



HENKILÖKUNNAN SÄTEILYTUR- VALLISUUS LEIKKAUSSALISSA

Opas säteilyhygieeniseen toimintaan

Essi Kanninen

Heidi Nieminen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2014
Radiografian ja sädehoidon
koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

KANNINEN, ESSI & NIEMINEN, HEIDI:
Henkilökunnan säteilyturvallisuus leikkaussalissa
Opas säteilyhygieeniseen toimintaan

Opinnäytetyö 29 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Marraskuu 2014

Leikkaussaleissa röntgensäteilyä tuotetaan C-kaarella ja säteilyn käyttö leikkaussalitoimenpiteissä on lisääntynyt viime vuosina. Heikkilän (2013) tutkimuksessa kävi ilmi, että leikkaussalihenkilökunnan säteilyn käytön osaaminen ja säteilysuojelukoulutus ovat puutteellisia. Näin ollen tutkimuksen mukaan olisi tarvetta konkreettiselle käytännön ohjaukselle säteilyturvallisista toimintatavoista.

Tämä opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa säteilysuojeluopas C-kaaren läheisyydessä työskentelevälle leikkaussalin henkilökunnalle ja tavoitteena lisätä C-kaaren läheisyydessä työskentelevien säteilysuojelutietoutta. Opinnäytetyön tehtävä oli vastata seuraaviin kysymyksiin: Miksi röntgensäteilyltä tulee suojautua C-kaarta käytettäessä? Miten röntgensäteilyltä suojaututaan C-kaaren läheisyydessä työskenneltäessä? Ensimmäiseen kysymykseen vastattiin opinnäytetyön raportissa ja toiseen kysymykseen tuotoksessa. Yhteistyökumppanina opinnäytetyössä oli eräs Pirkanmaan alueella sijaitseva leikkausosasto.

Opinnäytetyön tuotos on painettuun ja elektroniseen muotoon tehty opas säteilyhygieeniseen toimintaan leikkaussalihenkilökunnalle. Oppaassa käsitellään säteilysuojelun käytännön perusteita: aika, etäisyys ja väliaine. Oppaan avulla leikkaussalin henkilökunta voi kerrata säteilyltä suojautumisen perusasioita, koska omalla käyttäytymisellä säteilylähteen läheisyydessä saadaan pienennettyä henkilökunnan säteilyannoksia. Ammattitaitoinen henkilökunta ja päivitetty tietotaito lisäävät säteilysuojelutietoutta ja turvallisia työskentelytapoja.

Tuotos perustuu opinnäytetyön teoreettiseen viitekehykseen. Teoreettinen viitekehys sisältää tietoa ionisoivasta säteilystä, sen fysikaalisista ominaisuuksista ja biologisista vaikutuksista. Lisäksi siinä käsitellään säteilyn lääketieteellisen käytön lainsäädäntöä Suomessa, henkilökunnan säteilyturvallisuuksia työpaikalla ja ionisoivalta röntgensäteilyltä suojautumista. Jatkotutkimusehdotuksena on tutkia miten säteilysuojeluopas on vaikuttanut leikkaussalihenkilökunnan säteilyturvalliisiin työskentelytapoihin. Lisäksi ehdotetaan säteilysuojeluopasta leikkaussalin henkilökunnalle, jossa otetaan huomioon myös potilaan säteilysuojelu.

Asiasanat: C-kaari, henkilökunta, leikkaussali, opas, säteilyturvallisuus

ABSTRACT

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

KANNINEN, ESSI & NIEMINEN, HEIDI:
Radiation Protection Safety in Operating Theatre
A Guide for Staff Using C-arm

Bachelor's thesis 29 pages, appendices 1 page
November 2014

Ionizing radiation is produced with a C-arm in operating theatres and the use of radiation has increased in surgical procedures. In a research conducted in 2013 it has been found that operating theatre personnel's knowledge about using radiation and their radiation protection education were inadequate. Due to the research there is a need for a practical guidance for radiation safe working habits.

This study was functional in nature and the purpose was to produce a guide about radiation protection for staff in operating theatre. The objective was to increase their knowledge in radiation protection. The task of this study was to answer to the following questions: Why to protect from ionizing radiation while using C-arm? How to protect from ionizing radiation while using C-arm? The answer to the first task is in the report of this thesis and to the second is in the guide.

The guide is based on the theoretical framework of this thesis. It includes information about ionizing radiation, its physical characteristics and biological effects. It also includes the legislation on the medical use of radiation in Finland, the radiation safety of the staff in operating theatres and the protection from ionizing radiation. The guide contains the basics of radiation protection: time, distance and shielding. It takes into account only the radiation protection for staff. In future a research could be carried out about how the guide has influenced staff's radiation safe working habits. Also a similar guide could be made including also radiation protection of patients.

Key words: C-arm, guide, operating theatre, radiation safety, staff

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	IONISOIVA SÄTEILY RÖNTGENTOIMINNASSA	6
2.1	Röntgensäteilyn fysikaalisia ominaisuuksia	6
2.2	Ionisoivan säteilyn suureita ja yksiköitä	7
2.3	Ionisoivan säteilyn vaikutukset soluun	8
2.4	Säteilyherkät elimet	9
2.5	Suorat ja satunnaiset vaikutukset.....	10
2.6	Röntgensäteilyn käyttö leikkaustoiminnassa	11
3	SÄTEILYSUOJELU RÖNTGENTOIMINNASSA	12
3.1	Säteilyn lääketieteellisen käytön lainsäädäntöä Suomessa.....	12
3.2	Henkilökunnan säteilyturvallisuus työpaikalla.....	13
3.3	Ionisoivalta röntgensäteilyltä suojautuminen	15
4	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TEHTÄVÄT	18
5	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN PROSESSI.....	19
5.1	Toiminnallinen opinnäytetyö menetelmänä.....	19
5.2	Opinnäytetyön suunnittelu	19
5.3	Opinnäytetyön toteutus	20
6	POHDINTA.....	23
6.1	Opinnäytetyöprosessin arviointi ja oppimiskokemukset	23
6.2	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	24
6.3	Kehittämisen- ja jatkotutkimusehdotukset	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET	29
	Liite 1. Opas säteilyhygieeniseen toimintaan.....	29

1 JOHDANTO

Ionisoivan säteilyn käyttö radiologisten yksiköiden ulkopuolella lisääntyy ja samalla kuvantamislaitteiden käyttövastuu on siirtynyt lääkintävahtimestareille ja sairaanhoitajille. Kuljetettavan läpivalaisulaitteen (myöhemmin C-kaari) käyttö kuuluu tärkeänä osana leikkaussalitoimintaan. Tutkimusten mukaan leikkaussalihenkilökunnan säteily-suojelukoulutuksessa on ilmennyt puutteita sekä perus- että täydennyskoulutukseen liittyen. (Heikkilä 2012, 55–56; Wirtanen 2012, 47.) Säteilysuojeluaihe on hyvin tärkeä niin potilaan kuin henkilökunnan kannalta. Sairaanhoitajien ja lähihoitajien koulutuksessa aihetta käsitellään vähäisesti ja tietoutta tarvitaan lisää (Rahko & Tuomaala 2011, 31; STUK 2011, 39).

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa säteilysuojeluopas C-kaaren läheisyydessä työskentelevälle leikkaussalin henkilökunnalle. Tavoitteena on lisätä C-kaaren läheisyydessä työskentelevien säteilysuojelutietoutta. Säteilysuojeluoppaassa keskitytään henkilökunnan säteilysuojeluun, jossa tärkeimpänä käsitteenä on säteilyhygienia. Sillä tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä säteilysuojelun käytäntöjä, joilla pienennetään henkilökunnan ja potilaan saamaa säteilyannosta.

Opinnäytetyön yhteistyökumppanina on eräs Pirkanmaan alueella sijaitseva leikkausosasto ja säteilysuojeluopas koetaan siellä tarpeelliseksi (Sulanto 2013). Säteilyn käyttö leikkaussaleissa on aiheena ajankohtainen ja sitä on käsitelty Sädeturvapäivillä usein. Esimerkiksi Heikkilä (2012) esitteli säteilyn käyttötapoja leikkaussalissa sekä Wirtanen (2012) leikkaussalin C-kaarityöskentelyä. Opinnäytetöillä on aiemmin kartoitettu sairaanhoitajien säteilysuojelutietoutta (Korte 2009; Rahko & Tuomaala 2011) ja henkilökunnan säteilyaltistusta C-kaariavusteisissa traumakirurgisissa leikkauksissa (Vähäkangas & Myllylahti 2014). Aiheeseen liittyvää opasta ei ole tehty aiemmin.

Opinnäytetyö on menetelmältään toiminnallinen, johon kuuluvat tuotos ja työn raportointi. Raportista selviävät tuotoksen tietopohja sekä opinnäytetyön suunnittelu- ja valmistusprosessi. (Vilka & Airaksinen 2003, 9.) Tässä raportissa käsitellään ionisoivan säteilyn käyttöä ja siihen liittyvää säteilysuojelua röntgentoiminnassa. Henkilökunnan säteilysuojeluun liittyvät asiat ovat opinnäytetyön tuotoksessa eli säteilysuojeluoppaassa.

2 IONISOIVA SÄTEILY RÖNTGENTOIMINNASSA

2.1 Röntgensäteilyn fysikaalisia ominaisuuksia

Röntgensäteily on suurienergistä sähkömagneettista säteilyä, jolla on kyky ionisoida kohtaamansa aine irrottamalla varauksettomasta atomista elektronin tai elektroneja. Röntgensäteilyn voidaan ajatella olevan liikkuvia energiapaketteja, joita kutsutaan fotoneiksi. (IAEA 2010, 15.) Fotoni etenee suoraviivaisesti, kunnes se kokee sattumanvaraisen vuorovaikutuksen aineen kanssa. Jos fotoni kohtaa solun läpi kulkiessaan atomin, fotonin energia vaimenee sen luovuttaessa energiaansa atomille. Fotoni voi kulkea aineen läpi myös luovuttamatta yhtään energiaa aineeseen. Tällöin on aineen kannalta yhden tekevää onko fotoni edes läpäissyt sitä. Biologisia vaikutuksia ilmaantuu, kun ionisoiva säteily vuorovaikuttaa kudoksen kanssa ja jättää energiaa jälkeensä. Röntgensäteilyfotonien vuorovaikutus on täysin satunnaista, siksi solun perimään syntyvän vaurion aiheutuminen on sattumanvarainen tapahtuma. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 26–27.) Aineen läpi kulkevat fotonit voivat luovuttaa energiaansa kolmella tavalla kohdatessaan atomin: valosähköinen ilmiö, Compton sironta sekä parinmuodostus (IAEA 2010, 16).

Valosähköisessä ilmiössä fotoni luovuttaa energiaansa elektronille kohdatessaan atomin. Elektroni irtoaa atomista ja atomi ionisoituu. Vuorovaikutuksessa fotoni katoaa ja sen energia menee elektronin sidosenergian katkaisemiseen. Siitä yli jäänyt energia muuttuu irronneen elektronin liike-energiaksi, elektroni saa nimityksen fotoelektroni. (Tapiovaara ym. 2004, 28; IAEA 2010, 17.) Fotoelektroni kulkee aineessa aiheuttaen ionisaatioita niin kauan, kunnes sillä ei ole enää energiaa. Näin koko alkuperäisen fotonin energia jää säteilylle altistuneeseen kudokseen. Valosähköistä ilmiötä tapahtuu lähinnä röntgen- ja gammasäteilyllä kudoksissa alle 50 keV:lla, mutta se on vähemmän tärkeä suuremmilla energioilla. (IAEA 2010, 17.)

Compton sironnassa fotonin kohdatessa atomin, se siirtää energiaansa atomille irrottaen elektronin siitä. Kohtaamisesta johtuen fotoni siroaa ja lähtee toiseen suuntaan ja sen jälkeen sillä on jäljellä vain osa sen alkuperäisestä energiasta. Compton sironta aiheuttaa atomin ionisaation, kun atomi menettää elektronin. Irronnut elektroni kulkee jonkin matkaa aineessa, menettäen koko ajan energiaansa ionisoidessaan ja virittäessään ato-

meita. Compton sironnan todennäköisyys kasvaa fotonin energian kasvaessa. Se on pääabsorptiomekanismi 100 keV:n ja 10 MeV:n välillä, Tapiovaaran ym. (2004, 18) mukaan pehmytkudoksissa jo 30 keV:a suuremmilla energioilla. Parinmuodostusta tapahtuu vain suurilla energioilla ($>1,02$ MeV). (IAEA 2010, 17.)

Röntgenputkesta lähtevän primaarisäteilykeilan osuessa kohteeseen, sironnut röntgensäteily lähtee kohteesta joka suuntaan. Röntgensäteilyn sirotessa potilaasta, kuvauspöydästä ja työskentelyvälineistä, se on suurin henkilökunnan säteilyaltistuksen aiheuttaja. (Ehrlich & Daly, 2009, 8; Le Heron, Padovani, Smith & Czarwinski 2010, 21; ICRP 2011a, 30.) Röntgensäteilyn intensiteetti on erilainen potilaan iholla röntgensäteilyn tulopinnalla kuin sen poistuspinnalla. Tämä johtuu siitä, että säteily vaimenee väliaineessa kulkemansa matkan aikana. Tyypillisesti vain pieni osuus potilaaseen osuneesta säteilystä läpäisee kokonaan potilaan kehon. (ICRP 2011a, 24.)

2.2 Ionisoivan säteilyn suureita ja yksiköitä

Absorboitunut annos ilmaisee säteilystä kohdeaineeseen jäänyttä energiaa massayksikköä kohden ja sen yksikkö on gray, Gy [J/kg]. Absorboituneen annoksen käytössä ilmenee ongelmia säteilysuojelutyössä, koska se ei sellaisenaan osoita suoraan terveyshaittojen todennäköisyyttä tai vaurioiden vakavuutta. Eri olosuhteissa saadut säteilyannokset saadaan vertailukelpoisiksi kun otetaan absorboituneen annoksen lisäksi huomioon muun muassa säteilylaji ja energiajakauma sekä säteilytetyn kudoksen vaurioitumisalttius. (Marttila 2002, 73, 76.)

Säteilyn kohdistuessa epätasaisesti eri elimiin, määritellään kokonaisriski erityisillä suureilla; ekvivalenttiannoksella ja efektiivisellä annoksella. Nämä suureet ovat laskennallisia keskimääräissuureita ja niiden yksikkö on sievert, Sv [J/kg]. Elimen tai kudoksen ekvivalenttiannos voidaan laskea kyseisen elimen keskimääräisen absorboituneen annoksen ja säteilylajin painotuskertoimen avulla. Efektiivinen annos lasketaan elimien ekvivalenttiannoksien ja kullekin elimelle ominaisen painotuskertoimen avulla. (Marttila 2002, 79–80, 82.) Efektiivinen annos huomioi säteilyn jakautumisen, kuten eri elinten ja kudosten saamat annokset sekä eri elinten ja kudosten riskitekijät (Svedström 2005, 24).

2.3 Ionisoivan säteilyn vaikutukset soluun

Elektronin kulkiessa aineessa sen energian vaimenee, jolloin se synnyttää tiuhempaan ionisaatioita. Tämän vuoksi elektronin nopeuden pienetessä se aiheuttaa enemmän vaurioita kuin alkumatkalla. Elektronit ionisoivat vain kulkureittinsä lähellä olevia atomeja ja törmäilevät sattumanvaraisesti ja epäsäännöllisesti atomien elektroneihin. Yksittäisen solun kannalta säteilyn vaikutukset ovat vaikeasti arvioitavissa, koska säteily jakautuu kudokseen hyvin epätasaisesti. Osa soluista ei saa olleenkaan säteilyä ja toiset taas saavat suuria annoksia. Pienillä säteilyannoksilla osumistodennäköisyys solun kriittisiin kohtiin on pieni, mutta annos on suuri kohdissa joihin säteily osuu. (Mustonen & Salo 2002, 29–30.)

Noin 80% solusta on vettä ja loput 20% monimutkaisia biologisia yhdisteitä. Kun ionisoiva säteily läpäisee solun, syntyy varautuneita vesimolekyylejä, jotka hajoavat vapaiksi radikaaleiksi, esimerkiksi hydroksyyliiradikaaliksi (OH[•]). Vapaat radikaalit ovat hyvin reaktioherkkiä ja voivat muuttaa solun molekyylejä. (IAEA 2004, 10.) Vapaat radikaalit synnyttävät uusia molekyylejä ja vapaita radikaaleja, jotka kykenevät katkaisemaan molekyyliden sidoksia kaapaten niiltä vetyatomeja (Mustonen & Salo 2002, 31). Biologisten vaikutusten kannalta haitallisinta on, jos kohteena on yksi tärkeimmistä solun ytimessä sijaitsevista molekyyleistä, deoksiribonukleiinihappo (DNA). Se kontrolloi solun rakennetta ja toimintaa sekä kopioi itseään. Moniin säteilyn aiheuttamiin vaurioihin liittyvät muutokset DNA:ssa. Säteily saattaa ionisoida DNA molekyylin johtaen suoraan muutokseen DNA:ssa tai DNA saattaa vaurioitua epäsuorasti, kun se on vuorovaikutuksessa vapaiden radikaalien kanssa. (IAEA 2004, 10.) Solujen herkkyys säteilylle riippuu niiden solukierron vaiheesta. Solut ovat säteilylle herkimmillään soluelinten ja solun jakautumisvaiheessa ja vähemmän altis säteilylle DNA:n kahdentumisvaiheessa. (IAEA 2010, 29.)

Vaurio DNA:ssa voi johtaa solun kuolemaan, solun muuntumiseksi syöpäsolun esias- teeksi, jakaantumiskyvyn menetykseen tai vaurion korjaamiseen ja solun normaaliin toiminnan jatkumiseen. Syntyneiden vaurioiden vakavuus riippuu solun vaurioiden korjauskyvystä. (Mustonen & Salo 2002, 31.) Joka tapauksessa ionisaatioista johtuvat kemialliset muutokset voivat aiheuttaa haitallisia biologisia vaikutuksia, jotka saattavat johtaa syövän tai muiden periytyvien geneettisten vaikutusten syntyyn (IAEA 2004, 10). Syövän kehittymiseen vaaditaan kuitenkin pitkän ajan monivaiheisia tapahtumaket-

juja (IAEA 2010, 51). DNA-vaurion biologinen merkitys riippuu alkuperäisen vaurion tyypistä, sijainnista DNA-ketjussa sekä vaurioin korjautumisen virheettömyydestä ja tehokkuudesta (Mustonen & Salo 2002, 37).

2.4 Säteilyherkät elimet

Ihmisen keho koostuu erilaisista soluista ja kudoksista, joiden herkkyys säteilylle vaihtelee (Statkiewicz-Sherer, Visconti & Ritenour 2011, 130). Solujen säteilyherkkyys riippuu niiden iästä, aineenvaihdunnasta, jakautumisnopeudesta sekä siitä kuinka erikoistunut solu on (Ehrlich & Daly, 2009, 30). Kypsymättömät solut ovat vielä erikoistumattomia, jonka vuoksi ne jakautuvat nopeasti. Jo valmiit solut ovat erikoistuneempia, jonka vuoksi ne jakautuvat hitaasti tai eivät jakaudu ollenkaan. Nämä erikoistuneet ja erikoistumattomat solut muodostavat erilaisia yhdistelmiä, joista muodostuu kudoksia ja elimiä, jonka vuoksi säteilyherkkyys vaihtelee kudoksesta ja elimestä toiseen. (Statkiewicz-Sherer ym. 2011, 130.)

Säteilylle herkkiä soluja ovat nopeasti jakautuvat, vähän erikoistuneet sekä nuoret ja paljon energiaa käyttävät solut. Näitä ovat muun muassa lyhytikäiset solut suun, nenän ja ruoansulatuskanavan limakalvoilla ja iholla sekä jotkin rauhaskudokset, kuten kilpirauhanen ja rintarauhaskudos. Lisäksi verisolut ja vertatuottavat solut ovat herkkiä säteilylle. (Ehrlich & Daly, 2009, 30.) Silmän linssi on myös hyvin säteilyherkkä (Le Heron ym. 2010, 21) ja siihen absorboitunut suuri säteilyannos aiheuttaa kaihia (Tapiovaara ym. 2004, 118). Uusien tutkimusten mukaan ICRP (2011b, 1) suosittelee silmän linssille absorboituneen annoksen kynnyksarvoksi 0,5 Gy. Aikaisemmin vuonna 2007 ICRP:n antamassa ohjeessa kynnyksarvo oli kymmenen kertaa suurempi, 5 Gy (IAEA 2013). Suhteellisen säteilyherkkiä ovat myös sulusolut, vaikka miehen ja naisen sulusolujen reaktiot eroavat toisistaan (Statkiewicz-Sherer ym. 2011, 135). Nopean aineenvaihdunnan ja solujen jakautumisen vuoksi alkio, sikiöt, vauvat, lapset ja nuoret ovat herkempiä säteilylle kuin aikuiset. Hermosolut, jotka ovat hyvin erikoistuneita ja pitkäikäisiä soluja, ovat vähemmän herkkiä säteilylle, kuten myös tiivis luu. (Ehrlich & Daly, 2009, 30.)

2.5 Suorat ja satunnaiset vaikutukset

Ionisoivan säteilyn haittavaikutukset voidaan jakaa kahteen luokkaan, suoriin ja satunnaisiin vaikutuksiin (Ehrlich & Daly, 2009, 31). Suorat vaikutukset liittyvät suuriin kerta-annoksiin ja ne ilmenevät vasta tietyn kynnsarvon ylittävän säteilyannoksen jälkeen. Säteilyannoksen jäädessä kynnsarvon alapuolelle, suorita vaikutuksia ei synny ollenkaan. Kynnsarvon ylittyessä syntyvä haitta on varma. Säteilyn aiheuttama vaurio pahenee nopeasti säteilyannoksen kasvaessa. Kynnsarvo riippuu kuitenkin annosnopeudesta ratkaisevasti, koska korkeakaan säteilyannos ei välttämättä aiheuta terveydelle haittaa, jos korkea säteilyannos on saatu pitkän ajan kuluessa. Esimerkkeinä suorista vaikutuksista ovat muun muassa ihovauriot, sädepneumoniitti sekä luuydin- ja suolistovauriot. (Paile 2002a, 44, 46.)

Satunnaiset vaikutukset ilmenevät yleensä useiden vuosien päästä ja niiden ilmenemiseen ei vaikuta altistuksen määrä. Satunnaisille vaikutuksille ei ole kynnsarvoa, joka täytyisi ylittyä, jotta haittavaikutuksia syntyy. Niiden todennäköisyys kasvaa säteilyannoksen ja annosnopeuden kasvaessa. Satunnaisia vaikutuksia ei yleensä pystytä kohdentamaan mihinkään tiettyyn säteilyaltistukseen, koska haittavaikutukset ilmaantuvat usein vasta vuosien päästä ja samanlaisia vaikutuksia syntyy myös ilman säteilyaltistusta. Satunnaisia vaikutuksia ovat perinnöllinen haitta ja syöpä. (Ehrlich & Daly, 2009, 31.)

Pienillä säteilyannoksilla tai säteilyannoksen jakautuessa pitkälle aikavälille soluilla on parempi mahdollisuus korjaantua eikä merkkejä vaurioista välttämättä ilmaannu. Solut ovat silti voineet vaurioitua ja vaikutukset ilmaantuvat vasta myöhemmin. (IAEA 2004, 15.) Säteilyn satunnaisiin vaikutuksiin vaikuttavat muun muassa kokonaisannos, annosnopeus, säteilyn laatu, säteilyä saanut kudos, sukupuoli sekä ikä, jolloin säteilylle on altistunut (NCRP 2000, 52). Nuorilla, erityisesti tytöillä, on suurempi riski säteilyn haittavaikutuksille, osittain siksi, että heillä on pidempi elinajanodote. Lasten sisäelimet ovat säteilylle herkempiä kuin aikuisten ja heidän pidempi elinikänsä mahdollistaa säteilyn haitallisten vaikutusten ilmaantumisen. (Mazrani, McHugh & Marsden 2007, 1127.)

2.6 Röntgensäteilyn käyttö leikkaustoiminnassa

Leikkaussalissa röntgensäteilyä tuotetaan C-kaarella. Siinä on C-kirjaimen muotoinen teline, jonka vastakkaisissa päissä ovat röntgenputki ja kuvanvahvistin. (Tapiovaara ym. 2004, 43.) C-kaaria käytetään muun muassa traumaosastoilla sekä leikkaussaleissa; ortopedisissä, kardiologisissa ja gastroenterologisissa toimenpiteissä. Säteilyn käyttö leikkaussalitoimenpiteissä on lisääntynyt viime vuosina. C-kaaren käyttö ortopedisissä yksiköissä on lisääntynyt uusien tekniikoiden ansiosta, kun kirurgi voi käyttää läpivalaisua apuna toimenpiteen suorittamisessa. (EMAN 2012, 9, 12, 15.)

Heikkilän (2013) tekemässä tutkimuksessa arvioitiin suomalaisten leikkaussalien säteilyn käyttötapoja. Tutkimuksessa saatiin selville, että leikkaussalihenkilökunnan säteily-suojelukoulutus ja säteilyn käytön osaaminen ovat puutteellisia niin peruskoulutuksen kuin täydennyskoulutuksen osalta. Säteilyn käyttö osoittautui olevan olennainen osa leikkaussalin toimintaa suurien läpivalaisumäärien takia. Kuitenkaan C-kaaren käyttötavat eivät olleet niin optimoidut kuin olisi mahdollista. Epäkohtia löytyi henkilöannostarkkailussa sekä ryhmä- että henkilöannosmittareiden sijoittelussa. Leikkaussaleissa epävarmuutta aiheuttaviksi tekijöiksi säteilyn käytössä mainittiin muun muassa erikoistuvien lääkäreiden liiallinen säteilynkäyttö, kuvausarvojen muokkaus, kiire läpivalaisutilanteessa, hoitajien kokemattomuus päivystysaikana tapahtuvissa kuvaustilanteissa ja kun toimenpidettä tekevän lääkärin kädet ovat liikaa kuvausalueella. Leikkaussaleissa näyttäisi olevan tarvetta konkreettiselle käytännön ohjaukselle säteilyturvallisista toimintatavoista. (Heikkilä 2013, 57, 76.)

3 SÄTEILYSUOJELU RÖNTGENTOIMINNASSA

3.1 Säteilyn lääketieteellisen käytön lainsäädäntöä Suomessa

Säteilyn lääketieteellisellä käytöllä tarkoitetaan toimintaa, jossa säteilyä kohdistetaan tarkoituksellisesti ihmiskehoon sairauden tutkimiseksi tai hoitamiseksi (STUK 2013a, 12). Säteilysuojelun tavoite on ennaltaehkäistä säteilyn aiheuttamien terveyshaittojen syntyminen (STUK 2013b). Säteilyn käyttöä säädellään Suomessa säteilylain (1991) avulla ja se perustuu kansainvälisiin säteilyn käyttöön liittyviin sopimuksiin. Säteilyasetuksella (1991) ja Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asetuksella säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (2000) tarkennetaan lakia. Säteilylain nojalla Säteilyturvakeskus (STUK) antaa erilliset säteilyturvallisuusohjeet (ST-ohjeet). Säteilylaissa määritellään säteilyn lääketieteelliseen käyttöön liittyvät perusperiaatteet: oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate. (Säteilylaki 1991.)

Oikeutusperiaatteen mukaan lähettävän lääkärin tulee tarkoin harkita röntgensäteilyä käyttävän tutkimusmenetelmän oikeutus. Tutkimuksesta saadun informaation on tuotettava enemmän hyötyä kuin tutkimuksesta syntyvä säteily aiheuttaa haittaa. Optimointi eli ALARA (As Low As Reasonably Achievable) -periaate tarkoittaa sitä, että potilaalle aiheutuva säteilyaltistus on pidettävä niin pienenä kuin se käytännöllisin keinoin on mahdollista. Yksilönsuojaperiaate liittyy sekä henkilökunnan että muun väestön säteilynsuojeluun. Näille ryhmille on asetettu EU:n direktiivillä annosrajoja eli säteilyaltistuksen enimmäisarvoja, joiden ei tule ylittyä. (STUK 2013a, 3–4.)

Kansainvälinen säteilynsuojelutoimikunta (ICRP) antoi vuonna 1990 suositukset säteilynsuojeluun kuuluvista annosrajoituksista (Marttila 2002, 77). Annosrajat koskevat ionisoivalle säteilylle altistuvia työntekijöitä ja väestöä (STUK 2014a, 3). Taulukossa 1 on koottuna efektiivisen ja ekvivalenttiannosten annosrajat väestölle, säteilytyöntekijöille ja 16–18-vuotiaille opiskelijoille ja harjoittelijoille.

TAULUKKO 1. Efektiivisen ja ekvivalenttiannoksen annosrajat (STUK 2014a, 5).

	Efektiivinen annos mSv/v		Ekvivalenttiannos mSv/v		
	keskiarvo/v 5 vuodessa	1v	Silmän mykiö	Iho	Kädet, jalat
Väestö	-	1	15	50	-
Säteilytyötä tekevät työntekijät	20	50	150	500	500
16-v täytäneet, alle 18-v opiskelijat ja harjoittelijat	-	6	50	150	150

STUK:n ST-ohjeessa 1.1 toiminnan harjoittajalla tarkoitetaan turvallisuusluvan haltijaa, joka toiminnassaan käyttää säteilylähteitä. ”Jos toiminnan harjoittaja on muu kuin fyysinen henkilö, toiminnasta kokonaisuutena vastaa se, jolla on ylin päätösvalta organisaatiossa.” (STUK 2013a, 12.) ST-ohjeessa 1.6 käsitellään säteilyturvallisuustoimenpiteitä työpaikalla. Toiminnan harjoittaja veloitetaan huolehtimaan säteilyn käyttöpaikalla työntekijöiden ja muiden henkilöiden turvallisuudesta. Säteilyn käyttöä varten tulee olla voimassa oleva turvallisuuslupa. Säteilytoiminta tulee suunnitella niin, että siitä ei aiheudu riskejä työntekijöille eikä ulkopuolisille henkilöille. Nämä riskit on tunnistettava ja niiden merkitys on arvioitava. (STUK 2009, 4.)

3.2 Henkilökunnan säteilyturvallisuus työpaikalla

Säteilytoiminnan harjoittajalla on lain nojalla velvollisuus huolehtia työntekijöiden säteilysuojelusta ja tarvittavasta lisäkoulutuksesta (Säteilylaki 1991). ST-ohjeessa 1.7 käsitellään säteilysuojelukoulutusta terveydenhuollossa. Sen mukaan säteilysuojelukoulutuksen vähimmäismäärä on yksi opintopiste (op) eli 27 tunnin työpanos (TAMK 2013) sairaanhoitajalla tai ensihoidon osaamisalan suorittaneella lähihoitajalla, joka avustaa lääkäreitä säteilylle altistavassa toimenpiteessä. Sairaanhoitajilla, lähihoitajilla ja muulla hoitohenkilöstöllä säteilysuojelun täydennyskoulutuksen määrä viiden vuoden aikana on 20 tuntia. (STUK 2012, 12.) Aiemmin lähihoitajan tutkintoa vastasi lääkintävahtimestarin koulutus (Ammattinetti 2013). STUK teki vuonna 2010 selvityksen terveydenhuollon henkilöstön perus- ja jatkokoulutukseen sisältyvästä säteilysuojelukoulutuksesta Suomessa. Siinä huomattiin, että sairaanhoitajiksi valmistuville ei kaikissa ammattikor-

keakouluissa tai toisen asteen koulutuksessa lähihoitajille anneta lainkaan säteily suoje-
lukoulutusta. (STUK 2011, 4, 28.)

Säteilytyössä työskentelypaikat on luokiteltava valvonta- ja tarkkailualueiksi. Valvonta-
alueeksi määritellään alue, jossa työntekijälle työstä aiheutuva efektiivinen annos on tai
voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa, silmän mykiön ekvivalenttiannos suurempi
kuin 45 mSv vuodessa tai ihon, käsien ja jalkojen ekvivalenttiannos suurempi kuin 150
mSv vuodessa, kun otetaan huomioon työhön liittyvä poikkeavan tapahtuman mahdolli-
suus. Tarkkailualueeksi luokitellaan alueet, jotka eivät ole valvonta- aluetta, mutta joissa
työntekijän vuotuinen efektiivinen annos voi ylittää arvon 1 mSv. C-kaaren tapauksessa
valvonta- aluetta on se alue, johon säteilytyksen aikana kohdistuu primaarisäteilyä tai
potilaasta suoraan siroavaa säteilyä. (STUK 2009, 6–7, 18.)

Säteilytyötä tekevät henkilöt on luokiteltava säteilytyöluokkiin A ja B. Säteilytyöluok-
kaan A kuuluvat ne työntekijät, jotka työskentelevät valvonta-alueella toistuvasti tai
pitkiä aikoja. Säteilytyöluokkaan B kuuluvat ne työntekijät, jotka eivät kuulu säteilytyö-
luokkaan A. (STUK 2009, 9.) Säteilyasetuksen (1991) mukaan säteilytyöstä työntekijäl-
le aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää viidessä vuodessa keskiarvoa 20 mSv/v
eikä minkään vuoden aikana 50 mSv. Silmän mykiön ekvivalenttiannos ei saa ylittää
150 mSv vuodessa eikä ihon, käsien tai jalkojen minkään kohdan ekvivalenttiannos ar-
voa 500 mSv vuodessa. (Säteilyasetus 1991.)

Säteilytyöntekijöiden työssään saamaa säteilyaltistusta on seurattava, johon kuuluvat
työolojen tarkkailu ja annostarkkailu. Työolojen tarkkailu tulee järjestää kaikilla sellai-
silla työpaikoilla, joilla tehdään säteilytyötä. Annostarkkailulla voidaan määrittää työn-
tekijän henkilökohtainen säteilyannos. Säteilytyöluokkaan A kuuluville tulee aina jär-
jestää annostarkkailu, mutta usein se on aiheellista myös säteilytyöluokkaan B kuuluvil-
le. Ryhmäannosmittaria voidaan käyttää pelkästään työolojen tarkkailuun, silloin yhtä
annosmittaria käyttää useampi henkilö. Se ei sovellu käytettäväksi annostarkkailuun.
Työolojen tarkkailun ja annostarkkailun mittausten tulokset tulee kirjata ja tallentaa
sitien, että niistä voidaan jälkikäteen määrittää henkilökohtaiset säteilyannokset. (STUK
2007, 3–5.)

Raskaana olevan työntekijän työolot raskaudesta ilmoittamisen jälkeen tulee olla sellai-
set, että sikiölle aiheutuva säteilyannos on niin pieni kuin käytännöllisin toimin on mah-

dollista tai se ei ainakaan saa ylittää 1 mSv efektiivistä annosta jäljellä olevan raskauden aikana. Toiminnan harjoittajan on kehotettava säteilytyötä tekevää työntekijää ilmoittamaan raskaudesta mahdollisimman varhaisessa vaiheessa sikiön suojelemiseksi. Raskaudesta ilmoittamisen jälkeen toiminnan harjoittajan on katsottava tarvitseeko työntekijän työtehtäviä järjestellä uudelleen. Siihen vaikuttavat säteilyaltistuksen seurannan tulokset ja työhön liittyvän poikkeavan tapahtuman mahdollisuus. Säteilytyötä tekevä työntekijä ei voi raskauden aikana työskennellä säteilytyöluokan A työtehtävissä. (STUK 2014b, 4.) Kehittyvä sikiö on herkkä säteilylle, koska sikiön solut ovat nopeasti jakautuvia. Ei ole kuitenkaan näyttöä, että pieni säteilyannos aiheuttaisi sikiölle suurta haittaa. Säteilyn vaikutus sikiöön riippuu raskauden vaiheesta, säteilyannoksesta sekä annosnopeudesta. Annosrajoituksen ensisijaisena tarkoituksena ei ole estää kehitysvaurioiden syntymistä vaan taata sikiölle samanlainen suoja kuin sellaiselle, joka ei tee säteilytyötä. (Paile 2002b, 132, 138.)

3.3 Ionisoivalta röntgensäteilyltä suojautuminen

Säteilyhygienian kolme peruseriaatetta ovat: aika, etäisyys ja väliaine. Aika vaikuttaa henkilön saamaan säteilyannokseen siten, että säteilyannos kasvaa sitä mukaan mitä kauemmin henkilö on altistuneena röntgensäteilylle. Minimoimalla käytettävä säteilytysaika ja/tai otettujen kuvien määrä saadaan säteilyannosta pienennettyä. Henkilökunnan tulee myös minimoida aika, jonka on altistuneena röntgensäteilylle. (ICRP 2011a, 22; Wirtanen 2012, 48–49.) Parhaiten tämä onnistuu poistumalla kuvaustilasta röntgensäteilyn käytön ajaksi (Mäkelä & Katisko 2008, 3).

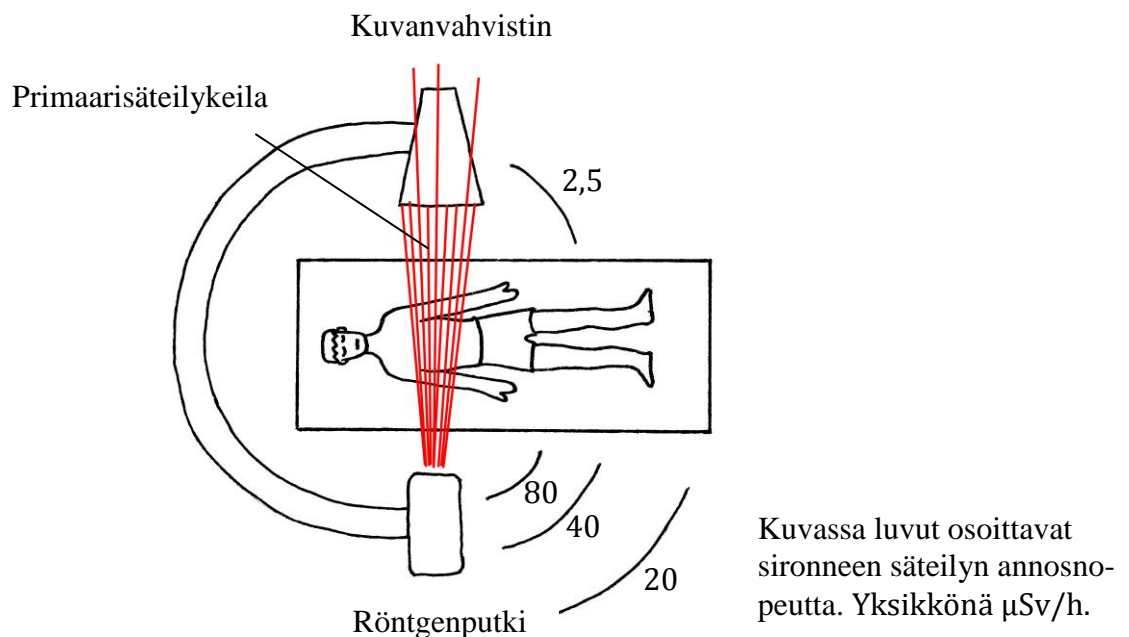
Henkilön saama säteilyannos pienenee etäisyyden kasvaessa säteilylähteeseen, koska säteily vaimenee etäisyyden neliölain mukaisesti. Etäisyyden kaksinkertaistuessa säteily vaimenee neljännekseen alkuperäisestä. (Le Heron ym. 2010, 21.) Säteilyn siroaminen potilaasta, laitteista ja tutkimuspöydästä on suurin henkilökunnan säteilyaltistuksen aiheuttaja (ICRP 2011a, 30). Sironnan määrä riippuu potilaan saamasta säteilyannoksesta. Henkilökunnan säteilyannos pienenee, kun potilaan säteilyannos pienennetään mahdollisimman pieneksi, kuvanlaadun kuitenkin pysyessä riittävänä. (Le Heron ym. 2010, 21.) Käytännöllinen neuvo sijoittumiseen C-kaaren lähellä on sijoittua kuvanvahvistimen puolelle, koska suurin säteilynmäärä on C-kaaren röntgenputken puoleisessa päässä

(ICRP 2011a, 30). Taulukossa 2 on Tsalafoutaksen (2006) tekemän tutkimuksen tuloksia etäisyyden vaikutuksesta leikkaussalin henkilökunnan saamiin säteilyannoksiin.

TAULUKKO 2. Henkilökunnan saamia keskimääräisiä säteilyannoksia tavanomaisissa ortopedisissä toimenpiteissä (Tsalafoutas, 2006, 116).

Elin/kudos	Potilaan lähellä seisova ortopedi ($\mu\text{Gy}/\text{min}$)	Henkilökunta 1m etäisyydellä ($\mu\text{Gy}/\text{min}$)
Kädet	120	4
Rintakehä	26	3
Kilpirauhanen	15	3
Silmät	13	3
Sukurauhaset	76	5
Jalat	50	6

Röntgenputkesta tulevasta säteilystä vain noin 1 % läpäisee potilaan ja kohtaa detektorin. Tämän takia turvallisin paikka on kuvanvahvistimen puolella, samalla kuitenkin mahdollisimman kaukana välttämällä primaarisäteilykeilaa (ks. kuva 1). (ICRP 2011a, 24–25, 30.) Kuvassa 1 esitetään röntgensäteilyn siroaminen C-kaaren läheisyydessä. Kuvassa luvut osoittavat sironneen säteilyn annosnopeutta, jonka yksikkönä on $\mu\text{Sv}/\text{h}$.



KUVA 1. Röntgensäteilyn siroaminen C-kaaren läheisyydessä (mukaillen Balter 1997, 39).

Röntgenputki kannattaa pitää pöydän alla, jolloin osa ionisoivasta säteilystä vaimenee pöytään ja potilaaseen. Aina ei ole mahdollisuutta ottaa etäisyyttä potilaaseen, tällöin voidaan käyttää väliainetta absorboimaan röntgensäteilyä säteilylähteen ja henkilön välillä. Väliaineena toimivat säteilysuojat ovat siinä tapauksessa tehokas henkilökunnan säteilysuojelukeino. Siroavalta säteilyltä voidaan suojautua käyttämällä suojaesiliinaa, suojalaseja ja kilpirauhassuojaa sekä pöytään kiinnitettäviä suojia ja liikuteltavia sermejä. Pöytään kiinnitettävät suojat tarjoavat suojaa erityisesti jaloille ja alavartalolle. Paljon säteilyä käyttävä henkilökunta, esimerkiksi kardiologit, tarvitsevat enemmän säteilyltä suojaavia apuvälineitä ja suojia, kun taas esimerkiksi ortopedeilla saattaa riittää ainoastaan edestä suojaava suojaesiliina. (Le Heron ym. 2010, 21.)

Riippuen suojaesiliinoiden ja kilpirauhassuojien lyijykvivalentista ja käytettävästä röntgensäteilyn energiasta, ne vaimentavat ainakin 90 % siroavasta säteilystä (Le Heron ym. 2010, 21; ICRP 2011a, 31). Suojamateriaalin suojauskyky ilmoitetaan lyijykvivalenttina (mmPb) yleensä 100 kV fotonienenergialla (Stam & Pillay 2008, 34). Luku kertoo kuinka paljon pelkkää lyijyä tarvittaisiin antamaan sama suojauskyky kuin käytettävällä suojausmateriaalilla (STUK 1997, 36–37). Yleensä suojavaatteiden lyijykvivalentit ovat 0,25 mmPb ja 0,5 mmPb (Stam & Pillay 2008, 134). Esimerkiksi 0,5 mmPb suoja päästää 60 kV:n energialla alle 1 % röntgensäteilyä läpi ja 100 kV:lla 3-7 % läpi (ICRP 2011a, 31).

4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TEHTÄVÄT

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa säteilysuojeluopas C-kaaren läheisyydessä työskentelevälle leikkaussalin henkilökunnalle ja sen tavoitteena on lisätä C-kaaren läheisyydessä työskentelevien säteilysuojelutietoutta.

Opinnäytetyön tehtävät:

- Miksi röntgensäteilyltä tulee suojautua C-kaarta käytettäessä?
- Miten röntgensäteilyltä suojaudutaan C-kaaren läheisyydessä työskenneltäessä?

5 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN PROSESSI

5.1 Toiminnallinen opinnäytetyö menetelmänä

Opinnäytetyön ollessa menetelmältään toiminnallinen, sillä tavoitellaan käytännön toiminnan opastamista, ohjeistamista, järjestämistä tai järjeistämistä ammatillisessa kentässä. Toiminnallisessa opinnäytetyössä tehdään sekä tuotos että työn raportointi. Raportointiosuudessa selviää mitä tietopohjaa tuotokseen on käytetty ja mitä vaiheita tuotoksen suunnittelu- ja valmistusprosessiin on kuulunut. Tällaisen opinnäytetyön tuotteen toteutustapa (kansio, ohje, portfolio tai tapahtuma) määräytyy kohderyhmän mukaan. (Vilka & Airaksinen 2003, 9.)

Aiheen ideointivaiheessa tulee pohtia kohderyhmän rajausta, koska toiminnallisessa opinnäytetyössä tuote tehdään aina jonkun käytettäväksi. Aiheen selvittyä tehdään toimintasuunnitelma. Sen avulla selvennetään, että työn aihe ja tavoitteet ovat perusteltuja. Toimintasuunnitelmassa kerrotaan mitä ollaan tekemässä, millä keinoilla se saavutetaan ja miksi se tehdään. Lisäksi selvitetään onko aiheesta tehty aiemmin vastaavia tutkimuksia tai lopputöitä. (Vilka & Airaksinen 2003, 27, 38.)

5.2 Opinnäytetyön suunnittelu

Aiheen ideoinnissa on syytä pohtia, millaiset asiat erityisesti kiinnostavat alan opinnoissa. Aiheen tulee olla motivoiva ja sen avulla voi syventää omaa asiantuntemusta. Aiheen olisi hyvä olla ajankohtainen tai tulevaisuuteen luotaava, että aihe saattaisi kiinnostaa myös mahdollista yhteistyökumppania. (Vilka & Airaksinen 2003, 23.) Molemmat opinnäytetyön tekijät halusivat tehdä toiminnallisen opinnäytetyön ja siten tuottaa jotakin konkreettista ja käytännöllistä tulevalle yhteistyökumppanille. Säteilysuojeluoppaan tekeminen C-kaarella työskenteleville oli ollut aihe-seminaarissa aiempina vuosina, mutta siitä ei ollut vielä tehty opinnäytetyötä. Aihe vaikutti mielenkiintoiselta ja lähemmin tarkasteltaessa se osoittautui ajankohtaiseksi. STUK on vuonna 2010 julkaissut raportin, jossa käsiteltiin säteilysuojelukoulutuksen vähäisyyttä sekä lähi- että sairaanhoitajien koulutuksessa. Samoin Sädeturvapäivillä on useana vuonna ollut aiheena säteilyturvallisuus leikkaussaleissa. Pirkanmaan lähialueen kolmelle leikkausosastolle laitettiin säh-

köpostitse kyselyä kiinnostuksesta lähteä yhteistyökumppaniksi. Yhteistyökumppaniksi päätynt leikkausosasto oli alusta asti kiinnostunut säteilysuojeluoppaasta, koska sellainen puuttui heiltä kokonaan.

Toimeksiantajan toiveet tulee huomioida työn eri vaiheissa. Raportissa kerrotaan toimeksiantajan ohjeet ja miten ne vaikuttivat tuotteessa tehtyihin valintoihin. (Vilkk & Airaksinen 2003, 53.) Ensimmäinen palaveri käytiin huhtikuussa 2013 opinnäytetyötekijöiden ja leikkausosastonhoitajan kesken. Palaverissa hahmoteltiin opinnäytetyön ja oppaan sisältöä sekä käytiin läpi leikkaussalissa tehtäviä tutkimuksia ja säteilysuojelukäytäntöjä. Kävi ilmi, että yhteistyökumppanilla oli selkeät ja kattavat ohjeet laitteiden käytöstä, mutta säteilysuojeluun liittyvä ohjeistus puuttui.

Kohderyhmän täsmällinen määrittäminen on tärkeää tuotteen sisällön kannalta (Vilkk & Airaksinen 2003, 40). Opettajan ja yhteistyökumppanin kanssa käydyssä yhteistyöpalaverissa toukokuussa 2013 opinnäytetyön aihe selkeni. Yhteistyöpalaverissa keskusteltiin ohjeistuksen eri muodoista, joista päädyttiin tekemään sähköinen opas sairaalan omaan tietokantaan. Oppaan kohderyhmäksi muodostui leikkaussalissa työskentelevä henkilökunta.

Työelämälähtökohdasta tehty työ voi helposti kasvaa mittavammaksi kuin mitä opinnäytetyölle on asetettu rajaksi. Sen takia on tärkeää jo työn suunnitteluvaiheessa miettiä tarkka rajaus tutkittavalle aiheelle. (Vilkk & Airaksinen 2003, 16–18.) Syksyllä 2013 aloitettiin sekä raportin että oppaan sisällön suunnittelu. Aihe rajattiin käsittelemään vain henkilökunnan säteilysuojelua, jotta opinnäytetyö ei laajenisi liikaa. Yhteistyökumppanin toive oli myös, että nimenomaan henkilökunnan säteilysuojelusta käsiteltäisiin. Opinnäytetyössä päädyttiin käsittelemään sekä henkilökunnan käytännön säteilysuojelukeinoja että koulutukseen liittyviä seikkoja. Laitteen käyttöön liittyvät seikat päätettiin jättää pois, koska niihin yhteistyökumppanilla oli jo ohjeistus.

5.3 Opinnäytetyön toteutus

Lokakuussa 2013 käytiin seuraamassa yhtä C-kaariavusteista leikkausta, joka auttoi ymmärtämään C-kaaren käyttöä käytännössä. Samalla kerralla keskusteltiin lääkintävahtimestareiden kanssa C-kaaren liittyvistä leikkaussalikäytännöistä. Syksyn aikana

viimeisteltiin opinnäytetyön toimintasuunnitelma, joka hyväksyttiin 4.12.2013 ja tutkimuslupa saatiin 11.12.2013.

Ensisijaisia kriteereitä opinnäytetyössä ovat muun muassa käytettävyys kohderyhmässä ja käyttöympäristössä, asiasisällön sopivuus kohderyhmälle, informatiivisuus, selkeys ja johdonmukaisuus (Vilkkä & Airaksinen 2003, 53). Yhteistyökumppanin toiveiden mukaan opas tehtiin elektroniseen muotoon, jotta se tavoittaa paremmin koko leikkaussalihenkilökunnan. Opinnäytetyön tekijät tekivät lisäksi yhden painetun version, joka voidaan liittää esimerkiksi C-kaaren yhteyteen. Opas päädyttiin tekemään MS Publisher -julkaisuohjelmalla, koska se on suunniteltu erilaisten julkaisujen tekemiseen. Oppaasta tehtiin selkeä ja yksinkertainen, siihen koottiin vain tärkeimmät asiat liittyen leikkaussalihenkilökunnan säteilyltä suojautumiseen. Oppaan alussa ”Tervetuloa lukemaan” -sivulla kerrotaan yleisesti oppaan sisällöstä ja lyhyesti säteilysuojelusta säteilyn lääketieteellisessä käytössä. Käsitteissä avataan tärkeimmät oppaaseen liittyvät käsitteet ja tarkemmin säteilyltä suojautumisen keinoja (aika, etäisyys ja sädesuojat) käsitellään oppaan seuraavilla sivuilla.

Viestinnässä tulee ottaa huomioon tekstin koko, pientä tekstiä on hankalaa tai jopa mahdotonta lukea (Huttunen 2005, 144). Typografia on osa painotuotteen suunnittelua, johon kuuluvat muun muassa kirjainten, paperin värin ja kuvituksen valinta. Käyttämällä vain muutamaa kirjaintyyppiä saadaan yleensä aikaan paras lopputulos. Kirjaintyyppin valinnan kriteereitä on vaikea määritellä; ne voidaan valita vaistonvaraisesti tai harkitusti perustellen. (Loiri & Juholin 2006, 32–34.) Kirjaintyyppin lisäksi valitaan kirjaimen koko. Leipätekstin koko riippuu fontista, aiheesta ja lukijakunnasta vaihdellen välillä 8–12 pistettä. (Loiri 2004, 71.) Oppaan painettu versio on A5-kokoinen, jonka takia leipätekstin fonttikooksi valittiin 14. Tällöin teksti pysyy hyvin luettavana oppaan kokoon nähden ja kirjaintyypeiksi valittiin Cambria ja Garamond opinnäytetyön tekijöiden mieltymyksen mukaan. Garamond kirjaintyyppiä käytettiin otsikoissa ja muissa teksteissä kirjaintyyppinä oli Cambria.

Typografian tavoitteena on hyvä luettavuus. Lukemisen helppouteen pyritään tasaamalla rivit alkamaan vasemmalta ja pitämällä ne tarpeeksi lyhyinä. (Loiri & Juholin 2006, 33.) Rivien sulkemistapa vaikuttaa myös luettavuuteen. Tavallisesti rivit ladotaan yhtä pitkiksi, jolloin palsta on kummaltakin reunalta suora. Tällainen ladelma on helppoluukuista, mutta se on usein suomenkieltä käytettäessä tavutettava, jotta lukemisen helppo-

us säilyy. (Loiri & Juholin 2006, 42–43.) Oppaassa tekstirivit tasattiin alkamaan vasemmalta, rivit ladottiin yhtä pitkiksi ja tekstissä käytettiin tavutusta.

Yhteistyökumppani toivoi oppaaseen väriä, joka sopisi leikkausosastolla yleisesti käytettävään vihreään väriin. Vihreä väri edustaa toivoa, iloa, kasvua, alkua, rauhaa ja luontoa ja keltainen oivalluskykyä ja henkistä vireyttä (Juselius 2004). Keltaisenvihreästä väristä tulee mieleen adjektiiveja terävä, rohkea, trendikäs ja voimakas (Drew & Mayer 2005, 208). Oppaan pääväriksi valikoitui keltaisenvihreä/lime väri, jonka opinnäytetyön tekijät kokivat raikkaimmaksi. Viestinnän kynnyksysymyksiin kuuluu tekstin hyvä luettavuus taustaväriään vasten (Huttunen 2005, 144). Erilaiset väriyhdistelmät vaikuttavat myös voimakkaasti tekstin luettavuuteen. Tavallisin on mustaa valkoisella yhdistelmä, mutta lisäksi musta sekä keltainen tai oranssi ovat hyvin luettavia ja selkeitä yhdistelmiä. (Parker 1998, 166.) Oppaassa taustaväriä tekstien alla on joko valkoinen tai keltaisenvihreä väri ja fontin väri on musta.

Kuvan tai kuvituksen on liityttävä käsiteltävään asiaan. Sen ei tulisi olla pelkkä palstan täyte vaan toimia viestin välittäjänä lukijalle. Kuvan tulee olla sellainen, että lukijan on helppo ymmärtää sen merkitys. (Loiri & Juholin 2006, 54.) Opasta suunniteltaessa tehtiin kuvakäsikirjoitus, johon hahmoteltiin tarkasti oppaaseen tulevien kuvien sisältö. Oppaan kuvat liittyvät oleellisesti käsiteltävään asiaan ja tukevat sen tekstejä. Valokuvat opasta varten otettiin yhteistyökumppanin leikkausosastolla.

Sommittelu on teoksen osien järjestelemistä pinnalle ja sen tavoitteena on esteettinen kokonaisuus. Sommitteluun vaikuttavat muun muassa otsikkotyypit, kuvat, värit ja vierukset. (Loiri & Juholin 2006, 62.) Lukija kiinnittää sivun asettelussa huomionsa yleensä kirkkaimpiin ja kontrastisimpiin elementteihin. Sijoittamalla ne sivun yläreunaan saadaan lukijan huomio kiinnitettyä helposti, koska lukija aloittaa yleensä sivun läpikäymisen yläreunasta. Asettelussa tulee ottaa huomioon, että elementit sivulla kulkevat sujuvasti, jolloin tekstin lukeminen helpottuu. Koko dokumentin läpi kulkeva toisto eli sivun elementtien asettelu samoihin kohtiin tuo lukijalle rytmin dokumentin lukemiseen. Tällöin lukija voi olettaa mistä tietyt asiat löytyvät seuraavalla sivulla. (Sevilla 2002, 7–8.) Etusivua lukuun ottamatta oppaassa käytettiin jokaisella sivulla yläpalkkeja, joissa tekstinä on sivun otsikko. Sivun reunassa on värillinen palkki, johon koottiin sivun tärkeimmät asiat. Lukijan huomio kiinnitetään tärkeään asiaan asettelun ja värin avulla. Oppaan jokainen sivu aseteltiin samalla tavalla, jotta siitä tuli helppolukuinen.

6 POHDINTA

6.1 Opinnäytetyöprosessin arviointi ja oppimiskokemukset

Opinnäytetyöprosessi kesti kokonaisuudessaan puolitoista vuotta, alkaen keväällä 2013 ja päättyen syksyllä 2014. Aikataulussa pysyttiin pääosin hyvin ja opinnäytetyö valmistui ajallaan. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä C-kaaren läheisyydessä työskentelevien säteilysuojelutietoutta ja tarkoituksena tuottaa säteilysuojeluopas C-kaaren läheisyydessä työskentelevälle leikkaussalin henkilökunnalle. Säteilysuojeluoppaalla pyrittiin tavoitteeseen lisäämällä leikkaussalihenkilökunnan säteilysuojelutietoutta. Tavoitteeseen pääsemistä on vaikea arvioida, koska opas on käytössä yhteistyökumppanilla vasta opinnäytetyön julkaisemisen jälkeen.

Opinnäytetyön aihe oli opinnäytetyön tekijöiden mielestä tärkeä ja sen ajankohtaisuus selkeni aiheeseen tutustussa. Oulun ammattikorkeakoulusta valmistuneessa opinnäytetyössä (Vähäkangas & Myllylahti 2014) jatkokehitysideana esitettiin tuotteen tekemistä säteilyturvallisuudesta C-kaarta käytettäessä. Se vahvisti ajatusta oppaan tarpeellisuudesta. Kohderyhmäksi muodostui leikkaussalissa työskentelevä henkilökunta, joiden säteilyhygieniatietoutta tulisi lisätä. Tämän takia tuotteen tekeminen heille vaikutti tärkeältä. Aiheen rajaaminen pelkkään henkilökunnan säteilysuojeluun oli aluksi hankalaa, koska potilaan säteilysuojeluun liittyvät asiat vaikuttavat henkilökunnan säteilyannoksiin.

Opinnäytetyön lopulliseen toteutustapaan vaikuttavat toimeksiantajan toiveet, kohderyhmän tarpeet ja oppilaitoksen opinnäytetyötä koskevat vaatimukset. Toteutustapa on kompromissi edellä mainittujen asioiden välillä. (Vilkka & Airaksinen 2003, 57.) Opinnäytetyön tuotoksen tekemistä oppaan muodossa pohdittiin jo aiheen valinnan yhteydessä ja se varmistui yhteistyökumppanin kanssa käydyissä palavereissa. Tuotoksen tekeminen meni kokonaisuudessaan hyvin. Haasteena oli tuotoksen ulkoasu; värien, kuvien ja tekstien asettelu, koska opinnäytetyön tekijöillä ei ollut aiempaa kokemusta oppaan tekemisestä. Opinnäytetyön oppaaseen tulevat kuvat suunniteltiin tarkkaan kuvakäsikirjoituksen avulla. Vasta leikkausosastolla kuvia ottaessa huomattiin, että suunnittelussa huomioimatta oli jäänyt kuka kuvissa toimii mallina. Kuvien mallina toimi toinen opinnäytetyön tekijöistä, jonka vaatetus ei vastannut henkilökunnan työasua.

Tästä syystä kuvia jouduttiin muokkaamaan ja rajaamaan, mutta muuten kuvat onnistuivat teknisesti hyvin ja olivat kuvakäsikirjoituksen mukaisia. Omien tavoitteiden saavuttamisen ja arvioinnin tueksi on hyvä kerätä palautetta kohderyhmältä (Vilka & Airaksinen 2003, 157). Leikkausosastolla oltiin tyytyväisiä oppaan ulkoasuun ja sisältöön. Se koettiin hyvin selkeänä ja riittävän laajana kokonaisuutena.

Opinnäytetyön aihe koettiin mielenkiintoiseksi, koska säteilyturvallisuus liittyy kaikkien säteilyn käyttöön ja on siten ammatillisesti hyvin tärkeässä asemassa. Opinnäytetyön tekeminen syvensi opinnäytetyön tekijöiden tietoutta säteilyturvallisuudesta. Opinnäytetyöprosessin aikana opinnäytetyön tekijät kehittyivät tiedonhakijoina ja tiedon luotettavuuden arvioinnissa. Tieteellisen tekstin kirjoittamisesta tuli varmempaa ja selkeämpää. Toisella opinnäytetyön tekijöistä oli aiempaa kokemusta tieteellisen tekstin kirjoittamisesta ja tästä oli apua opinnäytetyön raportin kirjoittamisessa. Opinnäytetyön tekijät ovat harjaantuneet tieteellisen tekstin lukemisessa ja sopiva kriittisyys omaa ja luettua tekstiä kohtaan on lisääntynyt. Kansainvälisiä lähteitä lukiessa englanninkielinen ammattisanasto on karttunut. Opinnäytetyön tekijöiden yhteistyötaidot ovat vahvistuneet opinnäytetyöprosessin aikana.

6.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Vilkan ja Airaksisen (2003, 106) mukaan tiedot ja mielipiteet tulee tekstissä erottaa toisistaan riippumatta siitä ovatko ne kirjoittajan omia tai tietolähteestä peräisin. Lähteitä ei tule referoida mekaanisesti ja pinnallisesti vaan tiedot tulee suodattaa oman ajattelun läpi (Vilka & Airaksinen 2003, 108). Opinnäytetyössä lähteistä referoitu teksti kirjoitettiin opinnäytetyön tekijöiden näköisesti ja oma teksti erotettiin lähdetekstistä.

Opinnäytetyön luotettavuuteen ja eettisyyteen vaikuttaa muun muassa lähdeviitteiden huolellinen merkitseminen. Plagiointi on ideoiden ja ajatusten kopioimista ja siihen liittyy myös epäselvät tai vaillinaiset viittaukset. Keksityt esimerkit, väitteet ja tulokset ovat myös plagiointia. (Vilka & Airaksinen 2003, 78.) Opinnäytetyössä noudatettiin näitä luotettavuuteen ja eettisyyteen liittyviä ohjeita. Opinnäytetyössä merkittiin lähdeviitteet huolellisesti sekä tekstiin että lähdeluetteloon.

Opinnäytetyössä lähdekritiikki on erityisessä asemassa. Opinnäytetyötä arvioitaessa tulee pohtia minkälaisista lähteistä tiedot opinnäytteeseen on otettu (kirjallisuus, tutkimukset, Internet, artikkelit, lait, asetukset). Käytettävien tietojen oikeellisuus ja luotettavuus tulee olla varmistettu. Lähdeaineistoa voi arvioida sen mukaan mikä on tiedonlähteen auktoriteetti ja tunnettuus, lähteen uskottavuuden aste sekä lähteen ikä ja laatu. (Vilka & Airaksinen 2003, 53, 72.) Opinnäytetyössä käytettiin mahdollisimman tuoretta kansainvälistä sekä kansallista tutkimustietoa. Lähteiden ikää ei rajattu, koska niiden löytäminen oli helppoa ja tuoretta tietoa oli paljon saatavilla. Opinnäytetyössä käytettyjen tutkimusten tekijät olivat tunnettuja järjestöjä, komissioita sekä alan ammattilaisia. Käytettyjä lähteitä pidettiin luotettavina.

Vieraskielisiä lähteitä referoitaessa saattaa tekstiin siirtyä vieraan kielen mukaisia lauseja ja virkerakenteita (Vilka & Airaksinen 2003, 107). Kaikki vieraskieliset lähteet olivat englanninkielisiä. Englanninkielistä tekstiä suomennettaessa huomioitiin, että teksti tulee opinnäytetyöhön hyvällä suomenkielellä välttämällä englanninkielisiä lauserakenteita.

Oppaassa käytetyt kuvat olivat opinnäytetyön tekijöiden itse valokuvaamia tai piirtämiä, jolloin tekijänoikeudet ovat opinnäytetyön tekijöillä (Tekijänoikeuslaki 1961). Laitteiden merkit häivytettiin kuvista. Tuotoksen tekijänoikeudet säilyvät opinnäytetyön tekijöillä, mutta päivitysoikeudet sovittiin annettavaksi yhteistyökumppanille.

6.3 Kehittämisen- ja jatkotutkimusehdotukset

Kehittämisehdotuksena on samanlainen opas, jossa käsitellään potilaan säteilysuojelua. Potilaan säteilysuojelukeinot vaikuttavat suuresti henkilökunnan saamiin säteilyannoksiin, joten ne olisi hyvä huomioida leikkaussalien säteilysuojelussa.

Jatkotutkimusehdotuksena on selvittää kuinka säteilysuojeluopas on vaikuttanut henkilökunnan säteilyhygieeniin työskentelytapoihin. Jatkotutkimusehdotuksen tutkimustuloksia ei voi verrata suoraan yhteistyökumppanin leikkaussalilla käytettyihin säteilyhygieeniin työskentelytapoihin, koska niistä ei ole tehty tutkimusta ennen sinne käyttöön tullutta säteilysuojeluopasta. Säteilyn käyttöä leikkaussaleissa on kuitenkin tutkittu yleisesti, joten mahdollisen jatkotutkimuksen tuloksia voisi verrata niihin.

LÄHTEET

Ammattinetti. 2013. Työ- ja elinkeinoministeriön ylläpitämä Ammattinetti. Ammatti: Lääkintävahtimestari-sairaankuljettaja. Luettu 31.7.2013.
http://www.ammattinetti.fi/ammattit/detail/15/3/233_ammatti

Balter, S. 1997. Technical Note: Stray Radiation in Fluoroscopy. *Medicamundi* 41 (1), 36–39.

Drew, J. & Mayer, S. 2005. *Color Management. A Comprehensive Guide for Graphic Designers*. Switzerland, Mies: RotoVison SA.

Ehrlich, R. & Daly, J. 2009. *Patient Care in Radiography with an introduction to medical imaging*. Seventh edition. Missouri: Mosby Elsevier.

EMAN 2012. Radiological procedures performed outside the radiological departments (WP 3). Synthesis document on the impacts on patient and staff exposure and the state of the art of optimization, including equipment standards and performances. European Medical ALARA Network.

Heikkilä, P. 2012. Säteilyn käyttötavat leikkaussaleissa. Abstrakti. XXXVI Sädeturva-päivät. Tampere. 55–56.

Heikkilä, P. 2013. Säteilyn käyttötavat leikkaussaleissa - Kartoitus säteilynkäytön turvallisuuskulttuuriin vaikuttavista tekijöistä suomalaisissa leikkaussaleissa. Oulun yliopisto. Terveystieteiden laitos. Radiografiatiede. Pro gradu -tutkielma.

Huttunen, M. 2005. *Värit, pintaa syvemältä*. Helsinki: WSOY.

IAEA. 2004. Booklet. Radiation, people and the environment. Itävalta: International Atomic Energy Agency

IAEA. 2010. Radiation Biology: A Handbook for Teachers and Students. Training course series no. 42. Wien: International Atomic Energy Agency.

IAEA. 2013. Cataract Study. Radiation Protection of Patients (RPOP). 2013. Luettu 10.9.2014. <https://rpop.iaea.org>

ICRP. 2011a. Radiological protection in fluoroscopically guided procedures performed outside the imaging department. 18.5.2011. Draft report for consultation. International Commission on Radiological Protection.

ICRP. 2011b. Statement on Tissue Reactions. April 2011. International Commission on Radiological Protection.

Korte, S. 2009. Sairaanhoidtajien säteilysuojeluun liittyvästä koulutuksesta saadun tiedon hyödyntäminen työssään. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Pirkanmaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Juselius, U. 2004. Väri on valoa. Fysikaalisen väriopin perusteista ja värien valinnasta. Luettu 12.9.2014. <http://www.phpoint.fi/ulrikaj/www/colors.htm>

- Le Heron, J., Padovani, R., Smith, I. & Czarwinski, R. 2010. Radiation protection of medical staff. *European Journal of Radiology* 76 (1), 20–23.
- Loiri, P. 2004. Typo. Pieni käytösopas typografian laatijalle. Helsinki: Inforviestintä Oy.
- Loiri, P. & Juholin, E. 2006. Huom! Visuaalisen viestinnän käsikirja. 2. painos. Helsinki: Inforviestintä Oy.
- Marttila, O. 2002. Suureet ja yksiköt. Teoksessa Ikäheimonen, T. (toim.) Säteily ja sen havaitseminen. Helsinki: STUK. 65–91.
- Mazrani, W., McHugh, K. & Marsden, P.J. 2007. The radiation burden of radiological investigations. *Archives of disease in Childhood* no. 92, 1127–1131.
- Mustonen, R. & Salo, A. 2002. Säteily ja solu. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Helsinki: STUK. 27–40.
- Mäkelä, T. & Katisko, J. 2008. Säteilyannokseen vaikuttavat asiat. Abstrakti. XXXII Sädeturvapäivät. Tampere.
- NCRP. 2000. Radiation protection for procedures performed outside the radiology department. Recommendations of the National Council on Radiation Protection And Measurements. Report No. 133.
- Paile, W. 2002a. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Helsinki: STUK. 43–46.
- Paile, W. 2002b. Säteily ja raskaus. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Helsinki: STUK. 131–138.
- Rahko, E. & Tuomaala, S. 2011. Leikkaussalissa työskentelevien sairaanhoitajien tietämys säteilyturvallisuudesta. Hoitotyön koulutusohjelma. Vaasan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Sevilla, C. 2002. Page Design: Directing the Reader's Eye. *Intercom*. 6–9.
- Stam, W. & Pillay, M. 2008. Inspection of Lead Aprons: A Practical Rejection Model. *Operational Radiation Safety*. Volume 95 (2), 8/2008. 134–135.
- Statkiewicz-Sherer, M., Visconti, P. & Ritenour, E. 2011. Radiation protection in medical radiography. Sixth edition. Missouri: Mosby Elsevier.
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 10.5.2000/423.
- STUK. 1997. Säteilysuojelu. Sätehoitofysiikan sanasto. Sätehoitofysiikan sanastotyöryhmän ehdotus 1997. Helsinki: Säteilyturvakeskus
- STUK. 2007. Säteilyaltistuksen seuranta. ST 7.1. 2.8.2007.
- STUK. 2009. Säteilyturvallisuus työpaikalla. ST 1.6. 10.12.2009.

STUK. 2011. STUK-B 133 / HEINÄKUU 2011. Terveydenhuollon henkilöstön perus- ja jatkokoulutukseen sisältyvä säteilysuojelukoulutus Suomessa 2010.

STUK. 2012. Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa. ST 1.7. 10.12.2012.

STUK. 2013a. Säteilytoiminnan turvallisuus. ST 1.1. 23.5.2013.

STUK. 2013b. Terveyshaittojen ehkäiseminen säteilysuojelulla. Päivitetty 17.5.2013. Luettu 26.9.2013. http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/fi_FI/sateilysojelu/

STUK. 2014a. Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet. ST-ohje 7.2/8.8.2014.

STUK. 2014b. Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu. ST-ohje 7.5/13.6.2014

Sulanto, L. Leikkausosaston osastonhoitaja. 2013. Henkilökohtainen tiedonanto 29.5.2013. Tampere.

Svedström, E. 2005. Efektiiviset annokset sädediagnostiikassa. Raportissa Järvinen, H. (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. STUK-C4. 4/2005. Säteilyturvakeskus.

Säteilyasetus 20.12.1991/1512.

Säteilylaki 27.3.1991/592.

TAMK. 2013. Tampereen ammattikorkeakoulu, opintojen mitoitus. Päivitetty 20.6.2013. Luettu 14.1.2014. <http://www.tamk.fi>.

Tapiovaara M., Pukkila, O. & Miettinen A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa Pukkila O. (toim.) Säteilyn käyttö. Helsinki: STUK. 13–180.

Tekijänoikeuslaki 8.7.1961/404.

Tsalafoutas IA et al. Estimation of radiation doses to patients and surgeons from various fluoroscopically guided orthopaedic surgeries. RPD, 128 (2008). 112–119.

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

Vähäkangas, E. & Myllylahti, N. 2014. Henkilökunnan säteilyaltistus C-kaariavusteisissa traumakirurgisissa leikkauksissa. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Wirtanen, M. 2012. C-kaarityöskentely leikkaussalissa. Abstrakti. XXXVI Sädeturvapäivät. Tampere. 47–50.

LIITTEET

Liite 1. Opas säteilyhygieeniseen toimintaan.

Opinnäytetyön tuotosta ei julkaista Ammattikorkeakoulujen julkaisuarkisto Theseuksessa.