoriatieto olisi ollut sovellettavissa käytäntöön ja olisimme sisäistäneet opetettavan asian helpommin ja nopeammin. Harjoittelussa olisi ollut myös matalampi kynnys lähteä itse tekemään, kun olisi ollut tieto siitä, miten TT-tutkimus toteutetaan. Tämän myötä, saimme idean toteuttaa opetusvideon tuleville röntgenhoitajaopiskelijoille, jotta heillä olisi paremmat valmiudet lähteä käytännön harjoitteluun.

Opinnäytetyön idea kehittyi aiheen suunnitteluvaiheessa keväällä 2018, jolloin aloitimme tekemään aihekuvausta. Halusimme tehdä videon vartalon tietokonetomografiatutkimuksesta, sillä se on yksi yleisimmistä TT-tutkimuksista (Suutari 2015). Mietimme mitä asioita video sisältäisi, ja koska se oli

tulossa röntgenhoitajaopiskelijoiden käyttöön, päätimme, että videossa kuvataan tarkasti TT-tutkimuksen vaiheet alusta loppuun. Laadimme aihekuvaukseen myös alustavan käsikirjoituksen videota varten.

7.3 Suunnittelu

Opinnäytetyön idean ja tavoitteiden tulee olla tiedostettuja, harkittuja ja perusteltuja, minkä vuoksi laaditaan toimintasuunnitelma. Toimintasuunnitelman ensisijainen merkitys on jäsentää itselle, mitä ollaan tekemässä. Suunnitelma merkitsee myös lupausta siitä, mitä aiotaan tehdä. (Vilka ja Airaksinen 2003.)

Tehdessämme työsuunnitelmaa laadimme SWOT-analyysin (Liite 1), jossa arvioimme opinnäytetyöhömmä vaikuttavia tekijöitä. Opetushallituksen (s.a.) mukaan SWOT tulee sanoista strengths (vahvuudet), weaknesses (heikkoudet), opportunities (mahdollisuudet) ja threats (uhat). SWOT-analyysi suositellaan tekemään, kun kehittämispäätös on tehty, sillä sen avulla voidaan ohjata prosessia sekä tunnistaa kriittiset kohdat analyysin avulla (Opetushallitus s.a.).

SWOT-analyysin kautta koimme vahvuudeksemme korkean motivaation ja toimivan yhteistyön sekä etenemisen opinnoissa samaa tahtia. Koimme vahvuutena myös sen, että molemmat opinnäytetyöntekijät olivat suorittaneet pakollisen TT-harjoittelun samalla laitteella, jolla tulimme kuvaamaan videon KYS:llä. Heikkouksina taas koimme kiireisen elämän, sillä asuimme eri paikkakunnilla ja kävimme koulun ohella töissä. Opinnäytetyön mahdollisuuksina koimme tiedon lisääntymisen TT-tutkimuksista sekä valmistumisen etuajassa. Uhkana koimme pitkän yhtenäisen harjoittelujakson, jonka aikana olimme eri paikkakunnilla sekä nopean aikataulun. Kummallakaan ei ollut myöskään aikaisempaa kokemusta videon editoimisesta, joten koimme sen uhkana työllemme.

Toiminnallisen opinnäytetyön tuotos ei yksinään riitä opinnäytetyöksi, vaan ideana on osoittaa kykenevänsä yhdistämään ammatillisen teoreettisen tiedon ammatilliseen käytäntöön. On kyettävä pohtimaan teorian ja käsitteiden avulla käytännön ratkaisuja ja kehittää niiden kautta oman alan ammattikulttuuria. Teoreettisen viitekehyksen avulla osoitetaan, että tutkimus ei ilmesty tyhjältä, vaan se pohjautuu ja linkittyy tieteelliseen teoriaan. (Vilka ja Airaksinen 2003.)

Kokosimme opinnäytetyömme teoriaviitekehyksemme eri lähteistä, sekä suomalaisesta että kansainvälisestä kirjallisuudesta ja tutkimustiedosta. Toteutimme tiedonhaun koulun kirjaston hakukoneella sekä eri tietokannoista kuten Medic, Pubmed ja Cinahl. Lisäksi käytimme opinnäytetyön ohjaajamme suosittelemaa lähdemateriaalia. Tiedon etsinnässä käytimme esimerkiksi seuraavia hakusanoja: tietokonetomografia, varjoaine, video, opetusvideo, viipalekuvaus, computed tomography, optimointi, contrast agent ja optimizing.

Tiedonhaku suoritettiin sekä kansainvälisistä että suomalaisista tietokannoista. Lähteiden luotettavuutta arvioitiin esimerkiksi lähteen iän ja kirjoittajan perusteella. Tieto muuttuu nopeasti, joten tuoreimmat lähteet tarjosivat parhaimman luotettavuuden. Suurin osa käyttämistämme lähteistä on alle

kymmenen vuotta vanhoja. Muutamat lähteet olivat yli kymmenen vuotta vanhoja, mutta niistä löytyvä teorian tieto ei ole muuttunut nykyhetkeen mennessä. Pyrimme arvioimaan käyttämiemme lähteiden tiedon luotettavuutta myös tekijän sekä julkaisuorganisaation kautta. Tutkimusartikkeleissa huomioimme myös sen, että onko se vertaisarvioitu.

7.4 Opinnäytetyön toteutus

Aihekuvauksemme hyväksyttiin kesän alussa 2018 ja tästä pääsimme etenemään tutkimussuunnitelmaan. Tarkoituksena oli, että tutkimussuunnitelma olisi valmis elokuun loppuun mennessä, jotta pääsisimme hakemaan tutkimuslupaa. Aikataulumme kuitenkin pitkittyi ja pääsimme aloittamaan suunnitelman tekemistä vasta lokakuun vaihteessa. Saimme tutkimussuunnitelman hyväksytyä kuitenkin varsin nopealla aikataululla vuoden loppuun 2018 mennessä ja pääsimme hakemaan tutkimuslupaa Kuopion yliopistolliselta sairaalalta tammikuussa 2019. Tutkimusluvan saimme tammikuussa 2019 ja tämän jälkeen sovimme tapaamisen yhteyshenkilöidemme kanssa videon kuvaamista varten.

Tapaaminen järjestettiin helmikuussa 2019 Kuopion yliopistollisen sairaalan yhteyshenkilöiden TT-vas-
tuu hoitaja Anne-Mari Kulhomäen sekä röntgenhoitaja Timo Karjalaisen kanssa. Tapaamisessa sovimme kuvauspäivän ja sovimme käytännön asioista. Timo Karjalainen lupasi sopia sädehoitoyksikön kanssa fantomin lainaamisesta sekä varata tarvittavia välineitä kuvauspäivälle valmiiksi. Kävimme myös katsomassa kuvaustilat läpi, jotta pääsimme miettimään suunnitelmaa siitä, mistä kohdalta kuvaaisimme kohtaukset. Timo antoi meille vielä viime hetken vinkkejä kuvaamiseen, sillä hän oli juuri käynyt kurssin aiheeseen liittyen.

Kuvauspäiväksi valikoitui 5.3.2019. Olimme hyväksyttäneet käsikirjoituksen (Liite 2) opinnäytetyön ohjaajalla sekä Timo Karjalaisella. Kuvauspäivänä teimme vielä viimehetken muutokset käsikirjoitukseen, esimerkiksi muutimme varjoainemäärän KYS:n protokollan mukaiseksi. Video oli tarkoitus kuvata röntgen 2: sen TT-laitteella, mutta koska päivystyksen TT-laite oli rikki ja potilaita riitti iltaan asti, siirryimme kuvaamaan videota PET-TT:n tiloihin. Koska kuvauspaikka muuttui, jouduimme miettimään uudestaan kohtaus kohtaukselta, mistä suunnasta tulisimme ne kuvaamaan. Tämä vähän hidasti työkentelyämme, mutta saimme kuitenkin kohtaukset kuvattua yhden illan aikana.

Kuvausten edetessä, jouduimme välillä poikkeamaan suunnitelmasta. Joitakin kohtauksia piti kuvata useampaan kertaan, jotta saisimme kerronnan mahtumaan kohtaukseen editointivaiheessa. Myös kanylointikohtaus täytyi uusaa, sillä ensimmäisellä kerralla pistäjällä ei ollut suojakäsineitä, joten emme voineet käyttää tätä kohtausta. Kuvausten edetessä, otimme myös muutamia ylimääräisiä kohtauksia, ja jotakin jätimme pois käytännöllisyyden vuoksi. Kuvaaminen tapahtui omalla kameralla ja meillä oli käytössä jalusta, jotta välttyttäisiin videon heilumiselta. Joitakin kohtauksia jouduimme kuvaamaan myös käsin paremman näkyvyyden vuoksi. Kuvaajana toimi toisen opinnäytetyöntekijän puoliso. Päädyimme tähän ratkaisuun, sillä kuvaajalla oli enemmän tietotaitoa kameran käytöstä. Olemme kuitenkin itse suunnitelleet kohtaukset ja ne mistä kuvataan ja mitä halutaan näkyvän. Ulkopuolinen kuvaaja toimi kuvaustilanteessa ikään kuin lisäkäsinä.

Olimme etukäteen päättäneet, että kerronta videoon tehdään jälkiäänityksenä, jotta saisimme minimoitua esimerkiksi TT-laitteen taustamelusta johtuvat äänet. Teimme äänityksen toisen opinnäytetyöntekijän kotona ja apuna käytimme mikrofonia, jonka avulla saimme äänen laadun paremmaksi. Aloitimme editoinnin pian kuvaamisen jälkeen. Purimme kohtaukset tietokoneelle ja nimesimme ne käsikirjoituksen mukaan loogisesti kohtauksien nimillä. Näin oli helpompi asettaa kohtaukset kronologiseen järjestykseen editointiohjelmaan. Teimme editoinnin tietokoneen omalla ohjelmalla (imovie). Kun olimme laittaneet kohtaukset järjestykseen, aloimme muuttaa niiden pituutta sopivammaksi. Joidakin kohtauksia täytyi lyhentää, esimerkiksi videokaappauksessa delay-aika ennen kuvauksen alkamista kestää 47 sekuntia. Tämä oli mielestämme liian pitkä aika odottaa ilman, että videossa tapahtuu yhtään mitään, joten editoimme sen niin, että kuvaus alkaa suoraan. Seuravaaksi laitoimme taustamusiikin videoon sekä liitimme kerronnan ääniraidat. Äänen editoimme siten, että kun videossa oli puhetta, niin taustamusiikki hiljeni kerronnan ajaksi. Meillä ei valitettavasti ollut riittävästi osaamista musiikin editointiin, sillä videoon liitetty musiikki kesti vain 40 sekuntia, joten sitä piti liittää videoon yhä uudestaan ja uudestaan, jotta saimme sen koko videoon eli kahdeksan minuutin ajalle riittämään. Yritimme kuitenkin "loopata" musiikkia videossa siten, että ääniraidat on asetettu hieman päällekkäin, jotta musiikin katkeamista ei olisi selkeästi erotettavissa.

Lähetimme ensimmäisen version videosta opinnäytetyön ohjaajalle maaliskun lopussa ja hän antoi korjausehdotuksen yhteen ääniraitaan, joka oli hieman epäselvä. Ääniraidassa kertoja sanoi: "Varjoainemäärä lasketaan 1,5 millilitraa per painokilo ja ruiskutusnopeudeksi valitaan 4 millilitraa sekunnissa, kuitenkin maksimisaan 160 millilitraa". Tästä saa sellaisen kuvan, että ruiskutusnopeus on 160 millilitraa, vaikka se tarkoittaa varjoaineen maksimimäärää. Tämän kohdan äänitimme siis uudestaan ja saimme kerronnasta selkeämmän kuulijalle. Korjattuun versioon lisäsimme vielä myös alku- sekä lopputekstit ja tämän jälkeen lähetimme videon kommentoitavaksi vielä Timo Karjalaiselle, joka auttoi meitä videon tekemisessä.

8 POHDINTA

8.1 Tuotoksen arviointi ja johtopäätökset

Opinnäytetyön arviointi on osa oppimisprosessia ja tavoitteiden saavuttaminen on tärkeä osa siinä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opetusvideo varjoainetehosteisesta tietokonetomografiatutkimuksesta röntgenhoitajaopiskelijoille. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden tietoisuutta tietokonetomografiatutkimuksista sekä helpottaa oppimista harjoittelussa. Video toteutettiin lähes alkuperäisen suunnitelman mukaisesti yhteistyössä Kuopion yliopistollisen sairaalan kanssa. Arviointi koostuu kolmesta eri osa-alueesta, jotka ovat kehittämistyön panokset, muutosprosessi sekä lopputulokset. Arvioinnissa tarkastellaan kehittämistyön suunnittelua, tavoitteiden selkeyttä ja niiden saavuttamista, sekä käytettyjä menetelmiä, vuorovaikutusta ja sitoutumista (Ojasalo, Moilanen ja Ritalahti 2014, 47.)

Toteutimme opinnäytetyön melko tiukalla aikataululla, minkä koimme alussa uhaksi. Meillä oli kuitenkin korkea motivaatio opinnäytetyön tekemiseen, sillä molempien opinnot olivat siinä vaiheessa, että oli mahdollista valmistua puoli vuotta etuajassa. Meillä oli tarkka suunnitelma ja aikataulutavoitteen saavuttamiseksi, vaikka aikataulun suunniteleminen oli haastavaa, sillä emme osanneet hahmottaa eri opinnäytetyön vaiheisiin kuluva aikaa. Aikataulu muuttui tästä syystä monta kertaa, mutta loppua kohti saimme kuitenkin aikataulun kirittyä takaisin. Alun perin olimme suunnitelleet, että video on kuvattuna helmikuun loppuun 2019 mennessä, mutta sen kuvaaminen menikin vasta maaliskuun alkuun, meistä riippumattomista syistä. Tavoitteena oli myös, että video on editoitu 15.3 mennessä, mutta se venyikin maaliskuun loppuun asti. Opinnäytetyö päästiin kuitenkin esittämään hyvinvointikonferenssiin aikataulun mukaisesti sekä opinnäytetyön raporttiosuus valmistui myös suunnitellusti huhtikuun loppuun.

Viikan ja Airaksisen (2003, 159.) mukaan opinnäytetyössä on tarkoituksena yhdistää käytännöllinen ammatillinen taito ja teoreettinen tieto, niin että siitä on hyötyä alan ihmisille. Meillä oli tavoitteena lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden ammatillista kehittymistä tietokonetomografiatutkimuksissa ja koemme onnistuneemme tämän tavoitteen saavuttamisessa erittäin hyvin. Halusimme vielä kysyä omilta vuosikurssilaisiltamme palautetta videosta. Esitimme opinnäytetyön tuotoksen luokkatovereillemme, ja keräsimme heiltä nimettömän palautteen kahteen suljettuun ja yhteen avoimeen kysymykseen. Kysymykset olivat:

1. Olisitko hyötynyt tästä videosta ennen tietokonetomografiatutkimusten harjoitteluun menoa?
2. Olisiko tämä video tukenut oppimistasi tietokonetomografiatutkimusten opintojaksolla?
3. Vapaa sana

Saimme kaksikymmentäyksi vastausta ja jokaisessa niissä oli vastaus kaikkiin kysymyksiin. Kaikki opiskelijat olivat vastanneet, että he olisivat hyötynyt videostamme ennen TT-harjoitteluun menoa sekä kaikki vastaajista uskoivat, että video olisi tukenut heidän oppimista TT-opintojaksolla. Vapaa sana

kohdassa saimme myös sanallista palautetta videostamme. Vastauksista tuli ilmi, että videomme kuvasi hyvin TT-tutkimuksen toteutuksen ja sen mitä röntgenhoitajan työ on TT:ssä käytännössä. Videon laatu oli myös vastausten perusteella riittävä, sekä kerronta koettiin myös parempana vaihtoehtona kuin vuoropuhelu. Video oli ryhmäläistemme mielestä myös informatiivinen ja tarpeeksi ytimekäs sekä sisälsi tarvittavat asiat. Video ei ollut myöskään liian pitkä ja mielenkiinto säilyi loppuun asti. Vastaajat olivat sitä mieltä, että videomme oli visuaalisesti siisti ja tätä puolti tietysti täysin uudistetut tilat Kuopion yliopistollisessa sairaalassa. Kertojan ääni kuvailtiin myös rauhalliseksi ja selostuksen loogisesti eteneväksi. Korjausehdotuksena taas tuli useammalta henkilöltä, että joitain termejä olisi voinut avata vähän tarkemmin, esimerkiksi ”roi”. Emme kuitenkaan lähtenyt kertomaan kaikkia asioita yksityiskohtaisesti videossa, sillä kohderyhmänä ovat kuitenkin alan opiskelijat tietokonetomografiatutkimusten opintojaksolla, jossa teoriassa kerrotaan mitä roi tarkoittaa. Videon on tarkoitus tukea ja täsmentää röntgenhoitajaopiskelijoiden oppimista teorian rinnalla. Yksi henkilö mainitsi myös, että ainoa miinus videossa on musiikki, joka alkaa aina uudestaan ja uudestaan. Pääpiirteittäin oltiin kuitenkin sitä mieltä, että video on hyödyllinen TT-opintojaksolla, sillä sen avulla voi kerrata teoriassa saatua tietoa. Muutama vastaaja koki myös, että he olisivat saaneet paremman kokonaiskuvan tulevasta harjoittelusta videon avulla ja he olisivat päässeet harjoittelussa nopeammin tekemään itse, sillä työnkulku TT:ssä olisi ollut jo tutumpaa.

Hakkaraisen ja Kumpulaisen (2011, 12) mukaan video-oppimista voidaan tarkastella neljän eri ulottuvuuden avulla, jotka ovat liikkuva kuva, sitoutuminen, tekeminen ja kertominen. Videomme avulla opiskelijat saavat mahdollisuuden yhdistää teoriaopinnoista saamansa tiedon liikkuvaan kuvaan. Liikkuvan kuvan avulla tutusta kohteesta voidaan erottaa jotain sellaista, mitä ei pelkästään katsomalla voida nähdä. (Hakkarainen ja Kumpulainen 2011, 12.) Tietokonetomografiatutkimusten opintojaksolla opetetaan teoriaa, näytetään kuvia TT-laitteesta sekä käydään taitopajoissa katsomassa TT-laitetta, mutta missään vaiheessa ei näytetä, miten TT-kuvaus toteutetaan. Videomme avulla, opiskelijat saavat kokonaiskäsityksen prosessista, mitä tapahtuu tietokonetomografiakuvauksissa. Sitoutumisen avulla taas voidaan herättää opiskelijoiden kiinnostus aihetta kohtaan ja saada heidät hakemaan itsenäisesti tietoa aiheesta. Tekemisen kautta taas voidaan oppia asenteita ja taitoja mallioppimisen avulla. Step-by-step videoissa opeteltava taito on jaettu pienempiin osioihin, joita on helpompi hallita kertojan selittäessä eri vaiheiden toimintoja. Videossamme näytämme vaihe vaiheelta tietokonetomografiatutkimusten toteuttamisen ja kertojaääni selittää taustalla mitä missäkin vaiheessa tapahtuu. Kertomisen tavoitteena on auttaa opiskelijaa selitysten ja faktojen oppimisessa. Videossamme kerromme myös yksityiskohtaisesti ammattialamme termejä TT-tutkimukseen liittyen, sillä kohderyhmänä ovat alan opiskelijat.

On hyvä myös arvioida tuotoksen laatua sisällöllisen päätöksenteon näkökulmasta (Vilka ja Airaksinen 2003, 158). Koemme onnistuvamme videon tekemisessä hyvin, sillä emme olleet tehneet aikaisemmin tämänkaltaisia videoita, mutta toki joitakin asioita olisi voinut tehdä myös toisin. Teoreettiseen viitekehykseen keräsimme tietoa esimerkiksi tietokonetomografioiden optimoinnista, mutta tämä ei näy kovin paljoa lopullisessa tuotoksessamme. Videossa oli voinut myös mainita potilaan laboratoriotutkimusten tarkistamisesta. Hyväankään opetusvideoon ei silti varmasti saa kaikkia asioita mahtumaan ja jotain opittavaa jää aina käytäntöön. Videon kuvanlaatu oli muuten riittävä, mutta ruutukaappaus-

kohtaus ei valitettavasti ollut kovin tarkka. Tähän emme kuitenkaan itse voineet vaikuttaa, sillä alkuperäinen laatu oli jo valmiiksi epätarkka, mikä saattaa johtua ruutukaappausohjelman ominaisuuksista. Jatkokehitysideana voisi olla samanlaiset opetusvideot muistakin röntgenhoitajalle kuuluvista modaliteeteistä.

8.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Eettisesti hyväksyttävä ja luotettava tieteellinen tutkimus on toteutettu hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Tämän käytännön keskeisiin asioihin kuuluu se, että tutkimuksen suunnittelu, toteutus, raportointi ja aineiston tallentaminen tulee toteutua tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten edellyttämällä tavalla. Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu myös, että toiminnalle on hankittu tarvittavat tutkimusluvut sekä tutkimushankkeessa olevien osapuolten kesken on tehty sopimukset tuotoksen käyttöoikeuksista. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2013, 8.) Ennen kuin aloitimme videon kuvaamisen, haimme KYS:ltä tutkimuslupaa, jotta saimme sairaalan ylihoitajalta sekä osastonhoitajalta luvan käyttää heidän tilojaan videon kuvaamiseen. Opinnäytetyön prosessin edetessä teimme myös käyttöoikeussopimukset Savonia-ammattikorkeakoulun sekä Kuopion yliopistollisen sairaalan kanssa.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (2013, 8.) muistuttaa, että toiminnassa tulee noudattaa yleistä huolellisuutta, rehellisyyttä ja tarkkuutta tutkimustyössä, tuloksien kokoamisessa sekä niiden esittämisessä ja arvioinnissa. Tutkimuksellisessa toiminnassa tulee soveltaa eettisesti kestäviä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä. Lähteiden käytössä on tärkeää kunnioittaa muiden tutkijoiden tekemää työtä ja viitata heidän julkaisuihinsa arvokkaasti ja asianmukaisella tavalla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2013, 8.) Vilkan ja Airaksisen (2003, 72) mukaan on tärkeä taito osata valita käytettävät lähteet harkiten ja suhtautua niihin kriittisesti. Käytimme opinnäytetyössä tarkoin valittuja sekä mahdollisimman uusia lähteitä. Tiedonhaussa pyrimme rajaamaan aineistoja niin, että niiden sisältämä tieto olisi ajan tasalla sekä kirjoittaja on alan ammattilainen. Kaikki lähteet olemme merkinneet asiallisesti Savonia ammattikorkeakoulun raportointiohjeen mukaisesti, emmekä ole plagioineet kenenkään tekstejä.

Ojasalo, Moilanen ja Ritalahti (2014, 49) muistuttavat, että kehittämistyö tulee tehdä rehellisesti ja tarkasti sekä tavoitteiden tulee olla korkean moraalien mukaisia. Tavoitteenamme oli toteuttaa opetusvideo eettisten periaatteiden mukaan. Videossa emme käyttäneet Kuopion yliopistollisen sairaalan oikeaa potilasta tai kenenkään potilastietoja kuten kuvia, jotta videosta ei olisi pienäkään mahdollisuutta tunnistaa potilaan henkilöllisyyttä. Kuvasimme videossa opetuskäyttöön tarkoitetun fantomin sekä keksimme kuvitteellisen nimen ja henkilötunnuksen videossa esiintyvälle potilaalle.

8.3 Ammatillinen kasvu

Savonia-ammattikorkeakoulun (2019b) röntgenhoitajan tutkinto-ohjelman yleisten ja ammatillisten kompetenssien mukaan röntgenhoitajan tulee osata hyödyntää asiantuntijatietao ammatillisessa kasvussa sekä arvioida omaa ammatillista kasvuaan. Röntgenhoitajalta vaaditaan laajaa ammatillista osaamista eri osa-alueilla, jotka ovat ohjaamis- ja hoitamisosaaminen, menetelmäosaaminen, turvallisuusosaaminen, eettinen osaaminen ja työyhteisöosaaminen (Savonia-ammattikorkeakoulu 2019b).

Radiografiatyon ohjaamis- ja hoitamisosaamisessa vaaditaan osaamista ohjata potilasta ennen, aikana ja jälkeen kuvantamistutkimuksen. Röntgenhoitajan tulee myös osata toteuttaa potilaan lääkehoitoa vastuullisesti sekä käyttää varjo- ja tehosteaineita turvallisesti. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2019b.) Opinnäytetyön teoriaviitekehyyksen luomiseen etsimme paljon lisää tietoa potilaan ohjauksesta tietokonetomografiatutkimuksissa, sekä varjoaineista ja niiden turvallisesta käytöstä. Opinnäytetyöprosessin kautta meille vahvistui ajatus siitä, kuinka tärkeää röntgenhoitajan on selvittää potilaan esitiedot sekä mahdolliset allergiat, jotta varjoaineita voidaan käyttää turvallisesti tutkimuksissa.

Menetelmäosaamisessa röntgenhoitajalta vaaditaan osaamista kuvantamistutkimuksien ja sädehoidon laitteiden käytössä sekä tulee osata soveltaa radiografia- ja sädehoitotyön prosessia kuvantamistutkimuksissa. Röntgenhoitajan tulee osata myös menetelmiin liittyvä kuvankäsittely eli rekonstruktioiden tekeminen. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2019b.) Opinnäytetyöprosessin kautta olemme syventäneet osaamistamme tietokonetomografiatutkimuslaitteiden käytössä, sekä kuvaleikepakkojen erisuuntaisten rekonstruktioiden tekemisessä. Opinnäytetyön tekemisen ohessa vahvistui ajatus siitä, että röntgenhoitajalla täytyy olla hyvä tekninen osaaminen ja hallita erilaiset järjestelmät.

Röntgenhoitajan turvallisuusosaaminen on ensiarvoisen tärkeää, jotta tutkimukset toteutetaan säteilynkäytön periaatteiden mukaisesti ja toiminta tapahtuu sekä potilas- että työturvallisuutta noudattaen. Turvallisuusosaaminen vaatii röntgenhoitajalta tarkkuutta ja huolellisuutta työssään, sekä röntgenhoitajan tulee osata perustella ja arvioida toimintaansa. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2019b.) Luodessamme teoriaviitekehystä ja etsiessämme tietoa tietokonetomografiatutkimusten optimoinnista saimme lisää ammatillista osaamista liittyen turvallisuuteen, sillä röntgenhoitajan on tärkeää tietää kuvausohjelmista, annosparametreista ja annosrajoista potilaalle turvallisen tutkimuksen toteuttamiseksi. Tämän työn myötä meille selkeni aikaisempaa enemmän se, kuinka tärkeää röntgenhoitajan suorittama optimointi on potilaan saaman annoksen vaikuttamiseen.

Eettinen osaaminen vaatii röntgenhoitajalta osaamista sekä tutkimuksien suorittamisessa, että kaikessa tutkimustoiminnassa ja tiedon etsimisessä. Röntgenhoitajan tulee kyetä ottamaan vastuu omasta toiminnastaan ja sen seurauksista, sekä osata toimia alansa ammattieettisten periaatteiden mukaisesti. Röntgenhoitajalla on myös hyvä olla valmiudet vaikuttamiseen yhteiskunnallisesti osaamistaan hyödyntäen ja eettisiin arvoihin perustuen. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2019b.) Opinnäytetyön raporttiosuuteen etsimme tietoa sekä suomalaisista että kansainvälisistä lähteistä, jonka myötä perehdyimme syvällisemmin lähdekriittisyyteen ja kriteereihin, minkä perusteella lähde kannattaa valita. Valitsimme lähteet niiden ajantasaisuuden ja kirjoittajan perusteella, jotta lähde olisi mahdollisimman luotettava. Suurin osa käyttämistämme lähteistä olivat alle kymmenen vuotta vanhoja. Käytimme työssämme myös vanhempia lähteitä, sillä niiden sisältämä teoretieto ei ole muuttunut nykyhetken mennessä. Videossa emme käyttäneet kenenkään oikean potilaan tietoja tai kuvia, vaikka olisimme halunneet videoon aidot leikekuvat. Kuopion yliopistollisen sairaalan linjauksen mukaan ammattikorkeakoulujen opinnäytetyöissä ei saa käyttää oikean potilaan tietoja tai kuvia, joten toimimme työssämme tämän periaatteen mukaisesti.

Viimeinen tärkeä yleinen kompetenssi on työyhteisöosaaminen. Röntgenhoitajan tulee osata toimia osana työyhteisöä ja edistää työyhteisön hyvinvointia sekä osata hyödyntää tieto- ja viestintäteknikkaa oman alan tehtävissä. Röntgenhoitajan täytyy osata tehdä päätöksiä ennakoimattomissa tilanteissa ja olla valmis työnjohtamiseen sekä itsenäiseen työskentelyyn asiantuntijatehtävissä. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2019b.) Opinnäytetyö prosessi vahvisti meidän ryhmätyöskentelytaitojamme ja opimme suunnittelemaan ajankäyttöämme sekä aikatauluttamaan opinnäytetyömme eri osa-alueita ja luomaan itsellemme deadlineja. Projektin tekeminen antoi meille myös valmiuksia luoda erilaisia kokonaisuuksia, kuten videon käsikirjoituksen.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- AILIO, J. 2015. Vähän parempi video. Opas laadukkaaseen videon suunnitteluun ja toteutukseen. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja. [verkkodokumentti]. [Viitattu 2018-31-03.] Saatavissa: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522165831.pdf>
- ARONEN, J., NIEMI, P. ja DEAN P. 2017. Kliininen radiologia. Kuvantamisessa käytettävät kontrastiaineet. [verkkokirja]. [viitattu 2018-11-29.] Saatavissa: <http://www.oppiporssi.fi/op/krd01501/do#s1>
- BIYANI, G. 2011. How to Make a Great Tutorial Video. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-03-19.] Saatavissa: <https://blog.udemy.com/how-to-make-a-great-tutorial-video/>
- BLANCO SEQUEIROS, R. ja LUNDBOM, N. 2017. Tutkimusmenetelmien erityispiirteitä. Tietokonetomografia. Kliininen radiologia [verkkokirja]. [Viitattu 2018-12-04.] Saatavissa: <http://www.oppiporssi.fi/op/krd00104/do>
- BOHRER, E., SCHÄFER, S., MÄDER, U., NOEL, P., KROMBACH, G. ja FIEBICH, M. 2016. Optimizing radiation exposure for CT localizer radiographs. Zeitschrift für Medizinische Physik [verkkolehti] 2, 145–158. [Viitattu 2019-04-09] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0939388916300691>
- BOND, J. 2016. Radiation protection in computed tomography imaging. [verkkodokumentti] [Viitattu 2019-04-09.] Saatavissa: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=ec9c2baa-706b-4d0e-b197-f8c3865afe09%40pdc-v-sessmgr01>
- CHARTRAND-LEFEBVRE, C., PROSMANNE, O., BELAIR, M. ja THERASSE, E. 2013. Radiation dose reduction in computed tomography: Implementation of an iterative image reconstruction method. Canadian association of radiologists journal [verkkolehti] 4, 386. [Viitattu 2019-04-09.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0846537113000879?via%3Dihub>
- CUPP, S. 2016. Radiation protection in computed tomography. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-04-09.] Saatavissa: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=41d00b07-ca42-485a-b37c-4a9dc85f23f3%40pdc-v-sessmgr03>
- ESKELINEN, S. 2016. Glomerulusten suodatusnopeus (GFR) arvioituna CKD-EPI-kaavalla (Pt-GFR_{EPI}). [verkkojulkaisu]. Duodecim. [Viitattu 2018-12-11.] Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk02001
- HADLEY, L.C. ja WATSON, T. 2016. The radiographers' role in information giving prior to consent for computed tomography scans: A cross-sectional survey. Radiography [verkkolehti] 4, 252–257. [Viitattu 2018-12-12.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.savonia.fi/science/article/pii/S1078817416300256?via%3Dihub>
- HAKKARAINEN, P. ja KUMPULAINEN, K. 2011. Liikkuva kuva – muuttuva opetus ja oppiminen. Lapin yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta, mediapedagogiikkakeskus. [verkkojulkaisu]. Jyväskylän yliopisto. [Viitattu 2018-12-02.] Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/26957/978-951-39-4270-0.pdf?sequence=1>
- HELLMAN, E. ja LINDGREN, M. 2014. Radiographers' Perceptions of Patients Care Needs During a Computed Tomography Examination. Journal of Radiology Nursing [verkkolehti] 4, 206–213. [Viitattu 2018-12-11.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S154608431400100X>
- IAEA 2019. Cancer Diagnosis. [verkkojulkaisu]. International Atomic Energy Agency. [Viitattu 2019-04-16.] Saatavissa: <https://www.iaea.org/topics/cancer-diagnosis>
- JARTTI, A., LANTTO, E., RINTA-KIIKKA, I. ja VUORTE, J. 2012. Vatsan TT-tutkimukset – suositukset omien kuvauskäytäntöjen kehittämiseen. [verkkodokumentti]. Suomen radiologiyhdistys. [Viitattu 2018-12-04.] Saatavissa: <https://www.sry.fi/file.php?557>

- KORTESNIEMI, M. ja LANTTO, E. 2015. Tietokonetomografioiden optimointi. Säteitä säästään, laadusta tinkimättä. *Duodecim [verkkolehti]* 1, 48. [Viitattu 2018-11-29.] Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2015/1/duo12009>
- KORTESNIEMI, M. 2012. TT:n tekniikkaa: Kuvausparametrit ja niiden vaikutus kuvanlaatuun ja sädeannokseen. [verkkodokumentti]. Sädeturvapäivät. [Viitattu 2018-12-11.] Saatavissa: <http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?630>
- KOSOLA, L. 2015. Kahdeksan asiaa, jotka kannattaa huomioida opetusvideota tehdessä. YLE. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-03-24.] Saatavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2015/10/29/kahdeksan-asiaa-jotka-kannattaa-huomioida-opetusvideota-tehdessa>
- KYONGTAE, T. 2010. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT. Considerations and approaches. University of Pittsburgh School of Medicine. *Radiology [verkkolehti]* 1, 32–61. [Viitattu 2018-12-10.] Saatavissa: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.10090908>
- LAINEN, M. 2016. Opettaja: näillä ohjeilla teet hyvän videon. [verkkojulkaisu]. YLE. [Viitattu 2019-03-23.] Saatavissa: https://yle.fi/uutiset/osasto/uutisluokka/opettaja_nailla_ohjeilla_teen_hyvan_videon_katso_yle_uutisluokan_opetusvideot/9347161
- LAKI SÄTEILYNKÄYTÖSTÄ. L 2018/859. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2019-02-07.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180859>
- LAUTKANKARE, R. 2014. Videon mahdollisuudet opetuskäytössä. [verkkodokumentti]. Turun ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2018-12-02.] Saatavissa: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522165435.pdf>
- LEVEY, AS., STEVENS, LA., SCHMID, CH., ZHANG, YL., CASTRO, AF., FELDMAN, HI., KUSEK, JW., EGGERS, P., VAN LENTE, L., GREENE, T. ja CORESH, J. 2009. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Annals of Internal Medicine [verkkolehti]* 9,604. [Viitattu 2019-04-15.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19414839>
- LINDGREN, L. 2014. Glomerulussuodoksen (GFR) määrän laskeminen. [verkkojulkaisu]. Käypähoito. [Viitattu 2018-12-18.] Saatavissa: <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=nix02096>
- MATSUMOTO, J., ASSUNCAO-JR, A., DANTAS JUNIOR, R., ARAUJO-FILHO, J., ANDRADE, S., NOMURA, C. ja PARGA, J. 2018. Radiation dose reduction by adjusting bolus tracking parameters in a 320–detector row scanner. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography [verkkolehti]* 4, 312–315. [Viitattu 2018-12-11.] Saatavissa: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.savonia.fi/science/article/pii/S1934592518300601?via%3Dihub>
- MUSTAJOKI, P. Ja KAUKUA, J. 2008. Varjoainekuvaukset. [verkkojulkaisu]. *Duodecim*. [Viitattu 2018-12-10.] Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=trg00007&p_hakusana=varjoaine
- NIEMINEN, M. 2017. Röntgensäteilyyn perustuvat menetelmät. *Kliininen radiologia [verkkokirja]*. [Viitattu 2018-12-04.] Saatavissa: http://www.oppiporssi.fi/op/krd01403/do?p_haku=r%C3%B6ntgens%C3%A4teilyyn%20perustuvat%20menetelm%C3%A4t#q=r%C3%B6ntgens%C3%A4teilyyn%20perustuvat%20menetelm%C3%A4t
- NIEMINEN, M ja OIKARINEN, H. 2017. Säteilysuojelu ja optimointi. *Kliininen radiologia [verkkokirja]*. [Viitattu 2019-04-15.] Saatavissa: <https://www.oppiporssi.fi/op/krd01601/do#s6>
- OJASALO, K., MOILANEN, T. ja RITALAHTI, J. 2014. Kehittämistyön menetelmät: uudenlaista osaamista liiketoimintaan. 3.painos. Helsinki: Sanoma Pro.
- OPETUSHALLITUS s.a. SWOT-analyysi. [verkkojulkaisu]. Opetushallitus. [Viitattu 2019-03-07.] Saatavissa: https://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_tyovalineita/swot-analyysi

- PHILIPS 2016. The importance of patient centering on CT radiation dose optimization. [verkkojulkaisu]. Philips. [Viitattu 2018-12-10.] Saatavissa: http://incenter.medical.philips.com/doclib/enc/13037837/The_Importance_of_Patient_Centering_on_CT_radiation_dose_optimization.pdf%3Ffunc%3Ddoc.Fetch%26nodeid%3D13037837
- PITMAN, A. 2016. Quality of referral: What information should be included in a request for diagnostic imaging when a patient is referred to a clinical radiologist? *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology* [verkkolehti] 61, 299–303. [Viitattu 2018-11-29.] Saatavissa: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1754-9485.12577>
- PUNNONEN, K., ROMPPANEN, J., KARHAPÄÄ, P. ja ARIKOSKI, P. 2014. Muutoksia munuaisfunktio tutkimuksiin. ISLAB. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-04-15.] Saatavissa: https://www.islab.fi/c/document_library/get_file?uuid=85bdf20-456c-42b1-8d67-c656da82f228&groupId=7350541
- PÄÄKKÖ, E. 2014. Oireesta diagnoosiin-minkä kuvantamistutkimuksen valitsen vatsan kuvaukseen? *Lääkärilehti* [verkkolehti]. [Viitattu 2018-03-29] Saatavissa: <http://www.laakarilehti.fi.ezproxy.savonia.fi/tieteessa/katsausartikkeli/oireesta-diagnoosiin-minka-kuvantamistutkimuksen-valitsen-vatsan-kuvaukseen/>
- RAWASHDEH, M., MCENTEE, M., ZAITOUN, M., ABDELRAHMAN, M., BRENNAN, P., ALEWAI DAT, H., LEWIS, S. ja SAADE, C. 2018. Knowledge and practise of computed tomography exposure parameters amongs radiographers in Jordan. *Computers in Biology and Medicine* [verkkolehti] 1, 132–137. [Viitattu 2018-12-12.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.savonia.fi/science/article/pii/S0010482518302828>
- RINTA-KIIKKA, I. ja LANTTO, E. 2017. Vatsan kliininen diagnostiikka, kuvantamisen erityispiirteet ja kuvantamismenetelmät. *Kliininen radiologia* [verkkokirja]. [Viitattu 2019-04-16.] Saatavissa: <https://www.oppiportti.fi/op/krd00701/do>
- SALAVA, A., JAAKKOLA, T. ja KAUPPI, P. 2014. Jodia sisältäviin röntgenhosteaineisiin liittyvät yliherkkyysreaktiot. [verkkojulkaisu]. *Terveysportti*. [Viitattu 2018-11-28.] Saatavissa: https://www.terveysportti.fi/terveysportti/dlr_laake.koti?p_hakuehto=varjoaine&p_valmiste_id=sic00185&p_laakeryhma=
- SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2019a. Asiantuntijuuden kehittyminen. [verkkojulkaisu]. *Savonia-ammattikorkeakoulu*. [Viitattu 2018-03-31.] Saatavissa: <http://portal.savonia.fi/amk/fi/opiskelijalle/opetus suunnitelmat?yks=KS&krtid=1025&tab=4>
- SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2019b. Opintojaksotaulukko. [verkkojulkaisu]. *Savonia-ammattikorkeakoulu*. [Viitattu 2019-04-09.] Saatavissa: <https://portal.savonia.fi/amk/fi/opiskelijalle/opetus suunnitelmat?yks=KS&krtid=1025&tab=6&krtid2=79413>
- SIPOLA, P. 2012. Varjoaineen käytön optimointi TT:ssä. [verkkodokumentti]. *Sädeturvapäivät*. [Viitattu 2018-03-31.] Saatavissa: www.sadeturvapaivat.fi/file.php?631
- SOIMAKALLIO, S. 2005. Käytännön säteily suojaus. *Julkaisussa: Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) Radiologia*. Helsinki: WSOY, 89–91.
- SORPPANEN, S. 2006. Kliinisen radiografiatieteen tutkimuskohde. Oulu: Oulun yliopiston hoitotieteen ja terveyshallinnon laitos. Väitöskirja. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-29.] Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn951428058X.pdf>
- STERNER, G. ja FRID, A. 2018. GFR-gränsen har sänkts för metformin vid typ 2-diabetes. *Läkartidningen* [verkkolehti] 15, 115. [Viitattu 2018-12-11.] Saatavissa: <http://lakartidningen.se/Klinik-och-vetenskap/Kommentar/2018/04/GFR-gransen-har-sankts-for-metformin-vid-typ-2-diabetes/>
- STUK 2017. Röntgentutkimusten säteilyannoksia. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-04-03.] Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/rontgentutkimukset/rontgentutkimusten-sateilyannoksia>
- STUKLEX 2011. ST-ohjeet. 1.10. Säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelu. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-04-15.] Saatavissa: <https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST1-10>

SUUTARI, J. 2015. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015. [verkkodokumentti]. STUK. [Viitattu 2018-03-29.] Saatavissa: <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131372/stuk-b207.pdf?sequence=3>

TERTTI, R., METSÄRINNE, K. ja MANNER, I. 2009. Varjoaineet ja munuaisongelmat. Lääkärehti [verkkolehti] 7, 591–595. [Viitattu 2018-11-28.] Saatavissa: <https://www-laakarilehti-fi.ezproxy.savonia.fi/tieteessa/katsausartikkeli/varjoaineet-ja-munuaisongelmat/>

TUTKIMUSEETTINEN NEUVOTTELUKUNTA 2013. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. [verkkodokumentti]. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. [Viitattu 2019-04-09.] Saatavissa: https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

VILKKA, H. ja AIRAKSINEN, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi

LIITE 1: SWOT-ANALYYSI

VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
Korkea Motivaatio Hyvin toimiva yhteistyö Eteneminen opinnossa samaa tahtia TT-harjoittelun suorittaminen	Kiireinen elämä, sillä molemmat tekevät töitä opintojen ohella Asuminen eri paikkakunnilla
MAHDOLLISUUDET	UHAT
Valmistuminen aikataulua nopeammin Tiedon lisääntyminen TT-tutkimuksista	Pitkä harjoittelujakso syksyllä 2018 Videon editointi kokemuksen puuttuminen

LIITE 2: KÄSIKIRJOITUS

KOHTAUS	SISÄLTÖ	KERTOJA	MISTÄ KUVA- TAAN
Alkutekstit			
1 ALOITUS	Potilas kävelee tt-au- laan, ilmoittautuu tutki- mukseen ja käy aulaan odottamaan.	Maija Mallikas sairastaa rintasyöpää ja hän on saanut kemosädehoitoa. Maija tulee var- talon tietokonetomografiakuvaukseen hoito- vasteen selvittämiseksi.	Kuvataan kun po- tilas saapuu au- laan ja ilmoittau- tuu, sekä menee penkille istumaan ja odottamaan.
2 POTILAAN KUTSUMINEN	Hoitaja kutsuu potilaan nimellä valmistelutilaan	Musiikki soi taustalla	Kuvataan käytä- vältä, kun hoitaja tulee valmistelu- huoneesta ja kut- suu potilasta
3 ALKUHAAS- TATTELU	Hoitaja kertoo potilaalle tutkimuksesta Lopussa hoitaja antaa potilaalle sairaalapaidan	Ennen tutkimusta potilaalle tehdään alku- haastattelu, jossa kysytään potilaan henkilö- tunnus, paino ja pituus. Jos potilas on fer- tiili-ikäinen nainen, varmistetaan myös ras- kauden mahdollisuus Potilaalle kerrotaan tutkimuksen kulku ja ky- sytään, onko hän saanut aikaisemmin jodi- varjoainette ja onko siitä aiheutunut yliherk- kyysreaktioita Potilaalle annetaan tutkimusta varten vaate- teet ja neuvotaan ottamaan metalliesineet pois kuvattavalta alueelta	Kuvataan, kun hoitaja ohjaa po- tilaan jättämään tavarat penkille ja haastattelee poti- lasta
4 KANYLOINTI	Potilas makaa valmiste- lutilan sängyllä vaatteet vaihdettuna ja hoitaja alkaa kiristää staasia	Musiikki soi taustalla	
5 TARKEMPI KUVAUS KANYLOIN- NISTA	Kuvataan kanyylin lait- taminen lähikuvana	Hoitaja laittaa kanyylin potilaalle kyynärtai- peen laskimoon ja varmistaa suoni yhteyden keittosuolalla Potilaalle kerrotaan, että varjoaine saattaa aiheuttaa metallinmakua suussa, lämmön	

		tunnetta kehossa ja sellaisen tunteen kuin pissat menisi housuun.	
6 KANYLOINTI LOPPUU	Hoitaja ottaa staasin pois potilaalta ja irroitaa keittosuolaruiskun	Musiikki taustalla	
7 ASETTELU	Potilas kävelee kuvaushuoneeseen hoitajan saattamana ja menee kuvauspöydälle makamaan	Potilas ohjataan kuvauspöydälle jalat gant-ryyn päin niin, että potilaan kuviteltu keski- viiva on keskellä pöytää. Kädet nostetaan myös hartiatason yläpuolelle	Kohtaus alkaa kuvaushuoneesta
8 TARKEMPI KOHTAUS ASETTELUSTA	Asettelu laasereiden mukaan	Kuvauspöytä ajetaan oikealle paikalle siten, että horisontaalisesti keskitysviiva on potilaan vartalon keskilinjassa. Tässä on hyvä huomioida myös pöydän koveruus. Vertikaalinen laser taas asetetaan leukakulmaan, jotta keuhkot mahtuvat kuvaan mukaan. Potilaan asettelu isosekstrisesti on tärkeää, sillä epäsymmetrinen asettelu huonontaa kuvanlaatua ja nostaa sädeannosta.	Kuvataan läheltä asettelu siten, että laservalot näkyvät
9 VARJOAINERUISKUN LIITÄMINEN	Liitetään varjoaineruisku kanyyliin	Paineruisku ilmataan ja yhdistetään potilaan kanyyliin. Potilasta pyydetään olemaan liikkumatta kuvauksen ajan, sekä noudattamaan kaiuttimesta kuuluvia hengitysohjeita.	
10 SÄÄTÖHUONE	Hoitaja menee säätöhuoneeseen	Musiikki soi taustalla	Kuvataan säätöhuoneesta päin, kun hoitaja tulee huoneeseen ja istuu tietokoneelle
11 VARJOAINERUISKUN LAATAAMINEN		Varjoainemäärä lasketaan 1,5ml/kg ja ruiskutusnopeudeksi valitaan 4ml sekunnissa, kuitenkin niin, että potilaan saama maksimi varjoainemäärä on 160 ml	Kuvataan läheltä, kun varjoaineruisku ladataan sille tarkoitettulla monitorilla
12 VIDEOKAAPPAUS	Kuvauksen toteuttaminen	Ensin ohjelmaan tulee syöttää potilaan pituus ja paino sekä kuvausasento. Sitten valitaan kuvausohjelma alavetolaatikosta	

		<p>Tämän jälkeen otetaan suunnittelukuva eli topogrammi, jonka avulla määritellään kuvattava alue.</p> <p>Varsinainen kuvapakka suunnitellaan soliskuopista symfyysin alareunaan. Kuvapakoja venytetään niin, että potilaan pehmytosat näkyvät.</p> <p>Premonitoring kohdassa pakka asetetaan keuhkojen bifurkaatioon.</p> <p>Roi asetetaan laskevaan aorttaan.</p> <p>varjoaineen kulkeutuminen vatsa-aorttaan monitoroidaan bolus-tracking tekniikalla. kone aloittaa kuvauksen, kun vatsa-aortan täyttö on riittävä.</p> <p>Bolus-tracking tekniikassa varjoaineen annon jälkeen kuvauslaite lähtee ottamaan ns. haistelukuvia ja mittaa laskevaan aorttaan aseun ROI:n perusteella HU-arvoa. Kun tarpeeksi suuri arvo on saavutettu, kone laskee automaattisesti delay-ajan, jonka jälkeen kuvaus alkaa.</p>	
13 KUVAUKSEN PÄÄTTYMINEN	Hoitaja poistuu säätötilasta kuvaushuoneeseen	Musiikki soi taustalla	
14 POTILAAN PÄÄSTÄMINEN POIS PUTKESTA		Potilaalle kerrotaan, että kuvaus on päättynyt ja päästetään hänet pois pöydältä	Kuvataan niin että hoitaja ja potilas näkyvät. Pöytää lasketaan alas.
15 KANYYLIN POISTO	Hoitaja ottaa kanyylin pois	Lopuksi potilaalta poistetaan kanyyli ja kehoitetaan häntä juomaan reilusti vettä kuvauksen jälkeen	Kuvataan kun potilas menee sängylle makaamaan ja hoitaja poistaa kanyylin
16 POTILAAN HYVÄSTELY	Hoitaja hyvästelee potilaan	Potilas saa vaihtaa omat vaatteet takaisin päälle ja poistua. Potilaalta varmistetaan	Kuvataan kun potilas lähtee

		myös, että hän tietää mistä kuulee tutkimuksen vastaukset.	
17 KIRJAAMINEN		Lopuksi tutkimus kirjataan RIS-järjestelmään, johon merkitään annettu varjoainemäärä sekä tekijät	Kuvataan kunhoitaja kirjaa tietokoneella
18 REKONSTRUKTIOT VIDEOKAAPPAAUS	Näytetään rekonstruktioiden tekeminen	Kuvauksen jälkeen raakadatasta tehdään vielä varsinaiset diagnostiikassa käytettävät rekonstruktiot aksiaali, koronaali ja sagittaalisuunnissa.	Ruutukaappaus
LOPPUTEKSTIT			

LIITE 3: OPETUSVIDEO

<https://www.youtube.com/watch?v=Ac5jQi7WOaU&t=291s>