



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

ULKOISTEN SÄDESUOJIIEN KÄYTTÖ FERTIILI-IKÄISTEN PO- TILAIDEN NATIIVIRÖNTGENTUT- KIMUKSISSA

Minna Lindberg

Sanna Virtanen

Opinnäytetyö

Lokakuu 2015

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

LINDBERG MINNA & VIRTANEN SANNA:

Ulkoisten sädesuojien käyttö fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Lokakuu 2015

Ulkoisten sädesuojien käyttö on tärkeä osa säteilysuojelua. Yksinkertaisesti säteilyltä suojaaminen tarkoittaa sitä, että säteilyn lähteen ja suojattavan alueen välillä on jotakin, joka absorboi säteilyn. Sädesuojaus perustuu säteilyn intensiteetin asteittaiseen vähentymiseen väliaineessa. Säteilysuojelullisesti suurin hyöty saadaan suojaamalla säteilylle erityisesti herkkiä elimiä sekä kudoksia. Rinnat, kilpirauhanen ja sukuelimet tulee suojata sädekeilalta aina kun mahdollista. Mahdollinen säteilyaltistus säteilyherkkiin elimiin tai kudoksiin vaatii suojaavan ulkoisen sädesuojan käyttöä vähentämään säteilyannosta, joka voisi muuten aiheuttaa biologista vauriota.

Tämä opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä yhteistyössä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen kanssa. Opinnäytetyön tavoitteena oli, että Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos voi yhtenäistää röntgenhoitajien toimintatapoja ulkoisten sädesuojien käytössä fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa. Tarkoituksena oli opinnäytetyönä laatia kirjallinen ohje Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitokselle ulkoisten sädesuojien käytöstä fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa. Opinnäytetyön tehtävänä oli selvittää: Millaiset ovat tarkoituksenmukaiset ulkoiset sädesuojakäytännöt fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa?

Tässä opinnäytetyössä toiminnallinen osuus on kirjallinen ohje ulkoisten sädesuojien käytöstä fertiili-ikäisillä potilailla natiiviröntgentutkimuksissa. Tuotoksessa on luettelmana esitetty tutkimuskohtaisesti teorian perusteella fertiili-ikäiseltä potilaalta ulkoisella sädesuojalla suojattava säteilyherkkä elin tai elimet. Tuotos sisältää rintojen, kilpirauhasen ja gonadien suojaamiseen käytettävien ulkoisten sädesuojien suositellut lyijyekvivalenttiarvot sekä suojaamisella saavutettava annossäästö prosenttiyksikköinä. Opinnäytetyön tuotos perustuu teoreettiseen viitekehukseen ja siinä esitettyihin tutkimustuloksiin. Opinnäytetyön tuotosta ei julkaista Theseus-julkaisuarkistossa.

Teoreettinen viitekehys koostuu ionisoivan säteilyn vaikutuksista ihmiskehossa sekä ulkoisista sädesuojista ja niiden käytöstä natiiviröntgentutkimuksissa. Opinnäytetyön raportissa kuvataan opinnäytetyöprosessia sekä kerrotaan yksityiskohtaisesti tuotoksen suunnittelusta sekä toteutuksesta. Teoreettista viitekehystä kirjoitettaessa on käytetty kotimaisten lähteiden lisäksi useita kansainvälisiä lähteitä. Kehittämisehdotuksena esitetään kirjallisen ohjeen laatimista ulkoisten sädesuojien käytöstä kiinnipitäjille ja lapsipotilaille.

Asiasanat: ulkoinen sädesuoja, natiiviröntgentutkimus, säteilysuojelu

ABSTRACT

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

LINDBERG MINNA & VIRTANEN SANNA:
Using Contact Shields in Native X-ray Examinations of Patients at Reproductive Age

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 1 page
October 2015

Using contact shields is a crucial component of radiation protection. Shielding simply means having something that will absorb radiation between the source of the radiation and the area to be protected. Some organs are known to be more sensitive to radiation than others. The breasts, the thyroid and the reproductive organs should be shielded from the useful beam whenever possible. The potential for radiation exposure to radiosensitive body organs or tissues requires the use of protective shielding to reduce a radiation dose that would otherwise result in biologic damage.

This study was conducted in cooperation with the Radiology Department of Pirkanmaa Hospital District's Imaging Centre. The approach of this study was functional. The objective of this study was that the Radiology Department of Pirkanmaa Hospital District's Imaging Centre could standardize using of contact shields in native x-ray examinations of patients at reproductive age. The purpose of this study was to compile a guide on using contact shields in native x-ray examinations of patients in reproductive age. The leading question of the study was: How to use contact shields appropriate in native x-ray examinations of patients at reproductive age.

The product of this study is based on the theoretical framework. The theoretical framework contains information about ionizing radiation, radiosensitive organs and tissues and materials of contact shields and how to use them in native x-ray examinations of patients at reproductive age. The methodology chapter reports how the authors have planned, produced and evaluated the product of the study. Further study proposal is to make a similar guide on using contact shields in x-ray examinations of children and persons holding a patient.

Key words: contact shield, native x-ray examination, radiation protection

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	IONISOIVAN SÄTEILYN VAIKUTUKSET IHMISKEHOSSA	7
	2.1 Ionisoivan säteilyn biologiset vaikutukset	7
	2.2 Säteilyherkät kudokset ja elimet	8
3	ULKOISET SÄDESUOJAT JA NIIDEN KÄYTTÖ	11
	3.1 Ulkoisten sädesuojien materiaalit ja vaatimukset	11
	3.2 Ulkoisten sädesuojien käyttö natiiviröntgentutkimuksissa.....	14
	3.2.1 Kilpirauhasen suojaaminen	16
	3.2.2 Rintarauhasen suojaaminen.....	16
	3.2.3 Gonadien suojaaminen	17
	3.3 Ulkoisten sädesuojien hygieenisuus	19
4	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄ.....	21
5	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN PROSESSI.....	22
	5.1 Toiminnallisen opinnäytetyön menetelmä.....	22
	5.2 Tuotoksen suunnittelu, toteutus ja arviointi.....	22
6	POHDINTA.....	25
	6.1 Opinnäytetyöprosessin arviointi	25
	6.2 Eettisyys ja luotettavuus	27
	6.3 Oma oppimiskokemus ja kehittämis ehdotukset	28
	LÄHTEET.....	30
	LIITE.....	34
	Liite 1. Opinnäytetyön tuotos.....	34

1 JOHDANTO

Säteilysuojelun tavoitteena on ennaltaehkäistä säteilyn terveyshaittojen syntymistä ja pitää säteilyaltistus niin alhaisena kuin käytännön toimin on mahdollista (STUK 2013b). Säteilylaissa (1991) todetaan, että tutkittavan henkilön säteilyaltistus on rajoitettava sille alueelle ja siihen määrään, joka on tutkimuksen kannalta välttämätöntä. Saatavilla on erimuotoisia sädesuojia peittämään potilaan kehon osia, jotka voivat altistua sironneelle säteilylle. Useimmat näistä ovat ulkoisia sädesuojia, jotka ovat kontaktissa potilaaseen. (Carroll 2011, 827.) Säteilysuojelullisesti suurin hyöty saadaan suojaamalla säteilylle erityisesti herkkiä elimiä sekä kudoksia (STUK 2009b). Jokaisella kuvantamisosastolla tulisi olla kirjalliset suojausohjeet jokaista radiologista tutkimusta varten (Statkiewicz Sherer ym. 2011, 248–249).

Ulkoisen sädesuojaus perustuu vaimentumisen peruseriaatteeseen eli säteilyn intensiteetin asteittaiseen vähentymiseen väliaineessa (Jaquith 2013). Nykyaikaisessa säteilysuojelussa lyijy on käytetyin materiaali röntgensäteilyn vaimentamiseksi (STUK 2005, 4; Universal Medical 2011). Perinteisille lyijysuojille on vaihtoehtona alettu valmistaa myös ulkoisia sädesuojia, joissa osa lyijystä on korvattu muilla säteilyä vaimentavilla materiaaleilla (Jaquith 2014). Viime vuosien aikana on kehitetty myös täysin lyijyttömiä ulkoisia sädesuojia (Papadopoulos ym. 2009; Universal Medical 2011).

Ulkoisten sädesuojien käyttö ja siitä saatava vähäinenkin annossäästö on perusteltua tilanteissa, joissa se voidaan saavuttaa helposti ja röntgentutkimusta haittaamatta (STUK 2009a). Tässä opinnäytetyössä ulkoisilla sädesuojilla tarkoitetaan ionisoivan säteilyn kulun estävästä materiaalista valmistettuja suojia, jotka ovat kontaktissa potilaaseen. Ulkoisilla sädesuojaukset käytännöllä tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä ulkoisten sädesuojien käyttöä. Fertiili-ikäisellä tarkoitetaan sukukypsässä iässä olevaa henkilöä (Terveyskirjasto 2015). Tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan fertiili-ikäisellä 12–55 vuoden ikäistä potilasta.

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen ja apteekkiliikelaitoksen kanssa. Opinnäytetyön tavoitteena on, että Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos voi yhtenäistää röntgenhoita-

jien toimintatapoja ulkoisten sädesuojien käytössä fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa. Tarkoituksena on opinnäytetyönä laatia kirjallinen ohje Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitokselle ulkoisten sädesuojien käytöstä fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa.

2 IONISOIVAN SÄTEILYN VAIKUTUKSET IHMISKEHOSSA

2.1 Ionisoivan säteilyn biologiset vaikutukset

Ionisoivan säteilyn biologiset vaikutukset ovat tulleet paremmin ymmärretyiksi viime vuosisadan aikana. Ionisoivan säteilyn energia voi suoraan hajottaa DNA:n ja proteiinimolekyylien kemiallisia siteitä tai voi epäsuoraan hajottaa näitä siteitä synnyttämällä vapaita radikaaleja. (Furlow 2011, 423, 432.) Säteilyn haitallisista biologisista vaikutuksista johtuva kudostuho voidaan jakaa deterministisiin eli suoriin ja stokastisiin eli satunnaisiin haittavaikutuksiin. Lyhyellä aikavälillä syntynyt kudostuho on determinististä ja se johtuu suurten säteilyannosten aiheuttamista solukuolemista tai solujen toiminnan häiriöistä (Mustonen ym. 2009, 30; Furlow 2011, 423.) Deterministisen kudostuhon syntymisellä on yleensä kynnyksannos, jonka yläpuolella säteilyannoksen kasvaessa vaurion vakavuus kasvaa ja kudoksen kyky toipua vauriosta heikkenee (Mustonen ym. 2009, 22). Deterministiseen kudostuhoon voi liittyä esimerkiksi ihon palovammoja ja hiusten lähtöä (Furlow 2011, 423).

Pitkällä aikavälillä syntyvä stokastinen kudostuho on todennäköisempi kuin deterministinen kudostuho. Stokastisina haittavaikutuksina voi syntyä karsinogeneenejä silloin, kun vaurio ilmaantuu geeneihin, jotka kontrolloivat solujen jakautumista (mitoosi) tai ohjattua solukuolemaa (apoptoosi). (Furlow 2011, 423.) Satunnaisista haittavaikutuksista merkittävimmät ovat syöpä ja perinnölliset vaikutukset. Säteilyn aiheuttamat syöpäsairaudet johtuvat säteilylle altistuneiden henkilöiden somaattisten solujen mutaatioista. Yksittäisissä soluissa tapahtuvat DNA-vaurion vasteeseen liittyvät prosessit ovat ratkaisevia syövän synnyssä. (Mustonen ym. 2009, 30.)

Säteilyn aiheuttaman stokastisen syöpäriskin vuoksi on oletettavissa, ettei sellaista raja-arvoa ole olemassa, jota pienemmät säteilyannokset olisivat täysin turvallisia. Eläinkokeet ja useat epidemiologiset tutkimukset ovat osoittaneet, että jopa suhteellisen pienet annokset ionisoivaa säteilyä voivat aiheuttaa syövän, etenkin leukemian ja myelooman, sekä verihäiriöitä. (Furlow 2011, 423, 432.) Tutkimusten mukaan ionisoiva säteily aiheuttaa syöpäriskin noin 100 mSv:n suuruisilla ja sitä pienemmilläkin annoksilla (Mustonen ym. 2009, 30). Säteilyaltistukseen liittyvät syövät voivat ilmaantua vuosien tai vuosikymmenien kuluttua säteilyaltistuksesta (Furlow 2011, 423).

Sukusolujen mutaatioiden aiheuttamat perinnölliset sairaudet ilmaantuvat altistuneiden henkilöiden jälkeläisissä (Mustonen ym. 2009, 29; Furlow 2011, 433). Sukuelinten (myöhemmin gonadit) säteilytyksestä mahdollisesti aiheutuvien perinnöllisten vaikutusten todennäköisyys on verrannollinen absorboituneeseen annokseen (Radiation Health Unit 2012). Tuleviin sukupolviin kohdistuvat riskit tulee ottaa säteilysuojelussa huomioon, vaikka perinnöllisten sairauksien kohdalla ei ole suoria todisteita säteilyn aiheuttamista vaurioista (Mustonen ym. 2009, 30). Ei ole olemassa raja-arvoa, jota matalammat säteilyannokset olisivat siittiöille ja munasoluille turvallisia (Furlow 2011, 433).

2.2 Säteilyherkät kudokset ja elimet

Efektiivisen annoksen avulla voidaan arvioida säteilystä ihmiselle aiheutuvaa terveydellistä kokonaisuutta riippumatta siitä, onko säteilystä aiheutuva annosjakauma kehossa tasainen vai epätasainen (STUK 2013a; STUK 2014b, 10). Efektiivisen annoksen laskeemisessa käytetään kudosisäteilykerroin- ja elinkohtaisia painotuskertoimia (Furlow 2011, 424; STUK 2014b, 10). Painotuskertoimet perustuvat vertailuväestöön, joka edustaa tasapuolisesti kumpaakin sukupuolta sekä laajaa ikäryhmää. Painotuskertoimet on määritelty siten, että kerroin vastaa kyseisen kudoksen tai elimen suhteellista osuutta kokonaisuudesta silloin, kun koko keho on tasaisesti altistunut säteilylle. Kaikkien painotuskertoimien yhteenlaskettu summa on yksi. (STUK 2014b, 10.) Taulukossa 1 on esitetty eri kudosten ja elinten painotuskertoimet.

Jokainen elin ihmiskehossa on haavoittuvainen ionisoivan säteilyn aiheuttamalle tuholle (Statkiewicz Sherer, Visconti & Ritenour 2011, 197). Kaikki kudokset ja elimet eivät kuitenkaan ole yhtä herkkiä säteilyaltistuksen aiheuttamille vaurioille (Furlow 2011, 424; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 197). Kudosisäteilykerroin- ja elinkohtaiset painotuskertoimet kuvaavat eri kudosten suhteellista säteilyherkkyyttä. Mitä suurempi painotuskerroin, sitä säteilyherkempi kudos on. Painotuskertoimia ei ole tarkoitettu käytettäväksi alkioille ja sikiöille. (Furlow 2011, 424.)

Ionisoivalle säteilylle herkimpiä ovat sellaiset kudokset, joiden solut jakaantuvat usein tai eivät ole erilaistuneita (UW environmental health and safety 2006; Goodman 2010). Kudosten säteilyherkkyys vaihtelee eliniän aikana: sikiöiden ja lasten kudoksissa runsaasti jakautuvat ja kehittyvät solut ovat säteilylle herkempiä kuin aikuisten solut (Furlow 2011,

424). Säteilysojelullisesti suurin hyöty saadaan suojaamalla säteilylle erityisesti herkkiä elimiä sekä kudoksia. Tällaisia ovat sukurauhaset, kilpirauhanen, rintarauhanen, punainen luuydin, paksusuoli, keuhkot, mahalaukku, virtsarakko, maksa ja ruokatorvi. (STUK 2009c.) Lihas-, luu- ja hermokudokset sen sijaan eivät ole kovinkaan herkkiä ionisoivalle säteilylle (UW environmental health and safety 2006; Goodman 2010).

TAULUKKO 1. Kudos- ja elinkohtaiset painotuskertoimet (2013/59/Euratom, 42)

Kudos tai elin	Painotuskerroin
Luuydin (punainen)	0,12
Paksusuoli	0,12
Keuhkot	0,12
Vatsa	0,12
Rinta	0,12
Muut kudokset	0,12
Sukurauhaset	0,08
Virtsarakko	0,04
Ruokatorvi	0,04
Maksa	0,04
Kilpirauhanen	0,04
Luun pinta	0,01
Aivot	0,01
Sylkirauhaset	0,01
Iho	0,01

Taulukon 1 muita kudoksia koskeva kerroin koskee keskimääräistä annosta, joka laskeaan kummankin sukupuolen osalta seuraaville elimille ja kudoksille: lisämunuaiset, keuhkojen ulkopuolinen alue, sappirakko, sydän, munuaiset, imusolmukkeet, lihaskudos, suun limakalvo, haima, ohutsuoli, perna, kateenkorva ja kohtu/kohdunkaula sekä eturauhanen (2013/59/Euratom, 42).

Kuvaussuunnan valinta vaikuttaa oleellisesti säteilyherkkien elinten saamaan säteilyaltistukseen (Tapiovaara ym. 2004, 150; Henner 2013). Säteilyherkät vatsan alueen elimet sijaitsevat syvemmillä potilaan pinnasta PA-projektiota käytettäessä kuin AP-projektiota käytettäessä. Näin ollen vatsan alueen natiiviröntgen tutkimuksesta PA-projektiosta aiheutuva efektiivinen annos on vain puolet AP-projektion aiheuttamasta efektiivisestä annoksesta, vaikka pinta-annos on molemmissa projektioissa sama. Ottamalla natiiviröntgenkuvat niin, että röntgenputki on potilaan oikealla puolella, altistuu potilas vähemmän säteilylle kuin röntgenputken ollessa potilaan vasemmalla puolella. Tämä selittyy sillä, että

mahalaukku sekä paksusuolen laskeva osa, jotka ovat säteilyherkkiä elimiä, sijaitsevat ihmiskehon vasemmalla puolella. (Tapiovaara ym. 2004, 150–151.)

3 ULKOISET SÄDESUOJAT JA NIIDEN KÄYTTÖ

3.1 Ulkoisten sädesuojien materiaalit ja vaatimukset

Ulkoisen sädesuojaus perustuu vaimentamisen peruseriaatteeseen, eli säteilyn intensiteetin asteittaiseen vähentymiseen väliaineessa. Vaimentuminen on röntgensäteiden ja aineen vuorovaikutuksen tulos, johon sisältyy absorptiota ja sirontaa. Kun röntgensäteilyn fotonit ovat vuorovaikutuksessa aineen kanssa, on fotonien määrä aineen läpäistyään vähäisempi kuin primäärisädekeilassa. (Jaquith 2013.) Ulkoisen sädesuojan tehokkuus vaihtelee huomattavasti käytetyn materiaalin vaimentamiskertoimen ja sen paksuuden sekä säteilyn energiaspektrin mukaan (McCaffrey, Shen, Downton & Mainegra-Hing 2007, 530).

Säteilysuojelussa lyijy on käytetyin materiaali röntgensäteilyn vaimentamiseksi (STUK 2005, 4; Universal Medical 2011). Lyijyä pidetään sopivimpana materiaalina röntgensäteilyltä suojautumisessa sen suuren vaimentamiskertoimen takia (Papadopoulos ym. 2009). Lyijy heikentää säteilyn vaikutusta vaimentamalla sen intensiteettiä ja estämällä säteilyn etenemisen (Jaquith 2013). Lyijy on tehokkain elementti suojavaatteissa, joita käytetään minimoimaan röntgensäteiden välittyminen ja suojaamaan tahattomalta säteilyaltistukselta diagnostisen tutkimuksen aikana (Papadopoulos ym. 2009; Jacquith 2014). Asetettaessa lyijypeite, lyijyessu tai lyijyseinä sädekeilan ja minkä tahansa suojausta tarvitsevan kohteen väliin, suojaavat ne tehokkaasti potilaita ja työntekijöitä tarpeettomalta säteilyaltistukselta (Universal Medical 2011).

Lyijyn tiheys ja suuri atomiluku tekevät siitä tehokkaan materiaalin röntgensäteilyä vastaan. Lyijy on pehmeää, muokattavissa olevaa materiaalia, joka on käytännöllinen ja helposti saatavilla. (Universal Medical 2011; Jacquith 2014.) Sillä on kuitenkin haittapuolia: lyijy on painava ja ympäristölle haitallinen materiaali, joka pitää kierrättää kun se ei ole enää käyttökelpoinen (Universal Medical 2011). Lisäksi puhdasta lyijyä ei sellaisenaan voida käyttää. Puhdasta lyijyä sekoitetaan muihin aineisiin, jotta siitä saadaan käyttökelpoista suojausmateriaalia. (Jaquith 2014.) Tyypillisesti perinteiset lyijysuojat kestävät keskimäärin 10 vuotta, mutta niiden säilyttäminen väärin voi radikaalisti lyhentää suojan elinikää (McCaffrey, Shen, Downton & Mainegra-Hing 2007, 530).

Valmistettaessa lyijysuojia materiaali kerrostetaan, jotta suojalle saadaan haluttu paksuus ja saavutetaan vaadittu lyijyekvivalenttiarvo (Jaquith 2014). Lyijyekvivalenttiarvo (mmPb) kuvaa sitä, kuinka paksua lyijykerrosta materiaalin säteilyn vaimentamiskyky vastaa (Okunade 2004, 629). Ulkoiset sädesuojat ovat yleensä lyijyekvivalenttiarvoltaan 0,25 mmPb, 0,35 mmPb tai 0,5 mmPb (Jaquith 2014).

0,25 mm lyijyä vaimentaa primaarisäteilyä arviolta noin kolmasosaan ja 1 mm lyijyä lähes sadasosaan (STUK 2005, 4). Kun 75 kV:n sädekeila projisoituu suoraan 0,5 mm lyijyä sisältävään ulkoiseen sädesuojaan, 88 % säteilystä pysähtyy. Lyijyessut ja -käsineet, joita tyypillisesti käytetään radiologian osastoilla, suojaavat keskimäärin 85 % tehokkuudella, kun niitä käytetään primäärisädekeilassa. (Carroll 2011, 828.)

Vaikka lyijy jatkaa käytetyimpänä materiaalina säteilyltä suojautumisessa, se ei kuitenkaan ole ainoa tehokkaasti ionisoivaa säteilyä absorboiva aine (Universal Medical 2011). Perinteisille lyijysuojille on alettu vaihtoehtona valmistaa myös suojia, joissa osa lyijystä on korvattu muilla säteilyä vaimentavilla materiaaleilla (Jaquith 2014). Tällaiset yhdistelmäateriaaleista valmistetut suojat voivat sisältää esimerkiksi bariumia tai tinaa (Australian Government 2011; Jaquith 2014). Jokainen valmistaja käyttää heidän omia, röntgensäteitä vaimentavia aineita sisältäviä materiaalsekoituksia tehdäkseen lyijyn suojaustasoon verrattavissa olevia ulkoisia sädesuojia (Australian Government 2011; Universal Medical 2011; Jaquith 2014). Yhdistelmäateriaaleista valmistetut ulkoiset sädesuojat ovat kevyitä ja ne vastaavat lyijyekvivalenttiarvoltaan perinteisiä lyijysuojia (Jaquith 2014).

Viime vuosien aikana ulkoisten sädesuojien valmistajat ovat kehittäneet myös täysin lyijyttömiä ulkoisia sädesuojia (Papadopoulos ym. 2009; Universal Medical 2011). Lyijyttömät sädesuojat on tehty suuren atomiluvun omaavista raskasmetalleista, kuten tinasta, antimoniasta, wolframista tai vismutista (Papadopoulos ym. 2009; Australian Government 2011; Jaquith 2014). Lyijyttömien materiaalien suojaustehoa kuvataan luokittelemalla ne lyijyekvivalenttiarvojen mukaan. Tarvittaessa suojausmateriaalia kerrostetaan, jotta vaadittu lyijyekvivalenttiarvo saavutetaan. (Papadopoulos ym. 2009.) Lyijyttömät suojat ovat 20–25 % kevyempiä kuin perinteiset lyijysuojat. Markkinoilla olevat lyijyttömät suojat ovat myös ympäristöystävällisiä. Toisin kuin perinteisiä lyijysuojia, lyijyttö-

miä suoja ei tarvitse kierrättää kun niitä ei enää käytetä. Lyijyttömät suojat voidaan hävittää normaalin jätteen mukana. Lyijyttömät suojat ovat kuitenkin hieman kalliimpia kuin perinteiset lyijysuojat. (Universal Medical 2011.)

Kanadassa tehdyssä tutkimuksessa tutkittiin erilaisten lyijypohjaisten ja lyijyttömien suojausmateriaalien ionisoivan säteilyn vaimentamisominaisuutta. Tutkimuksessa selvitettiin säteilyn vaimenemisen, materiaalien ominaisuuksien, lasketun energiaspektrin ja an-nosekvivalenttien keskinäistä riippuvuutta. Tutkimuksessa käytettiin röntgen- ja gam-masäteilyä, joiden energiataso oli 39–205 kV. Vertailtaessa erilaisia suojamateriaaleja tutkimuksessa tehtiin ilmakermamittauksia. Suojamateriaaleja olivat puhdas lyijy, kaksi lyijypohjaista materiaalia, lyijy-tina-yhdistelmä-materiaali, sekä kolme lyijytöntä materiaalia. (McCaffrey, Shen, Downton & Mainegra-Hing 2007, 530–531, 536.) McCaffrey:n ym. (2007) tutkimuksessa tutkituilla suojausmateriaaleilla, jotka sisälsivät lyijyn atomilukua matalamman atomiluvun omaavia aineita, saatiin useimmissa tapauksissa yhtä hyvä tai jopa parempi säteilyn vaimentuminen massayksikköä kohti kuin lyijysuojilla.

Papadopoulos ym. (2009) vertasivat tutkimuksessaan perinteisen lyijysuojan ja lyijyttömien ulkoisten sädesuojien ionisoivan säteilyn vaimentamiskykyä. Tutkimuksessa tutkittiin neljää lyijytöntä ulkoista sädesuojaa ja yhtä perinteistä lyijysuojaa, joiden lyijyekvivalenttiarvot olivat 0,25 mmPb ja 0,5mmPb. Käytetyt kuvausarvot olivat 60–120 kV ja 32 mAs. Kuvausjännitteen ollessa 60 kV säteilyn vaimentamisprosentti neljällä lyijyttömällä ulkoisella sädesuojalla oli yli 99 %, yhdellä lyijyttömällä ulkoisella sädesuojalla yli 95 % ja perinteisellä lyijysuojalla 100 %. Tutkituista lyijyttömistä ulkoisista sädesuojista neljä viidestä pääsi alle 1,7 % päähän perinteisen lyijysuojan säteilyn vaimentamisprosentista kaikilla tutkimuksessa käytetyillä kuvausjännitteillä. Yksi lyijytön ulkoinen sädesuoja suojasi selvästi muita heikommin säteilyltä. Perinteisen lyijysuojan keskimääräinen säteilyn vaimentamisprosentti oli 98,4 % ja lyijyttömällä sädesuojilla se vaihteli välillä 87,2–97,8 %. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että tässä tutkimuksessa käytetyillä lyijyttömällä ulkoisilla sädesuojilla ei saavutettu täysin samaa säteilyn vaimentamisprosenttia kuin perinteisellä lyijysuojalla. (Papadopoulos ym. 2009.)

Ulkoisten sädesuojien kunnon tarkkailu kuuluu röntgenlaitteiden käytön aikaiseen laadunvalvontaan. Ulkoisten sädesuojien laadunvalvontatestit tulee suorittaa vähintään yhden vuoden välein. (Järvinen ym. 2008, 13, 18; STUK 2014a, 16.) Ulkoisten sädesuojien

kuntoa tarkastellaan silmämääräisesti, käsin tunnustelemalla sekä tarvittaessa läpivalaisemalla (STUK 2004, 53; Järvinen ym. 2008, 20). Sädesuojien tulee olla ehyitä sekä toimintakuntoisia (Järvinen ym. 2008, 20). Ulkoisissa sädesuojissa havaitut murtumat sekä reiät tulee merkitä ja niistä tulee pitää kirjaa (Australian Government 2011). Mikäli ulkoisessa sädesuojassa on suurempi kuin 15 mm² kokoinen kuluma, on suositeltavaa poistaa se käytöstä (Lambert & McKeon 2001, 69; Australian Government 2011). Kilpirauhassuoja tulee poistaa käytöstä, mikäli siinä on suurempi kuin 11 mm² kokoinen kuluma (Lambert & McKeon 2001, 69).

3.2 Ulkoisten sädesuojien käyttö natiiviröntgentutkimuksissa

Ulkoisten sädesuojien käyttö on tärkeä osa säteilysuojelua (Furrow 2011, 432). Natiiviröntgentutkimuksissa ulkoisten sädesuojien käyttö ja siitä saatava vähäinenkin annossäästö on perusteltua tilanteissa, joissa se voidaan saavuttaa vaivatta ja tutkimusta haittaamatta (STUK 2009a). Mahdollinen säteilyaltistus säteilyherkkiin elimiin tai kudoksiin vaatii suojaavan sädesuojan käyttöä vähentämään säteilyannosta, joka voisi muuten aiheuttaa biologista vauriota (Statkiewicz Sherer ym. 2011, 247–248). Yksinkertaisesti suojaaminen tarkoittaa sitä, että säteilylähteen ja suojattavan alueen välillä on jotakin, joka absorboi säteilyn (Jaquith 2013).

Röntgentutkimuslaitteissa on tarkasti säädetyt, tehokkaat kaihtimet, minkä takia aikuisilla potilailla on harvoin tarpeen peittää sädekeilan ulkopuolisia alueita erillisillä ulkoisilla sädesuojilla. Ulkoisista sädesuojista voi kuitenkin olla hyötyä, kun halutaan suojata sädekeilan lähellä olevia, säteilylle herkkiä elimiä tai raskaana olevan potilaan sikiötä. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 151.) Kun rinnat, gonadit tai kilpirauhanen ovat 5 cm:n etäisyydellä tai lähempänä primäärisädekeilaa, pitää ne suojata aina kun se on mahdollista ilman, että suojaaminen heikentää tutkimuksen diagnostista tietoa (Dauer, Casciotta & Rothenberg 2007). Yli viiden senttimetrin etäisyydellä sädekeilan reunan ulkopuolella olevien kudosten ja elimien suojaaminen ulkoisella sädesuojalla ei vähennä merkittävästi potilaan säteilyaltistusta natiiviröntgentutkimuksissa (STUK 2009b). Dauerin, Casciottan & Rothenbergin (2007) mukaan ulkoinen sädesuoja kauempana kuin 4 cm:n etäisyydellä sädekeilan reunasta on todennäköisesti jo tehoton.

Ulkoisilla sädesuojilla vähennetään pääasiassa sironneen säteilyn aiheuttamaa säteilyaltistusta. Niiden käyttö on hyödyllistä, kun sen avulla voidaan vähentää sironnutta säteilyä tutkittavan alueen ulkopuolella oleviin elimiin. (Tapiovaara ym. 2004, 151; Järvinen 2005, 42; Henner 2013.) Elinten tai kudosten suojaaminen ulkoisilla sädesuojilla on kuitenkin rajallista, koska kehon sisällä säteilyn sironnasta ei voi rajoittaa (Dauer, Casciotta & Rothenberg 2007; STUK 2009b). Rinnat, kilpirauhanen ja gonadit pitää suojata primäärisädekeilalta aina kun mahdollista, etenkin kun potilas on nuori (Dauer, Casciotta & Rothenberg 2007; Furlow 2011, 433; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 247–248). Ulkoisia sädesuojia käyttämällä voidaan suojata valittuja kehonosia ionisoivalta säteilyltä (Dauer, Casciotta & Rothenberg 2007; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 247–248).

Toisinaan potilaat voivat huolestua, mikäli ulkoista sädesuojaa ei käytetä. Tutkimuksista saadun tiedon perusteella röntgenhoitaja tietää, ettei niskan, kallon ja raajojen ääriosien tutkimuksissa tarvita ulkoista sädesuojaa gonadeille, ja voi selittää sen potilaalle. Jos potilas ilmaisee olevansa huolissaan, on kuitenkin järkevää käyttää hetki aikaa ulkoisen sädesuojan asettamiseksi, vaikka vain hyvän tavan vuoksi. (Carroll 2011, 828.) Ulkoisen sädesuojan käyttö voi olla psykologisista syistä hyödyllistä silloinkin, kun suojauksella ei tosiasiallisesti ole käytännön vaikutusta (Tapiovaara ym. 2004, 151).

Joissain tapauksissa ulkoisten sädesuojien käyttäminen ei ole tarkoituksenmukaista (Dauer, Casciotta & Rothenberg 2007). Jos ulkoista sädesuojaa ei ole aseteltu oikein, voi se peittää anatomisia rakenteita alleen (Tapiovaara ym. 2004, 151; STUK 2005, 5; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 249). Anatomisen tiedon puute kuvassa voi johtaa uusintakuvaukseen (Nicholas & Jeffery 2006; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 249). Huonosti toteutetulla ulkoisten sädesuojien käytöllä voi olla haitallisia vaikutuksia myös kuvanlaatuun (Dauer, Casciotta & Rothenberg 2007). Käsiarvoja käytettäessä voidaan ulkoisia sädesuojia käyttää myös primäärisädekeilan alueella suojaamassa säteilyherkkiä elimiä, kun taas valotusautomaattia käytettäessä primäärisädekeilassa oleva suoja saattaa aiheuttaa ongelmia kuvanmuodostuksessa (Henner 2013). Valotusautomaattia käytettäessä ulkoinen sädesuoja voi myös aiheuttaa tarpeettoman suuren säteilyannoksen potilaalle, mikäli suoja osuu ionisaatiokammion kohdalle (Tapiovaara ym. 2004, 151; Henner 2013).

3.2.1 Kilpirauhasen suojaaminen

Kilpirauhanen sijaitsee välittömästi ihon alla ja se altistuu ionisoivalle säteilylle erityisesti vartalon, kaulan ja pään alueen natiiviröntgentutkimuksissa (STUK 2005, 5). Kilpirauhanen on säteilyherkkä elin ja se tulee suojata ionisoivalta säteilyltä asianmukaisesti. Kilpirauhassuojia on saatavilla sekä lyijyä sisältäviä että lyijyttömiä kaulureita. Tavallisesti kaulurin lyijyekvivalenttisarvo on standardin mukainen 0,5 mmPb. (Faye 2013.)

Lyijytettyjen, ulkoisten sädesuojien käyttö kilpirauhasta ympäröivien kohteiden natiiviröntgentutkimuksissa voi pienentää kilpirauhaselle aiheutuvaa annosta noin 30 % (STUK 2005, 5). Käyttämällä lyijytettyä, kaulurinmuotoista kilpirauhassuojaa voidaan hammaskuvauksessa kilpirauhasen saama säteilyannos pienentää puoleen (Tapiovaara ym. 2004, 151). Pään ja ylävartalon alueen natiiviröntgentutkimuksissa PA-projektio on erittäin tehokas tapa pienentää potilaan kilpirauhasen saamaa säteilyannosta (Henner 2013).

3.2.2 Rintarauhasen suojaaminen

Rintarauhasen herkkyys ionisoivan säteilyn haittavaikutuksille vaihtelee yksilön iän mukaan. Rintarauhanen on herkimmillään voimakkaimman kasvun ja kehityksen aikana eli noin kahdeksasta ikävuodesta eteenpäin. Fertiili-ikä aikana naisen rinta on yksi säteilylle herkimmistä kudoksista ihmiskehossa. (Radiation Health Unit 2012.) Rintarauhasesta suojataan ionisoivalta säteilyltä natiiviröntgentutkimuksissa säteilysuunnan valinnalla sekä ulkoisilla sädesuojilla (STUK 2005, 5). Ulkoisia sädesuojia käytetään rintojen suojaamiseksi ympäröivien kohteiden, kuten pään, kaulan ja vatsan alueen natiiviröntgentutkimuksissa, jos suojan käyttö ei haittaa tutkimusta (STUK 2005, 5; STUK 2009b). Usein osa rintarauhasesta pystytään myös rajaamaan primäärisädekeilan ulkopuolelle (STUK 2009b).

Pään ja ylävartalon alueen natiiviröntgentutkimuksissa PA-projektio on erittäin tehokas tapa pienentää potilaan rintarauhaselle aiheutuvaa säteilyaltistusta (Henner 2013). Rintarauhaselle tutkimuksesta aiheutuvaa säteilyannosta voidaan vähentää jopa 80 % kuvaamalla vartalon alueen natiiviröntgentutkimus PA-suunnasta, verrattuna AP-suunnan ku-

vauksesta aiheutuvaan säteilyannokseen (STUK 2005, 4). Keuhkojen natiiviröntgentutkimuksessa PA-projektiossa rintarauhasten saama säteilyaltistus vähenee potilaan paksuudesta riippuen kolmasosasta kymmenesosaan verrattuna AP-projektioista aiheutuvaan säteilyaltistukseen (STUK 2009b).

Vuonna 2013 Mekis, Zontar ja Skrk tekivät tutkimuksen, jonka tarkoituksena oli selvittää perinteisen lyijysuojan vaikutusta naisten rintarauhasten annoksiin lannerangan natiiviröntgentutkimuksessa. Rintojen pinta-annos (ESD) mitattiin termoloistedosimetrin avulla. Tutkimus toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa mitattiin rintojen säteilyannosta ilman ulkoista sädesuojaa sekä sen kanssa kahdessa lannerangan natiiviröntgentutkimuksen projektiossa käyttämällä fantomia. Toisessa vaiheessa rintojen säteilyannosmittaukset suoritettiin sadalle naiselle, jotka sattuman varaisesti jaettiin kahden viidenkymmenen henkilön ryhmään. Rinnat suojattiin toisen ryhmän potilailta. Sekä AP- että lateraaliprojektioissa rintarauhasten säteilyannos laski noin 80 %, kun käytettiin ulkoista sädesuojaa, jonka lyijyekvivalenttiarvo oli 0,5 mmPb. Ulkoisen sädesuojan käyttö ei vaikuttanut kuvanlaatuun. (Mekis, Zontar & Skrk 2013, 26–31.)

3.2.3 Gonadien suojaaminen

Ulkoiset sädesuojat, jotka estävät tarpeettoman säteilyn pääsyn sukuelimiin, ovat tarpeellisia kun potilas on sukukypsässä iässä tai nuorempi. Yleisesti ottaen tämä koskee suurinta osaa alle 55-vuotiaista potilaista. (Ehrlich & Daly 2009, 36.) Ulkoisten sädesuojien käyttö on suositeltavaa silloin, kun gonadit ovat primäärisädekeilassa tai aina kun ne ovat 5 cm:n etäisyydellä asianmukaisesti rajatun säteilykentän reunasta (Ehrlich & Daly 2009, 36; Carroll 2011, 828; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 248–249). Nicholaksen ja Jefferyn (2006) mukaan gonadit tulee suojata, mikäli ne ovat 10 senttimetrin etäisyydellä hyvin rajatusta sädekeilasta. Gonadit suojataan, mikäli se ei vaaranna tutkimuksen diagnostista arvoa (Tapiovaara ym 2004, 151; Ehrlich & Daly 2009, 36; Carroll 2011, 828; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 248–249).

Sekä naisten että miesten sukuelimille aiheutunutta säteilyaltistusta voidaan hyvin pienentää käyttämällä tarkoituksenmukaista suojausta (Statkiewicz Sherer ym. 2011, 248–249). Gonadisuojien tulee olla lyijyekvivalenttiarvoltaan vähintään 0,5 mmPb (Ehrlich & Daly 2009, 36; Furlow 2011, 434). Miesten tai naisten gonadeja ei voida juurikaan suojata

sironneelta säteilyltä, jota syntyy vatsasta vartalon tutkimuksissa. Gonadisuojalla voidaan kuitenkin vähentää sironnutta säteilyä muista läheisistä osista ja varmistaa, että gonadit rajautuvat sädekentän ulkopuolelle. (Carroll 2011, 828.) Asianmukainen sädekeilan rajaus niin, että se sisältää vain anatomisen mielenkiintoalueen, on tärkein asia gonadien suojaamisessa (Nicholas & Jeffery 2006; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 248–249).

Sädekeilassa olevia kiveksiä voidaan suojata tehokkaasti säteilyltä kaikissa natiiviröntgentutkimuksissa tähän tarkoitukseen suunnitelluilla suojilla. Annossäästö voi olla tällöin jopa 95 %, kun käytetään ulkoista sädesuojaa, jonka lyijyekvivalenttiarvo on 1 mmPb. (STUK 2005, 5; Fawcett & Barter 2009, 367; STUK 2009c; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 248–249.) Kivessuojat voivat olla kuppimaiset ja toiselta puolelta avonaiset tai kivesten ympärille sulkeutuvat. Kivesten ympärille sulkeutuvat suojat ovat huomattavan tehokkaita. Sulkeutuva suoja suojaa kiveksiä myös sironneelta säteilyltä. Sulkeutuvan suojan käyttö voi kuitenkin olla hankalaa etenkin pienille pojille. Kuppimaiset kivessuojat, jotka ovat toiselta puolelta avonaiset, suojaavat hyvin primäärisäteilyltä, mutta eivät sironneelta säteilyltä. (Tapiovaara ym. 2004, 151.)

Vuonna 2010 Mekis, Mc Entee sekä Stegnar tekivät tutkimuksen, jossa mitattiin kivesten annosta SI-nivelten natiiviröntgentutkimuksen AP- ja PA-projektioissa kivessuojan kanssa sekä ilman. Tutkimuksessa käytettiin fantomia. PA-projektiossa annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) oli 12,6 % matalampi kuin AP-projektiossa eikä kuvaussuunnalla ollut merkittävää vaikutusta kuvanlaatuun. Kivesten saama säteilyannos oli PA-projektiossa 93,1 % matalampi kuin AP-projektiossa, kun suoja ei käytetty. Kivesten saama säteilyannos oli PA-projektiossa 94,9 % matalampi kuin AP-projektiossa, kun suoja käytettiin. Tulokset osoittivat, että kivessuojan käyttö AP-projektiossa ei juurikaan vähennä kivesten säteilyannosta, mutta PA-projektiossa suojaaminen laskee säteilyannosta. SI-nivelten natiiviröntgentutkimuksissa PA-projektioista aiheutuu kiveksille huomattavasti pienempi säteilyannos kuin AP-projektioista ilman merkittävää vaikutusta kuvanlaatuun. (Mekis, Mc Entee & Stegnar 2010.)

Munasarjat sijaitsevat lähes keskellä lantion poikkileikkausta, kohdun lateraalipuolella ja ne altistuvat natiiviröntgentutkimuksissa erityisesti sisäiselle sironnalle. Lantion alueen natiiviröntgentutkimuksissa munasarjojen suojaaminen primäärkentän rajauksella on ongelmallista. (STUK 2005, 5.) Munasarjojen suojaaminen ulkoisella sädesuojalla on suositeltavaa, mutta se on usein käytännössä haasteellista, sillä munasarjojen sijaintia ei

yleensä tarkasti tiedetä (Tapiovaara ym. 2004, 151; Nicholas & Jeffery 2006). Potilaan ulkoisia anatomisia maamerkkejä voidaan käyttää asettelun apuna suojatessa munasarjoja. Munasarjojen suojaamiseksi ulkoinen sädesuoja tulisi asetella noin 2,5 cm:iä mediaalisesti kummastakin suoliluun harjasta. (Statkiewicz Sherer ym. 2011, 249.) Asettamalla naisen sukuelinten päälle ulkoinen sädesuoja, jonka lyijyekvivalenttiarvo on 1 mmPb, voidaan vähentää niille aiheutuvaa säteilyannosta noin 50 % (Tapiovaara ym. 2004, 151; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 248–249).

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa mitattiin pinta-annosta (ESD) munasarjojen sijainnin kohdalta keuhkojen natiiviröntgentutkimuksessa. Munasarjojen tasolta mitatuissa pinta-annoksissa ei ollut eroavaisuuksia, riippumatta siitä, oliko potilaalla käytetty ulkoista sädesuojaa vai ei. Saatujen tulosten perusteella oli pääteltävissä, että ulkoisesta sädesuojasta saatu hyöty on olematon keuhkojen natiiviröntgentutkimuksessa silloin, kun sädekeilan reuna on rajattu potilaan vyötäröön. (Njeh, Wade & Goldstone 1997, 143–147.)

Munasarjojen suojaamiseen ulkoista sädesuojaa paremmin soveltuu rajauskaihtimeen kiinnitettävä tiimalasimainen suoja, joka on yhtä tehokas kuin ulkoiset sädesuojat. Tiimalasimaista suojaa saadaan säädettyä valokentän avulla ja suoja saadaan asetettua ulkoista sädesuojaa tarkemmin paikoilleen. Tiimalasimainen suoja ei myöskään pääse liikkumaan paikaltaan, kuten ulkoinen sädesuoja. (STUK 2005,5; Fawcett & Barter 2009, 369; Henner 2013.) Kun rajauskaihtimeen kiinnitettävä suoja asetetaan optimaaliseen kohtaan, voidaan pienentää munasarjoille aiheutuvaa säteilyannosta 50 % (Henner 2013).

3.3 Ulkoisten sädesuojien hygieenisuus

Englannissa vuonna 2009 tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin, onko ulkoisten sädesuojien pinnoilla bakteereja tai muita mikro-organismeja. Tutkimuksessa otettiin pyyhkäisynäytteet viidestätoista (15) ulkoisesta sädesuojasta, joita käytettiin eri puolilla radiologian yksikköä. Jokaisesta suojasta otettiin pyyhkäisynäyte ennen ja jälkeen suojan puhdistuksen. Suosituksen mukaan suojat puhdistettiin puhdistusaineella ja vedellä. Tämän jälkeen verrattiin mikro-organismien määrää ennen ja jälkeen puhdistuksen. Kaikista suojista löytyi mikro-organismeja: Stafylokokki-, Bacillus- ja Corenebacterium diphtheriae -bakteereja sekä joitain sieni-itiöitä. MRSA-bakteeria ei löytynyt tutkituista ulkoisista sädesuojista.

Tulokset osoittivat, ettei ulkoisia sädesuojia oltu puhdistettu riittävästi. Jotta kontaminaatio-riskit pidettäisiin mahdollisimman vähäisenä, tulee ulkoiset sädesuojat puhdistaa puhdistusaineella ja vedellä säännöllisesti. (Boyle & Strudwick 2010, 297–303.)

Ahlfors ja Kilpeläinen (2014) ovat tehneet opinnäytetyön sädesuojien mikrobikasvustoista. Opinnäytetyön tehtävänä oli ottaa mikrobiologisia näytteitä Tampereen yliopistolaisen sairaalan röntgenosaston kahdeksasta (8) ulkoisesta sädesuojasta ja tehdä selvitys löytyneistä mikrobeista. Opinnäytetyön tulokset tukivat Boylen ja Strudwickin (2010) saamia tuloksia: yksikään testattu sädesuoja ei ollut bakteeriviljelyn perusteella mikrobiologisesti puhdas. MRSA-bakteeria ei tunnistettu kyseisistä ulkoisista sädesuojista. Opinnäytetyön tulokset osoittivat, että eniten mikrobikasvua oli kilpirauhassuojissa. (Ahlfors & Kilpeläinen 2014, 28, 31.)

4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on, että Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos voi yhtenäistää röntgenhoitajien toimintatapoja ulkoisten sädesuojien käytössä fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa. Tarkoituksena on opinnäytetyönä laatia kirjallinen ohje Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitokselle ulkoisten sädesuojien käytöstä fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa. Opinnäytetyön tehtävänä on selvittää:

1. Millaiset ovat tarkoituksenmukaiset ulkoiset sädesuojaukset käytännöt fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa?

5 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN PROSESSI

5.1 Toiminnallisen opinnäytetyön menetelmä

Toiminnallinen opinnäytetyö sisältää toiminnallisen osuuden sekä opinnäytetyöraportin (Vilkkä & Airaksinen 2003, 65). Toiminnallisessa opinnäytetyössä yhdistyvät toiminnallisuus, teoreettisuus, tutkimuksellisuus sekä raportointi (Vilkkä 2010). Toiminnallisen osuuden tulee pohjautua teoriaan ja toiminnallisen opinnäytetyöraportin tulee aina sisältää teoreettinen viitekehys. Toiminnallinen osuus voi olla esimerkiksi ohje tai opastus, tapahtuma, portfolio tai kotisivut. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9, 65.) Tässä opinnäytetyössä toiminnallinen osuus on kirjallinen ohje ulkoisten sädesuojien käytöstä fertiiliikäisillä potilailla natiiviröntgentutkimuksissa.

Toiminnallista tuotosta voidaan perustellusti täsmentää, rajata sekä kehittää tutkimustiedon avulla. Näin toiminnallinen osuus tuotetaan olemassa olevaan teoreettiseen tietoon perustuen. Toiminnallisessa opinnäytetyössä on olennaista aineiston laatu, jonka avulla voidaan perustella vakuuttavasti tuotoksen sisältöä. (Vilkkä 2010.) Tämän opinnäytetyön tuotos perustuu teoreettiseen viitekehykseen ja siinä esitettyihin tutkimustuloksiin. Teoreettista viitekehystä kirjoitettaessa on käytetty kotimaisten lähteiden lisäksi useita kansainvälisiä lähteitä. Opinnäytetyön raportissa pyrittiin esittämään mahdollisimman paljon tutkimuksellista tietoa sekä käyttämään laadukasta ja luotettavaa lähdeaineistoa.

5.2 Tuotoksen suunnittelu, toteutus ja arviointi

Tämän opinnäytetyön tuotos on kirjallinen ohje ulkoisten sädesuojien käytöstä fertiiliikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa. Tuotoksen suunnittelu aloitettiin selvittämällä jokaisesta tutkimuskohteesta lähellä olevat säteilyherkät elimet, jotka tulisi tutkimustiedon perusteella suojata. Teoriasta saadun tiedon mukaan rinnat ja kilpirauhanen tulee suojata, kun ne ovat 5 cm etäisyydellä hyvin rajatusta sädekeilasta (Dauer, Casciotta & Rothenberg 2007; STUK 2009b). Gonadit tulee suojata, kun ne ovat 10 cm etäisyydellä hyvin rajatusta sädekeilasta (Nicholas & Jeffery 2006). Sellaiset tutkimuskohteet, joissa rinnat tai kilpirauhanen ovat yli 5 cm:n etäisyydellä tai gonadit yli 10 cm:n etäisyy-

dellä, on jätetty tuotoksesta pois. Tuotos sisältää rintojen, kilpirauhasen ja gonadien suojaamiseen käytettävien ulkoisten sädesuojien suositellut lyijykvivalenttiarvot sekä suojaamisella saavutettava annossäästö prosenttiyksikköinä.

Tämän opinnäytetyön tuotos on A4-kokoinen ja se tehtiin Microsoft Word-ohjelmaa käyttäen. Tuotos tehtiin Word-tekstitiedostoon, joka saatiin yhteistyötaholta. Tekstitiedosto sisältää Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen tunnuksen sekä yhteystiedot. Tuotokseen lisättiin myös Tampereen ammattikorkeakoulun tunnus sekä viittaus opinnäytetyöhön ja sen tekijöihin. Ennen ulkoasun tuottamista lopulliseen muotoon, etsittiin tietoa kirjallisuudesta tuotoksen ulkoasuun liittyvien valintojen tueksi.

Typografialla tarkoitetaan graafista ulkoasua, jonka avulla saadaan lukija kiinnostumaan julkaisusta tai sen osasta (Loiri & Juholin 2006, 32, 34). Luetelmassa jokaisen kohdan alussa on ajatusviiva, luettelmapallo, numero tai jokin muu graafinen merkki. Yleisimmin käytetään ajatusviivaa eli ranskalaista viivaa. Havainnollisuuden lisäämiseksi luotelmissa voi käyttää myös sisennystä. Luotelman kohtien tulisi olla saman tasoisia: jos yksikin kohta on virke, tulee muidenkin kohtien olla virkkeitä. (Kielitoimiston ohjepankki 2015.) Tuotoksessa on luotelmana esitetty tutkimuskohtaisesti teorian perusteella fertiili-ikäiseltä potilaalta suojattava säteilyherkkä elin tai elimet natiiviröntgentutkimuksissa. Tuotoksessa on käytetty sisennystä sekä jokaisen kohdan edessä ajatusviivaa luettavuuden parantamiseksi. Tutkimuskohteet on lueteltu aakkosjärjestyksessä, jotta sisällön järjestys olisi mahdollisimman looginen.

Typografia on onnistunut, kun tekstiä on miellyttävä ja helppo lukea. Kirjasintyyppin valitseminen on yksi tärkeimmistä asioista. (Loiri & Juholin 2006, 32, 34.) Uusgrotteskeihin kuuluva Helvetica on yksi maailman yleisimmistä kirjasintyypeistä. Helveticassa paksuusvaihtelu on vähäinen ja kirjainten x-korkeus on suuri, mikä tekee siitä massiivista ja selkeää. Helvetica on parhaimmillaan esimerkiksi ohjekirjoissa ja hinnastoissa. Helvetican yleisvaikutelma on rauhallinen ja asiallinen. (Itkonen 2007, 51, 53, 72.) Tämän opinnäytetyön tuotoksessa on käytetty kirjasintyyppinä Helveticaa sen yleisyyden, selkeyden ja hyvän luettavuuden vuoksi.

Suosittelava kirjainkoko leipätekstiin on 9–12 pistettä. Tätä pienemmät kirjainkoot ovat usein vaikealukuisia ja suurempia kirjainkokoja käytetään otsikoissa. Pienaakkoset ovat

suuraakkosia helpommin ja nopeammin luettavissa. Suuraakkosia tulee käyttää vain hyvin lyhyissä otsikoissa. (Itkonen 2007, 70, 83, 96.) Tuotoksen otsikossa on käytetty kirjainkokoja 20 ja muussa tekstissä kirjainkokoja 12. Tuotoksessa lyhyet otsikot on kirjoitettu suuraakkosin, jotta ohjetta käytettäessä tarvittava tutkimuskohde löytyisi nopeasti. Muissa luetelman kohdissa on käytetty pienaakkosia helpon ja nopean luettavuuden saavuttamiseksi.

Typografinen kontrasti luo vaihtelua, jonka avulla vastaanottajan mielenkiinto säilyy. Esimerkkejä typografian kontrasteista ovat koko- sekä muotokonstrasti. Kokokonstrastilla tarkoitetaan kirjainkoon vaihtelua. (Itkonen 2007, 77.) Muotokonstrastilla tarkoitetaan kahden toisistaan selvästi poikkeavan kirjaintyyppin käyttöä samalla sivulla tai samassa tekstikokonaisuudessa (Loiri 2004, 100; Itkonen 2007, 77). Tuotoksen otsikko sekä muu teksti ovat kirjainkooltaan erilaisia, sillä opinnäytetyön tekijät kokivat kokokonstrastin lisäävän tuotoksen selkeyttä ja helppolukuisuutta. Tuotoksessa on käytetty muotokonstrastia, jotta typografiaan saadaan vaihtelua ja lukijan mielenkiinto säilyy. Muotokonstrastia on saatu käyttämällä kursiivia ja lihavoitinta.

Tuotos sisältää rintojen, kilpirauhasen ja gonadien suojaamiseen käytettävien ulkoisten sädesuojien suositellut lyijyekvivalenttiarvot sekä suojaamisella saavutettava annossäästö prosenttiyksikköinä. Tuotoksessa esitetyt lyijyekvivalenttiarvot tuovat lisätietoa ulkoisten sädesuojien vaatimuksista tehokkaan suojaamisen saavuttamiseksi. Opinnäytetyön tekijät kokivat, että ulkoisten sädesuojien käytöllä saavutettavien annossäästöjen esittäminen prosenttiyksikköinä konkretisoisi ulkoisen sädesuojan käytön vaikutuksen. Opinnäytetyön tekijät eivät ole löytäneet aikaisempia ohjeita, jotka sisältäisivät ulkoisille sädesuojille suositeltuja lyijyekvivalenttiarvoja tai niillä saavutettavaa annossäästöä. Tämän vuoksi opinnäytetyön tekijät kokevat tuotoksen erottuvan joukosta informatiivisuudellaan.

Työelämäohjaajat antoivat tuotoksesta palautetta ennen opinnäytetyön palauttamista. Heidän mielestään tuotos oli tarkoituksenmukainen, helppolukuinen ja palveli heidän tarpeitaan. Tuotoksen hyödyllisyyttä on kuitenkin vaikea vielä tässä vaiheessa arvioida. Opinnäytetyön tekijät toivovat, että he tulevat saamaan palautetta tuotoksen hyödyllisyydestä ohjeen oltua Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen käytössä.

6 POHDINTA

6.1 Opinnäytetyöprosessin arviointi

Opinnäytetyöprosessi alkoi yhteistyötahon edustajan pitämällä aiheseminaarilla keväällä 2014. Aiheseminaarissa nousi esiin opinnäytetyön tekijöitä erityisesti kiinnostanut aihe, joka valittiin tämän opinnäytetyön aiheeksi. Kyseinen aihe oli noussut esiin yhteistyötahon kliinisessä auditoinnissa. Opinnäytetyön aiheen valikoitumiseen vaikutti myös opinnäytetyön tekijöiden mielenkiinto ulkoisten sädesuojien käyttöä kohtaan. Ensimmäiset yhteistyöpalaverit pidettiin toukokuussa 2014. Yhteistyöpalavereissa nimettiin työelämäohjaajat sekä tarkennettiin aihetta.

Syksyn 2014 aikana opinnäytetyösuunnitelmaa työstettiin ja se toimi toimintasuunnitelmana opinnäytetyöprosessille. Toimintasuunnitelman tarkoituksena on kartoittaa lähtötilanne: selvittää aikaisemmat aiheeseen liittyvät tutkimukset, aiheeseen liittyvä lähdekirjallisuus sekä määrittää opinnäytetyön tavoite. Suunnitteluvaiheessa aihe tulee myös rajata. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 26–27, 29.) Opinnäytetyön aihe rajattiin ja opinnäytetyöprosessi aikataulutettiin, jonka jälkeen aloitettiin teoreettisen viitekehysten työstäminen. Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja tehtävä määriteltiin opinnäytetyösuunnitelmaan. Aiempia opinnäytetöitä löytyi esimerkiksi Sivosen ja Välimäen (2014) sädesuojien laadunvalvonnasta sekä Löfvingin ja Tormasen (2011) röntgenhoitajien asenteista liittyen sädesuojien käyttöön. Tämän opinnäytetyön aiheesta ei löytynyt aikaisemmin tehtyjä opinnäytetöitä.

Kolmannessa yhteistyöpalaverissa, tammikuussa 2015, suunniteltiin opinnäytetyön tuotoksen sisältöä ja ulkoasua. Opinnäytetyösuunnitelma valmistui helmikuun aikana ja yhteistyösopimus tehtiin maaliskuussa 2015. Kevään 2015 aikana opinnäytetyön teoreettista viitekehystä viimeisteltiin ja sen perusteella tuotoksesta suunniteltiin ensimmäinen luonnos. Opinnäytetyöprosessin edetessä pidettiin kaksi henkilökohtaista ohjausta, jotka ohjasivat opinnäytetyön raportin sekä tuotoksen kehittymistä. Yhteistyö Pirkanmaan sairaanhoitopiiriin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen kanssa tapahtui työelämäohjaajien kautta sujuvasti. Yhteistyöpalaverien lisäksi opinnäytetyön tekijät olivat yhteyksissä työelämäohjaajiin opinnäytetyöprosessin aikana sähköpostitse.

Oman opinnäytetyön arviointi on osa oppimisprosessia. Arvioinnin kohteita voivat olla esimerkiksi teoreettinen viitekehys ja tietoperusta sekä asetettujen tavoitteiden toteutuminen. (Vilka & Airaksinen 2003, 154.) Tämän opinnäytetyön teoreettisessa viitekehysessä käytetyt lähteet ovat mahdollisimman uusia ja ajankohtaisia. Lähteinä on käytetty useita kansainvälisiä tutkimustuloksia. Teoreettinen viitekehys etenee loogisesti alkaen ionisoivan säteilyn biologisista vaikutuksista jatkuen yksityiskohtaisempaan tietoon ulkoisista sädesuojista ja niiden käytöstä natiiviröntgentutkimuksissa. Opinnäytetyöraportti on kirjoitettu käyttäen hyvää suomenkieltä ja siinä on pyritty välttämään puhekielisiä ilmaisuja.

Opinnäytetyön tavoitteena oli, että Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos voi yhtenäistää röntgenhoitajien toimintatapoja ulkoisten sädesuojien käytössä fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa. Opinnäytetyön tekijöiden mielestä tuotoksen ulkoasu ja tutkimuksiin perustuva sisältö tukevat opinnäytetyön tavoitetta. Tuotoksesta saatiin visuaalisesti selkeä ja se on helppolukuinen. Tuotos tulee olemaan helposti Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksessa natiiviröntgentutkimuksia suorittavien röntgenhoitajien saatavilla.

Opinnäytetyön tehtävänä oli selvittää, millaiset ovat tarkoituksenmukaiset ulkoiset sädesuojuskäytännöt fertiili-ikäisten potilaiden natiiviröntgentutkimuksissa. Opinnäytetyön tekijät kokivat, että opinnäytetyölle asetettuun tehtävään saatiin vastauksia. Teoreettiseen viitekehukseen on kerätty perusteltua tutkimustietoa ulkoisista sädesuojista ja niiden käytöstä natiiviröntgentutkimuksissa. Lähteinä käytetyistä tutkimuksista löytyi näyttöä ulkoisten sädesuojien käytön merkityksestä sädeherkkien elinten suojaamisessa erilaisissa natiiviröntgentutkimuksissa.

Tavallisesti opinnäytetyön tekijöiden suurin haaste on aikataulussa pysyminen. Opinnäytetyöprosessin aikatauluun tulisi suhtautua realistisesti jo suunnitteluvaiheessa. (Vilka & Airaksinen 2003, 27, 160.) Opinnäytetyöprosessiin käytettiin kokonaisuudessaan aikaa lähes puolitoista vuotta. Prosessin suunnittelu aloitettiin varhaisessa vaiheessa ja opinnäytetyöprosessi aikataulutettiin. Aikataulu oli realistinen ja opinnäytetyöprosessi eteni aikataulun mukaisesti.

6.2 Eettisyys ja luotettavuus

Hyvää tieteellistä käytäntöä noudattamalla parannetaan tutkimuksen luotettavuutta, eettisyyttä ja uskottavuutta (Kuula 2006, 34). Tutkimuseettinen neuvottelukunta (2012, 6) on antanut tutkijoille ohjeita hyvän tieteellisen käytännön saavuttamiseksi. Tutkimustyössä tulee noudattaa esimerkiksi rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta sekä tarkkuutta. Tutkimukselle tulee olla tarvittava lupa ja tutkimuksen tulee olla suunniteltu, toteutettu ja raportoitu yksityiskohtaisesti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.) Opinnäytetyön tekijät ovat pyrkineet olemaan erityisen huolellisia sekä tarkkoja kirjoittaessaan lähteisiin perustuvaa teoreettista viitekehystä ja opinnäytetyön kirjalliseen raporttiin on kuvattu yksityiskohtaisesti opinnäytetyöprosessi ja sen eteneminen. Yhteistyötahon kanssa solmittiin asianmukainen yhteistyösopimus opinnäytetyön sekä tuotteen toteuttamista varten. Yhteistyötaho sai päivitettävän Word-tekstitiedoston käyttöönsä. Opinnäytetyön tekijöillä on tekijänoikeudet tuotokseen.

Lähdeaineistoa voidaan arvioida sen tunnettavuuden, iän, laadun sekä sen kirjoittajan auktoriteetin perusteella. Suositeltavaa on käyttää alkuperäisiä eli ensisijaisia lähteitä. Toissijaiset lähteet ovat ensisijaisen tiedon tulkintaa, mikä lisää tiedon muuntumisen riskiä. (Vilka & Airaksinen 2003, 72–73.) Lähdeaineistona on käytetty mahdollisimman uutta tutkimustietoa. Opinnäytetyöntekijät ovat kiinnittäneet huomiota lähteiden laatuun ja uskottavuuteen: lähteet ovat peräisin esimerkiksi alan tunnetuista lehdistä sekä muista julkaisuista. Toissijaisten lähteiden käyttöä on pyritty välttämään. Kotimaisten lähteiden lisäksi opinnäytetyössä on käytetty useita kansainvälisiä lähteitä. Opinnäytetyön tekijät eivät löytäneet kotimaisia tutkimustuloksia ulkoisten sädesuojien käytöstä natiiviröntgen-tutkimuksissa.

Referoitaessa vieraskielisiä lähteitä, on mahdollista, että tekstiin siirtyy vieraskielisiä lause- tai virkerakenteita (Vilka & Airaksinen 2003, 107). Tässä opinnäytetyössä käytetyt vieraskieliset lähteet ovat englanninkielisiä. Opinnäytetyön tekijät käänsivät englanninkieliset lähteet suomenkielisiksi yhdessä varmistaakseen käännösten oikeellisuuden. On kuitenkin mahdollista, että opinnäytetyön tekijät ovat tulkinneet englanninkielistä aineistoa virheellisesti. Opinnäytetyö on pyritty kirjoittamaan hyvällä suomenkielellä käyttämättä englanninkielisiä lauserakenteita tai sanastoa.

Plagioinnilla tarkoitetaan toisen henkilön ajastusten, ideoiden tai tulosten esittämistä omilla nimissään. Plagiointia ovat myös esimerkiksi epäselvät sekä puutteelliset lähdeviittaukset. Tämän vuoksi erityisen tärkeää on lähdeviitteiden oikein merkitseminen. (Vilka & Airaksinen 2003, 78.) Tässä opinnäytetyössä käytetyt lähteet on merkitty asianmukaisesti lähdeluetteloon. Opinnäytetyöntekijöiden oma teksti on erotettavissa lähteisiin perustuvasta tekstistä ja lähdeviitteet on merkitty huolellisesti plagioinnin välttämiseksi.

6.3 Oma oppimiskokemus ja kehittämisohjeet

Opinnäytetyön tekijöillä ei ollut aikaisempaa kokemusta laaja-alaisen työn kirjoittamisesta tai kirjallisen ohjeen tuottamisesta Microsoft Word-ohjelmaa käyttäen. Opinnäytetyöprosessi koettiin kehittäväksi useilla eri osa-alueilla. Kirjallisen ohjeen tuottaminen kehitti opinnäytetyön tekijöiden osaamista Microsoft Word-ohjelman käytössä. Opinnäytetyöprosessin alkuvaiheessa luotettavien lähteiden löytäminen koettiin haasteelliseksi. Opinnäytetyön tekijät kuitenkin kehittivät prosessin aikana tiedonhakijoina sekä lähteiden luotettavuuden arvioinnissa.

Opinnäytetyön tekijät kokevat opinnäytetyöprosessin olleen hyödyllinen ammatillista kehittymistä ajatellen. Tämän opinnäytetyön teoreettisessa viitekehyksessä esitetyillä tutkimustuloksilla opinnäytetyön tekijät voivat perustella ulkoisiin sädesuojoihin liittyviä käytäntöjä työelämässä. Kansainvälisten lähteiden lukemisen myötä opinnäytetyön tekijöiden englanninkielen osaaminen on kehittynyt ja etenkin ammattisanasto karttunut. Englanninkielisen ammattisanaston kehittyminen koetaan hyödyllisenä työelämää varten, koska se edesauttaa kansainvälisten oman alan tieteellisten tekstien luetun ymmärtämistä. Tämä on tärkeää, jotta opinnäytetyön tekijät pysyvät ajan tasalla ja kehittyvät röntgenhoitajan ammatissa. Myös opinnäytetyöprosessin aikana kehittyneet yhteistyötaidot, organisaatiokyky sekä pitkäjänteisyys ovat hyödyllisiä työelämässä.

Opinnäytetyön tekijät ovat harjaantuneet tieteellisen tekstin lukemisessa opinnäytetyöprosessin aikana. Myös kriittisyys sekä omaa että luettua tekstiä kohtaan on kasvanut. Opinnäytetyön teoreettisen viitekehyksen kirjoittaminen on syventänyt opinnäytetyön tekijöiden tietoutta ulkoisten sädesuojien materiaaleista ja vaatimuksista sekä niiden käy-

töstä natiiviröntgentutkimuksissa. Opinnäytetyön tekeminen parityönä kehitti myös opinnäytetyön tekijöiden yhteistyötaitoja. Opinnäytetyöprosessi oli kokonaisuudessaan kehitettävä ja opinnäytetyön tekijät ovat tyytyväisiä opinnäytetyöhön. Kehittämissuunnitelmana esitetään kirjallisen ohjeen laatimista ulkoisten sädesuojien käytöstä kiinnipitäjille sekä lapsipotilaille.

LÄHTEET

Ahlfors, R. & Kilpeläinen, J. 2014. Sädesuojien mikrobikasvustot. Bioanalyytikan koulutusohjelma. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Australian Government. 2011. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. Aprons for Protection Against x-rays. Luettu 20.3.2015. http://www.arpana.gov.au/pubs/factsheets/028is_aprons.pdf

Boyle, H & Strudwick R.M. 2010. "Do lead rubber aprons pose an infection risk?". Radiography. 16(4). 297–303.

Carroll, Quinn B. 2011. Radiography in the Digital Age: Physics, Exposure, Radiation Biology. Charles C Thomas, Publisher, LTD.

Dauer L.T., Casciotta K.A. & Rothenberg L.N. 2007. Radiation dose reduction at a price: the effectiveness of a male gonadal shield during helical CT scans. BMC Medical Imaging. 7(1).

Ehrlich, R.A & Daly, J.A. 2009. Patient care in radiography, with an introduction to medical imaging. 7. painos. Mosby Elsevier.

2013/59/Euratom. 2013. Neuvoston direktiivi. Turvallisuutta koskevien perusnormien vahvistamisesta ionisoivasta säteilystä aiheutuville vaaroille suojelemiseksi ja direktiivien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom ja 2003/122/Euratom kumoamisesta. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2014:013:FULL&from=EN>

Fawcett, S.L. & Barter, S.J. 2009. The use of gonad shielding in paediatric hip and pelvis radiographs. Br J Radiol. 82(977). 363–370.

Faye, A. 2013. Reducing Radiation Exposure With Thyroid Shields. Universal Medical. Luettu 20.2.2015. <http://blog.universalmmedicalinc.com/reducing-radiation-exposure-with-thyroid-shields/>

Furlow, B. 2011. Radiation protection in pediatric imaging. Radiologic Technology. 82(5). 421–439.

Goodman, MD. 2010. Ionizing Radiation Effects and Their Risk to Humans. Image wisely. Radiation Safety in Adult Medical Imaging. <http://www.imagewisely.org/imaging-modalities/computed-tomography/imaging-physicians/articles/ionizing-radiation-effects-and-their-risk-to-humans>

Henner, A. yliopettaja. 2013. Säteilysuojainten käytön hyödyt ja riskit lasten natiiviröntgentutkimuksissa. Luentotiivistelmä. XXXVII Sädeturvapäivät 31.10–1.11.2013. Tampere.

Itkonen, M. 2007. Typografian käsikirja. 3. tarkistettu ja laajennettu painos. Helsinki: RPS-yhtiöt.

Jaquith, K. 2013. Shielding: One Of The Key Principles Of Radiation Protection. Universal Medical. Luettu 20.3.2015. <http://blog.universalmedicalinc.com/lead-shielding-one-key-principles-radiation-protection/>

Jaquith, K. 2014. 3 Different types of Radiation Shielding Materials. Universal Medical. Luettu 21.1.2015. <http://blog.universalmedicalinc.com/3-different-types-radiation-shielding-materials/>

Järvinen, H. 2005. ST-ohje röntgendiagnostiikan laadunvarmistuksesta. Teoksessa Järvinen, H. (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. STUK.

Järvinen, H., Karppinen, J., Komppa, T., Miettinen, A., Nieminen, K., Parviainen, T., Pirinen, M., Tenkanen-Rautakoski, P., Tapiovaara, M., Toroi, P., Kortnesniemi, M., Kuusela, K., Laarne, P., Nieminen, M., Muotio, P. & Reponen, J. 2008. Terveystuhoon röntgenlaitteiden laadunvalvontaopas. STUK.

Kielitoimiston ohjepankki. 2015. Luetelma. Kotimaisten kielten keskus. Luettu 14.5.2015. www.kielitoimistonohjepankki.fi/haku/luetelma/ohje/27

Kuula, A. 2006. Tutkimusetiikka: aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Tampere: Vastapaino.

Lambert, K. & McKeon, T. 2001. Inspection of lead aprons: criteria for rejection. Health Physic Society. 80(5). 67–69.

Loiri, P. 2004. Typo-pieni käytösopas typografian laatijalle. Tampere: Inforviestintä Oy.

Loiri, P. & Juholin, E. 2006. HUOM! Visuaalisen viestinnän käsikirja. 2. painos. Helsinki: Inforviestintä Oy.

Löfving, A. & Tormas, M. 2011. Röntgenhoitajien asenteet ja asiantuntijuus potilaiden sädesuojien käytössä. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

McCaffrey J.P, Shen, H, Downton, B & Mainegra-Hing, E. 2007. Radiation attenuation by lead and nonlead materials used in radiation shielding garments. Medical Physics. 32(2). 530–537.

Mekis, N., Mc Entee, M. & Stegnar, P. 2010. PA positioning significantly reduces testicular dose during sacroiliac joint radiography. 16(4). 333–338.

Mekis, N., Zontar, D & Skrk, D. 2013. The effect of breast shielding during lumbar spine radiography. Radiology and oncology. 47(1). 26–31.

Mustonen, R., Sjöblom, K-L., Bly, R., Havukainen, R., Ikäheimonen T-K., Kosunen, A., Markkanen, M. & Paile, W. 2009. Säteilysuojelun perussuosituksen 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103. Luettu 20.3.2015. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/a_sarja/fi_FI/stuk-a235/fi-les/81687360018055623/default/stuk-a235.pdf

- Nicholas, J. & Jeffery, P. 2006. Principles of Patient Radiation Protection & ALARA. Online Radiography Continuing Education for Radiologic X ray Technologist. Luettu 4.5.2015. <https://www.ceessentials.net/article5.html>
- Njeh, C.F., Wade, J.P. & Goldstone, K.E. 1997. The use of lead aprons in chest radiography. *Radiography*. 3(2). 143–147.
- Okunade, A.A. 2004. Numerical evaluation of lead equivalence of patient and hardware materials in medical diagnostic X-ray shielding. *Indian Journal of pure & applied physics*. 42. 629–647.
- Papadopoulos N., Papaefstathiou C., Kaplanis P.A., Menikou G., Kokona G., Kaolis D., Yiannakaras C. & Christofides S. 2009. Comparison of Lead-free and Conventional x-ray aprons for Diagnostic Radiology. 25(3). 544–546.
- Radiation Health Unit. 2012. Sensitivity of body organs to radiation. Luettu 20.3.2015. http://www.hko.gov.hk/prtver/pdf/docs/education/dbcp/rad_health/eng/r4_4.pdf
- Sivonen, E. & Välimäki, S. 2014. Sädesuojien laadunvarmistus radiologisessa yksikössä. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Statkiewicz Sherer, M.A., Visconti, P.J. & Ritenour, E.R. 2011. Radiation protection in medical radiography. 6. painos. Mosby Elsevier.
- STUK. 2004. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. Luettu 13.1.2015.
- STUK. 2005. Lasten röntgentutkimusohjeisto. Luettu 14.10.2014
- STUK. 2009a. Potilaan säteilyturvallisuus on varmistettava. Luettu 14.10.2014.
- STUK. 2009b. Potilassuojainten käyttö röntgentutkimuksissa. Luettu 14.10.2014. http://www.stuk.fi/proinfo/muuta_tietoa/julkaisuja/potilassuojaimet/fi_FI/potilassuojaimet/
- STUK. 2009c. Suurin hyöty säteilyherkkien elinten suojauksesta. Luettu 16.5.2014. http://www.stuk.fi/proinfo/muuta_tietoa/julkaisuja/potilassuojaimet/fi_FI/sateilyherkat-elimet/
- STUK. 2013a. Sanasto (A-E). Luettu 20.4.2015. http://www.stuk.fi/stuk/sanasto/fi_FI/sanasto1/
- STUK. 2013b. Terveyshaittojen ehkäiseminen säteilysuojelulla. Luettu 16.5.2014. http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/fi_FI/sateilysuojelu/
- STUK. 2014a. Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. ST 3.3. 8.12.2014.
- STUK. 2014b. Säteilysuojelun enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet. ST 7.2. 8.8.2014.
- Säteilylaki 27.3.1991/592.

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Säteilyn käyttö. Luettu 14.10.2014.

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja3/_files/12222632510021001/default/kirja3_1.pdf

Terveyskirjasto. 2015. Fertiili-ikäinen. Duodecim. Luettu 21.11.2014. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt00844

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkauseräilyjen käsittely Suomessa. Luettu 24.3.2015. www.tenk.fi

Universal Medical. 2011. Lead vs Non-Lead Radiation Protection Apparel. Luettu 17.3.2015. <http://blog.universalmedicalinc.com/lead-vs-nonlead-radiation-protection-apparel/>

UW environmental health and safety. 2006. Principles of radiation protection. Biological effects of ionizing radiation. Luettu 16.3.2015. https://www.ehs.washington.edu/rsotrain/radprotectionprinciples/biological_effects.pdf

Vilkka, H & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Gummerus.

Vilkka, H. 2010. Toiminnallinen opinnäytetyö. Luettu 29.1.2015. http://vilkka.fi/hanna/Toiminnallinen_ont.pdf

LIITE

Liite 1. Opinnäytetyön tuotos.

Opinnäytetyön tuotosta ei julkaista Theseuksessa.