



Risto Anttonen, Tanja Kakko ja Sari Simpura

HENKILÖKUNNAN SÄTEILYALTISTUS JA SÄTEILYSUOJIEN KÄYTTÖ KORONAARIANGIOGRAFIASSA

HENKILÖKUNNAN SÄTEILYALTISTUS JA SÄTEILYSUOJIEN KÄYTTÖ KORONAARIANGIOGRAFIASSA

Risto Anttonen
Tanja Kakko
Sari Simpura
Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiologian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma, röntgenhoitaja

Tekijä(t): Risto Anttonen, Tanja Kakko ja Sari Simpura
Opinnäytetyön nimi: Henkilökunnan säteilyaltistus ja säteilysuojien käyttö koronaangiografiassa
Työn ohjaaja(t): Anja Henner ja Karoliina Paalimäki-Paakki
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017
Sivumäärä: 55 + 4 liitesivua

Koronaangiografia eli sepelvaltimoiden varjoainekuvaus on ensisijainen tutkimusmenetelmä tutkittaessa potilasta, jolla on suuririskinen sepelvaltimotauti. Suonia kuvataan läpivalaisuavusteisesti käyttäen C-kaarta, jonka toiminta perustuu röntgensäteilyyn. Tutkimusta suoritettaessa henkilökunta on läpivalaisu aikana valvonta-alueella ja altistuu säteilylle.

Tutkimuksen tarkoituksena on kuvailla henkilökunnalle aiheutuvaa säteilyaltistusta koronaangiografiatutkimuksissa ja henkilökunnan säteilysuojainten käyttöä tutkimuksen aikana. Tutkimuksessa saadaan tarkkaa tietoa henkilökunnan säteilyannoksista ja säteilysuojien käytöstä koronaangiografiassa. Tavoitteena on kehittää henkilökunnan säteilyturvallisuutta ja tutkimustuloksia voidaan hyödyntää uuden kuvantamislaitteen kehittämisessä, henkilökunnan säteilyaltistuksen optimoinnissa sekä turvallisuuskulttuurin kehittämisessä. Tutkimuksessa mitattiin henkilökunnalle aiheutuneita säteilyannoksia Oulun Yliopistollisen sairaalan kardiologisella osastolla. Mittaukset tehtiin käyttäen DoseAware -järjestelmää, jolla voidaan mitata annosnopeutta reaaliaikaisesti, sekä tallentaa annostiedot jokaisesta tutkimuksesta. Mittareita oli käytössä kuusi kappaletta ja ne sijoitettiin kattokiinnitteiseen säteilysuojaan, kardiologin, instrumenttihoitajan ja potilasta tarkkailevan hoitajan lyijysuojien päälle.

Tutkimusaineisto koostuu 12 koronaangiografiatutkimuksesta. Henkilökunnan säteilyannokset olivat pääasiassa pieniä. Suurimmat annokset tulivat kardiologille ja potilasta tarkkailevalle hoitajalle. Kardiologin saamaan annokseen vaikutti merkittävimmin liikuteltavien lyijysuojien oikeaoppinen käyttö ja potilasta tarkkailevan hoitajan annokseen vaikutti hoitajan sijainti salissa läpivalaisu käytettäessä. Tutkimus osoittaa, että oikealla sijoittumisella ja suojien oikealla käytöllä tutkimuksen aikana henkilökunnan säteilyaltistus saadaan hyvin alhaiseksi. Jatkotutkimushaasteena voisi olla henkilökunnan saaman säteilyaltistuksen laajempi mittaaminen käyttäen useampia mittareita.

Asiasanat: *Koronaangiografia, henkilökunta, läpivalaisu, säteilysuojelu, säteilysuojat,*

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiation Therapy

Author(s): Risto Anttonen, Tanja Kakko ja Sari Simpura
Title of thesis: The Radiation Exposure of the Personnel and Use of the Radiation Shields During Coronary Angiography
Supervisor(s): Anja Henner ja Karoliina Paalimäki-Paakki
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017
Number of pages: 55 + 4 appendices

Coronary angiography is a procedure that is performed when examining patients who are at risk for coronary heart disease. Coronary angiography is a method that uses special dye and x-ray. X-ray is produced by using mobile C-arm. Because the personnel are inside the examination room during the examination, personnel are exposed to radiation.

The objective of the study was to describe the radiation exposure of the personnel and observe how personnel use radiation protection shields. The aim of the study was to develop radiation safety. Research results can be used for estimating the need of a new heart imaging method, optimizing the radiation exposure of the personnel and developing radiation safety culture.

The study was performed in Oulu University Hospital. The radiation doses were measured by using DoseAware measuring system, which shows doses in real time. Six dosimeters were placed on the lead shields of cardiologist, instrumental nurse, the nurse observing the patient and the overhead lead shield.

The study included 12 coronary angiography examinations. The study showed that radiation doses of the staff were low, also zero doses were received. Cardiologists and the nurses observing the patient had the highest doses. The most significant factor affecting cardiologists' radiation doses was using the overhead lead shield correctly. The distance to the source of radiation while using the x-ray affected most the doses of the nurses.

The study showed that using the lead shielding correctly and keeping distance to the source of radiation makes it possible to keep radiation doses very low. Further research could be measuring doses more extensively using more dosimeters.

Keywords: *coronary angiography, staff, fluoroscopy, radiation protection, lead shield*

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	HENKILÖKUNNAN SÄTEILYALTISTUS KORONAARISUONTEN ANGIOGRAFIASSA	8
	2.1 Henkilökunnan säteilysuojelukoulutus	11
	2.2 Henkilökunnan säteilyaltistukseen vaikuttavat tekijät.....	13
	2.3 Säteilysuojat ja niiden käyttö koronaariangiografiassa.....	16
	2.4 Säteilyn haittavaikutukset	19
3	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITE SEKÄ TUTKIMUSONGELMAT	22
4	TUTKIMUSMETODOLOGIA	23
5	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	25
	5.1 Aineiston keruu.....	26
	5.2 Aineiston analysointi.....	30
6	TULOKSET	31
	6.1 Henkilökunnan annokset koronaariangiografiassa.....	31
	6.2 Liikuteltavien säteilysuojien sijoittelu koronaariangiografiatutkimuksen aikana.....	36
	6.3 Henkilökohtaisten säteilysuojien käyttö.....	37
7	TULOSTEN YHTEENVETO.....	40
8	POHDINTA	41
	8.1 Tulosten tarkastelu	41
	8.2 Luotettavuuden arviointi	44
	8.3 Eettisyys ja tutkimustulosten hyödyntäminen.....	48
	8.4 Jatkotutkimushaasteet ja omat oppimiskokemukset	49
	LÄHTEET.....	50

1 JOHDANTO

Koronaariangiografia eli sepelvaltimoiden varjoainekuvaus on ensisijainen tutkimusmenetelmä tutkittaessa potilasta, jolla on suuririskinen sepelvaltimotauti. Kardioangiografiatutkimus voidaan tehdä ainoastaan sepelvaltimoihin, jolloin siitä voidaan käyttää nimitystä koronaariangiografiatutkimus. (Parviainen 2008, viitattu 19.4.2016.) Koronaariangiografiassa varjoaineen saamiseksi sepelvaltimoon käytetään apuna ohjausvaijeria eli karaa ja katetria. Kara ja katetri viedään sepelvaltimoon käyttäen apuna läpivalaisua. Katetrin kärki viedään karan päällä sepelvaltimon alkuosaan, jonka jälkeen kara poistetaan ja ruiskutetaan varjoainetta sepelvaltimoon. Tämän jälkeen suonia kuvataan useasta eri suunnasta käyttäen läpivalaisua, jotta saadaan mahdollisimman tarkka kuva varjoaineen kulkeutumisesta sepelvaltimoissa reaaliaikaisesti. (Mustajoki & Kaukua 2008, viitattu 2.9.2016.) Tutkimuksen yhteydessä voidaan avata sepelvaltimoiden ahtaumia ja tukoksia tekemällä pallolaajennus, jonka yhteydessä voidaan tarvittaessa asentaa metalliverkkoputki eli stentti. Se viedään katetrin avulla suoneen ja sen tarkoitus on pitää suoni avoinna. (Kervinen 2013, viitattu 2.9.2016.)

Nykyisin avosydänleikkauksia voidaan korvata vähemmän kajoavilla vaihtoehdoilla eli sydämen angiografiatutkimuksilla ja -toimenpiteillä. Vähemmän kajoavien tekniikoiden etu on vähäisempi komplikaatoriski verrattuna avokirurgisiin leikkauksiin, (Manninen 2009, Viitattu 15.7.2016), joten vähemmän kajoavat tutkimusmenetelmät ovat potilaalle miellyttävämpiä. Näiden menetelmien avulla on saatu pienennettyä kustannuksia, koska potilaan hoitajakso sairaalassa on lyhentynyt huomattavasti. (Parviainen 2008, viitattu 19.4.2016.)

Koronaariangiografiassa suurimman säteilyannoksen saa potilas. Sairaalan henkilökunnasta suurimman annoksen saa lääkäri, joka suorittaa toimenpiteen, mutta kaikki huoneessa työskentelevät henkilöt altistuvat säteilylle. Toimenpiteisiin osallistuvien henkilöiden säteilyannokset voivat olla suuriakin, riippuen tehtävästä toimenpiteestä, suojien käytöstä sekä henkilökunnan työtavoista. Henki-

lökunnalla, joka on tutkimushuoneessa läpivalaisun ollessa käytössä, tulee olla lyijysuojat. (Manninen 2008, viitattu 2.9.2016.)

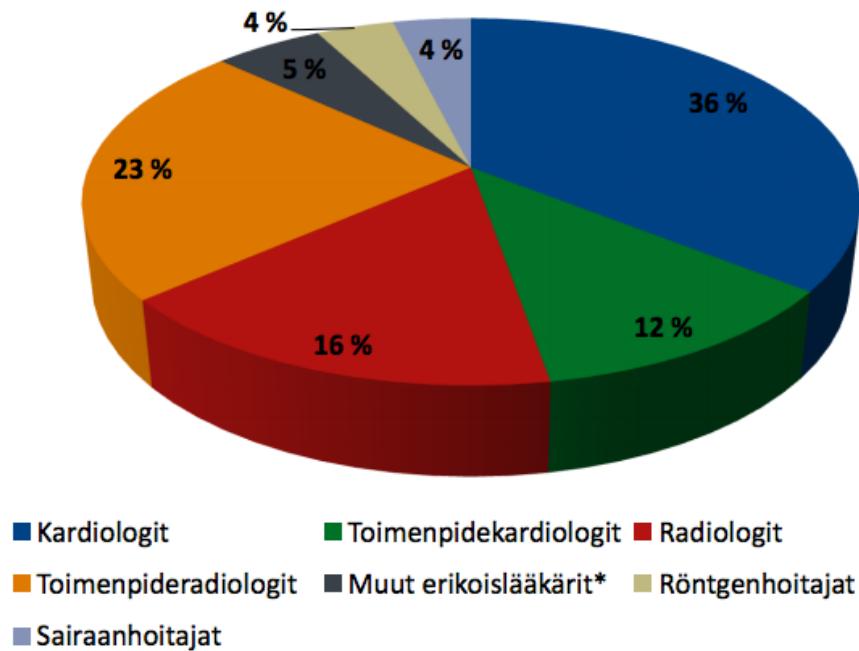
Tutkimus tehtiin yhteistyössä Innomentariumin ja kardiologisen osaston henkilökunnan kanssa uuden kardiologisen kuvantamismenetelmän kehittämisprojektissa. Tutkimus tehtiin Oulun yliopistollisen sairaalan kardiologisella osastolla mittaamalla henkilökunnan saamia säteilyannoksia sekä havainnoimalla säteilysuojien käyttöä sydämen koronaariangiografiassa. Mittaustutkimuksessa selvitettiin henkilökunnan toimenpiteissä saamaa säteilyannosta käyttämällä Dose Aware annosmittausjärjestelmää. Henkilöannosmittauksessa määritettiin ulkoisen säteilyn aiheuttamaa annosta annosmittarilla, joka sijoitettiin kehon pinnalle. Henkilöannosmittareita sijoitettiin myös muualle kuin potilaan välittömään läheisyyteen, koska suurin osa henkilökunnan saamasta säteilyannoksesta tulee potilaasta ja tutkimuspöydästä sironneesta säteilystä (ICRP 2011, 30, viitattu 21.8.2016). Lisäksi tehtiin havainnointitutkimus, jossa tarkkailtiin henkilökunnan säteilysuojien käyttöä. Havainnoinnissa kiinnitettiin huomiota säteilysuojien sijoitteluun säteilylähteeseen nähden sekä henkilökunnan käyttämiin säteilysuojiin.

Tutkimuksen tarkoituksena oli kuvailla henkilökunnalle aiheutuvaa säteilyaltistusta koronaariangiografiatutkimuksissa ja henkilökunnan säteilysuojainten käyttöä tutkimuksen aikana. Tutkimuksessa saatiin tarkkaa tietoa henkilökunnan säteilyannoksista ja säteilysuojien käytöstä koronaariangiografiassa. Tavoitteena on kehittää henkilökunnan säteilyturvallisuutta ja tutkimustuloksia voidaan hyödyntää uuden kuvantamislaitteen kehittämisessä, henkilökunnan säteilyaltistuksen optimoinnissa sekä turvallisuuskulttuurin kehittämisessä. Tutkimusta tehtäessä kehittyi oma ammatillinen osaaminen ja työstä hyöttyy myös henkilökunta sekä potilaat.

2 HENKILÖKUNNAN SÄTEILYALTISTUS KORONAARISUONTEN ANGIOGRAFIASSA

Vuonna 2015 tehtiin noin 5,8 miljoona röntgentutkimusta, joista hammasröntgentutkimuksia oli noin 1,9 miljoonaa. Röntgentutkimusten määrä kasvoi vuoteen 2011 verrattuna 6,8 %. Vuosien 1984-2015 välillä kaikkien röntgentutkimusten määrä on laskenut noin miljoonalla tutkimuksella. Kaikista tutkimuksista verisuonten angiografiatutkimusten osuus oli noin 0,9 %, ja määrä kasvoi 24 % vuodesta 2011. Vuonna 2015 verisuonten varjoainetutkimuksia tehtiin 34 083 kappaletta. Näistä tutkimuksista 24 761 tutkimusta tehtiin sydämeen ja/tai sepelvaltimoihin, joka on noin 72 % kaikista verisuonten varjoainetutkimuksista. Vuoteen 2011 verrattuna sydämen ja/tai sepelvaltimoiden angiografiatutkimukset lisääntyivät 57 %. Erittäin laajojen tutkimusten määrä väheni yli 30 %. (Suutari 2016, viitattu 13.1.2017.) Vuosien 1995-2005 välillä sepelvaltimoiden pallolaajennustoimenpiteiden määrä oli nelinkertaistunut. Tutkimusmäärien kasvu korostaa henkilökunnan säteilyaltistuksen optimoinnin ja tutkimuksen tärkeyttä. (Parviainen 2008, viitattu 19.4.2016.)

Koronaariangiografiatutkimuksissa ja -toimenpiteissä työskentelee paikasta riippuen yleensä kardiologi, röntgenhoitaja ja sairaanhoitaja. Vuonna 2012 säteilyaltistus jakautui ammattiryhmittäin seuraavasti: kardiologit 36 %, toimenpideradiologit 23 %, radiologit 16 %, toimenpidekardiologit 12 %, muut erikoislääkärit 5 %, röntgenhoitajat 4 % ja sairaanhoitajat 4 % (Kuvio 1). Erikoislääkärien osuus kaikesta läpivalaisussa syntyvästä säteilystä on 92 % ja hoitajien 8 % (Pirinen 2014, viitattu 1.6.2016.)



Kuvio 1. Säteilyannosten jakautuminen ammattiryhmittäin. (Pirinen 2014, Viitattu 19.4.2016).

Röntgensäteilyä käyttävistä ammattilaisista suurimmat annokset tulevat henkilökunnalle, joka työskentelee läpivalaisuohjatuissa toimenpiteissä. Koronariangiografiassa suurimman säteilyannoksen henkilökunnasta saa yleensä potilasta lähimpänä oleva toimenpidekardiologi. (Andreassi, Botto, Emad, Gori, Lazzeri, Picano, Rossi, Salcone, Vano & Venneri 2009, viitattu 1.6.2016.) Vuonna 2015 kenenkään säteilytyössä työskentelevän työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt asetettua ehdotonta 50mSv vuosiannosrajaa, eikä 20 mSv keskimääräistä vuosiannosrajaa viiden vuoden aikana. Terveystieteiden tutkimuksessa suurin syväannos oli 24,7 mSv, joka kirjattiin kardiologille. Annos vastaa 0,8mSv efektiivistä annosta. (Pastila 2015, viitattu 7.10.2016). Valvonta-alueella työskentelevä henkilökunta altistuu myös säteilylle. (Andreassi ym. 2009, viitattu 1.6.2016.) Valvonta-alueeksi määritellään ne alueet, joilla tehdessä säteilytyötä työntekijän vuotuinen efektiivinen säteilyannos on tai voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa, tai silmän mykiön ekvivalenttiannos on tai voi olla suurempi kuin 45 mSv vuodessa ja käsien, jalkojen tai ihon ekvivalenttiannos on suurempi kuin 150 mSv kun otetaan huomioon työhön liittyvä poikkeavaan säteilyaltistukseen johtavan tapahtuman mahdollisuus. (Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009, 3.)

Säteilytyötä tekevä henkilökunta kuuluu joko säteilytyöluokkaan A tai B riippuen työskenteleekö valvonta- vai tarkkailualueella. Lämpivalaisuohjatuissa kardiologisissa toimenpiteissä työskentelevä henkilökunta kuuluu säteilytyöluokkaan A. Säteilytyöluokkaan A kuuluvat ne työntekijät, joille työstä aiheutuva efektiivinen annos voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa tai silmän mykiön ekvivalenttiansnos suurempi kuin 45 mSv vuodessa, ihon, käsien ja jalkojen ekvivalenttiansnos on suurempi kuin 150 mSv vuodessa. Säteilytyötä tekevät työntekijät, jotka eivät kuulu säteilytyöluokkaan A, kuuluvat säteilytyöluokkaan B. (Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009, 4.)

Henkilökunnan säteilysuojelun ja annosten optimoinnin vaatimukset tiukentuvat 5.12.2013 vahvistetun säteilysuojelun perusnormidirektiivin myötä. Direktiivi saatetaan voimaan jäsenmaissa kansallisilla säädöksillä 6.2.2018 mennessä. (Markkanen 2014, viitattu 1.6.2016) Euroopan unionissa vahvistettiin 2013/59/Euratom perusdirektiivi vuonna 2013, joka korvaa aiemmat säteilysuojelua koskevat direktiivit. Direktiivin voimaan tulon jälkeen muun muassa säteilytyötä tekevän henkilökunnan säteilyrajat tulevat muuttumaan. Nykyinen työntekijöille asetettu efektiivinen annosraja on 100 mSv viidessä vuodessa, keskimäärin 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana ja maksimissaan 50 mSv vuodessa. Uusi efektiivinen annosraja on 20 mSv vuodessa. Silmän mykiön ekvivalenttiansnos on nykyisellään 150 mSv vuodessa. Muutoksen myötä se on 20 mSv vuodessa tai 100 mSv viidessä vuodessa, maksimissaan 50 mSv vuodessa. (Neuvoston direktiivi 2013/59/Euratom, viitattu 2.9.2016.)

International Commission on Radiological Protection (ICRP) eli Kansainvälinen säteilysuojelukomissio käyttää säteilysuojelusuureina ekvivalenttiansnosta ja efektiivistä annosta. Ekvivalenttiansnos on suure, joka kuvaa säteilyn tietyille elimille tai kudokselle aiheuttamaa terveydellistä haittaa. Efektiivinen annos kuvaa ionisoivan säteilyn aiheuttamaa biologista kokonaisriskiä. Suureiden avulla voidaan määrittää, kuinka paljon energiaa on siirtynyt säteilystä elimiin ja kudoksiin. Kudosten ja elinten säteilyherkkyys sekä säteilylajien biologinen tehokkuus on huomioitava, jotta säteilyannos voidaan muuntaa säteilyn aiheuttamaksi haitaksi. Kehon kudoksista ei voida suoraan mitata efektiivistä eikä ekvivalenttiansnosta, vaan annos voidaan arvioida mittauksia varten määriteltyjen käyt-

tösuureiden avulla. ICRP suosittelee efektiivisen annoksen käyttöä säteilysuojelussa. (Mustonen 2009, 46-47, viitattu 19.4.2016.)

Absorboitunut annos on ionisoivasta säteilystä säteilytettävään kohteeseen siirtynyt energia massayksikköä kohden, jonka yksikön nimi on gray (Gy) ja SI-yksikkö on J kg⁻¹. Se kuvaa ionisoivan säteilyn todellista säteilyannosta kohteessa. Absorboitunut annos on säteilysuojelun perussuure, jota käytetään kaikille säteilytysgeometrioille sekä kaikenlaiselle ionisoivalle säteilylle. Tietyille kudokselle, elimelle tai elimen säteilyherkälle osalle voidaan laskea niihin keskimäärin absorboitunut annos. Ulkoisen säteily altistuksen tasaisuus ja säteilyn läpäisykyky kudoksessa vaikuttavat siihen, kuinka hyvin keskimääräinen annos kuvaa kunkin elimen alueiden saamaa annosta. (Mustonen 2009, 38–39, viitattu 19.4.2016.)

Yksittäisille potilaille ei ole asetettu annosrajoja. Potilaiden annosten arviointiin käytetään vertailutasoja, joiden avulla nähdään, onko säteilyn käyttö hyvän käytännön mukaista. Vertailutasolla tarkoitetaan etukäteen määriteltyä röntgentutkimuksen säteilyannostasoa, jonka ei oleteta ylittävän normaalikokoiselle potilaalle tehdyssä toimenpiteessä. Vertailutasot yleisimmille tutkimuksille antaa Säteilyturvakeskus (STUK). (Katisko & Mäkelä 2008, viitattu 8.9.2016.) Koronaariangiografian dose area product (DAP) eli annoksen ja pinta-alan tulon vertailutaso on 30 Gy * cm² ja läpivalaisuaika 4 minuuttia. Pallolaajennuksille vertailutaso on 75 Gy * cm² ja läpivalaisuaika 15 minuuttia. (Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot kardiologiassa 2016, 1-2)

2.1 Henkilökunnan säteilysuojelukoulutus

Toiminnan harjoittaja vastaa säteilynkäytön turvallisuudesta. Terveystieteiden tutkimuskeskuksessa säteilyturvallisuus käsittää potilaiden, säteilytyötä tekevien työntekijöiden sekä muiden henkilöiden säteilyturvallisuuden. Terveystieteiden tutkimuskeskuksessa säteilyn käytössä olevilla ja säteilyn käyttöön osallistuvilla henkilöillä on oltava tehtäviensä edellyttämä pätevyys ja tarvittava säteilysuojelukoulutus, joiden riittävydestä vastaa toiminnan harjoittaja. ST-ohjeessa 1.7 (2012) esitetään tavoitteet henkilöstön peruskoulutukseen ja jatkokoulutukseen sisältyvän sekä täydennyskoulu-

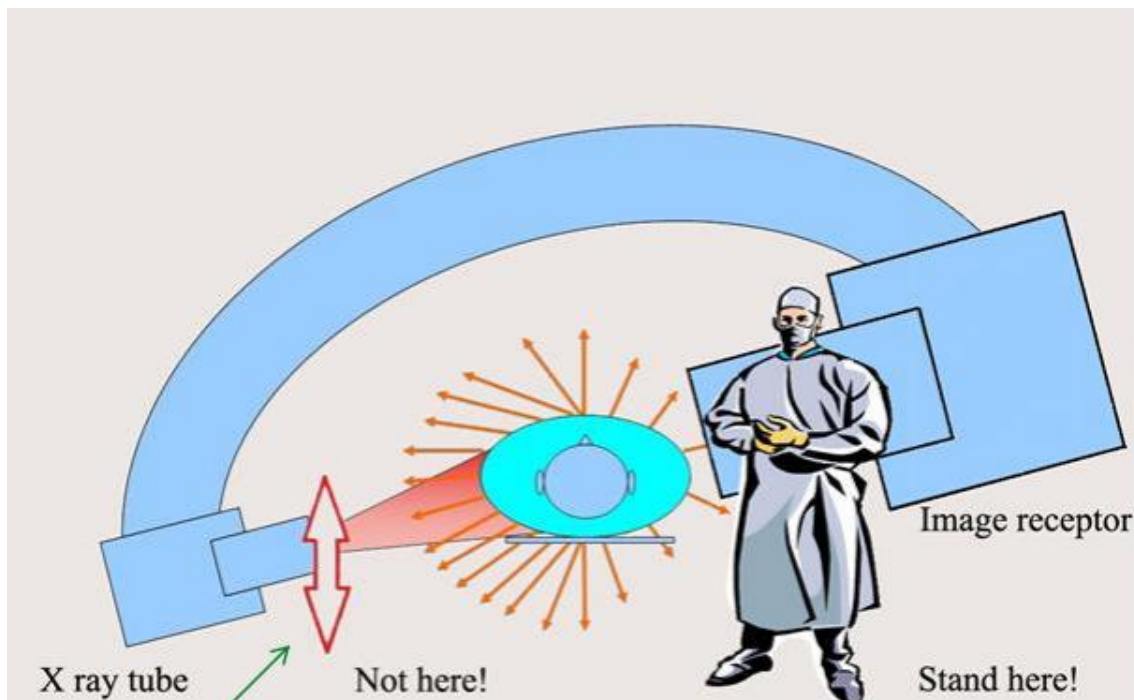
tuksena annettavan säteilysuojelukoulutuksen sisällölle ja vähimmäismäärälle ionisoivan säteilyn käytön osalta. Peruskoulutuksella tarkoitetaan ammatilliseen tutkintoon tai oppiarvoon johtavaa koulutusta ja jatkokoulutuksella tarkoitetaan peruskoulutuksen jälkeen suoritettavaa erikoistumiskoulutusta. Täydennyskoulutuksella tarkoitetaan koulutusta, jolla varmistetaan, että säteilyn käyttöön osallistuvilla työntekijöillä on tehtäviensä mukaiset, ajantasaiset tiedot ionisoivasta säteilystä ja sen vaikutuksista, säteilysuojelusta sekä voimassa olevasta säteilylainsäädännöstä ja muista säteilyn käyttöä koskevista määräyksistä ja ohjeista. (Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa 2012, 3-5.)

Tieto säteilyn aiheuttamista riskeistä ei riitä. Kardiologien ja muun säteilyä käyttävän henkilökunnan on saatava lisäkoulutusta. Säteilysuojelukoulutuksen tulisi olla välttämätön osa koulutusprosessia. (European comission 2014, 36.) Radiologian erikoislääkäreillä ja toimenpideradiologeilla säteilysuojelukoulutuksen vähimmäismäärä perus- tai jatkokoulutuksen aikana on 80 tuntia ja säteilysuojelun täydennyskoulutuksen määrän on oltava viiden vuoden aikana 40 tuntia. Röntgenhoitajilla säteilysuojelukoulutuksen vähimmäismäärä perus- tai jatkokoulutuksen aikana on 120 tuntia ja säteilysuojelun täydennyskoulutuksen määrän on oltava viiden vuoden aikana 40 tuntia. Kardioangiolaboratoriossa työskentelevillä tai muissa säteilylle paljon altistavissa toimenpiteissä työskentelevillä sairaanhoitajilla ja lähihoitajilla on perus- tai jatkokoulutuksen aikana sisällyttävä säteilysuojelukoulutusta vähintään 54 tuntia ja säteilysuojelun täydennyskoulutuksen määrä on oltava viiden vuoden aikana 20 tuntia. (Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa 2012, 12.)

Säteilyn käyttäjät on lisäksi perehdytettävä säteilyturvalliseen työskentelyyn ja säteilylaitteen tai säteilylähteen optimaaliseen käyttöön. Perehdytys koskee erityisesti työntekijöitä jotka osallistuvat suurta säteilyaltistusta aiheuttavaan toimintaan kuten sädehoitoon, toimenpideradiologiaan ja tietokonetomografiaan. Laitetoimittajan antama käyttökoulutus on olennainen osa perehdytystä. Henkilöstölle on järjestettävä myös tarvittava säteilysuojelun täydennyskoulutus, kun on otettu käyttöön uusia tutkimus- ja hoitomenetelmiä sekä ohjelmistomuutosten tai muiden merkittävien muutosten jälkeen. (Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa 2012, 5-6.)

2.2 Henkilökunnan säteilyaltistukseen vaikuttavat tekijät

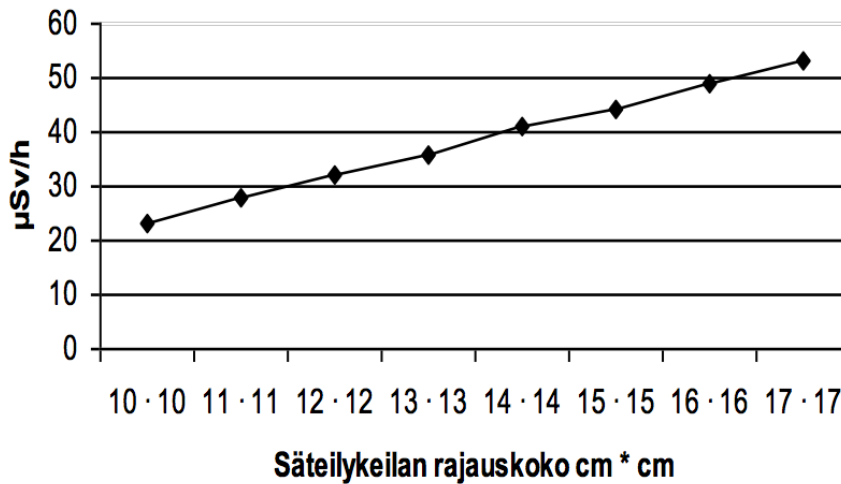
Suurin henkilökunnan säteilyannoksen aiheuttaja on säteilyn siroaminen potilaasta, laitteista ja tutkimuspöydästä (ICRP 2011, 30, viitattu 21.8.2016). Kasvattamalla etäisyyttä säteilylähteeseen saadaan pienennettyä henkilökunnan saamaa säteilyannosta, koska säteilyn intensiteetti vaimenee etäisyyden neliölain mukaisesti. Etäisyyden kaksinkertaistuessa säteily vaimenee neljännekseen alkuperäisestä. (Le Heron, Padovani, Smith & Czarwinski 2010, 21, viitattu 21.8.2016.) Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Erityisesti kardiologi joutuu työskentelemään lähellä potilasta ja näin ollen myös lähellä säteilylähdettä (Kuvio 2). Myös muu henkilökunta on ajoittain säteilylähteen lähellä myös läpivalaisun ollessa päällä, esimerkiksi kardiologia avustaessa tai potilasta lääkitessä.



Kuvio 2. Röntgenputken puolella työskentelyä tulee välttää. (IAEA 2013, viitattu 24.2.2016).

Säteilylähteen tulisi mahdollisuuksien mukaan sijaita potilaan takana. Merkittävin osa sironnasta tapahtuu potilaasta röntgenputken suuntaan takaisinsironnana. Tällä tavoin hoitohenkilökunnan säteilyaltistus pienenee. (Wirtanen 2012, viitattu 16.2.2017.) Henkilökunta ei saa altistua primäärisäteilylle (ICRP 2011,

29, viitattu 21.8.2016). Rajaamalla säteilykeilaa pienemmäksi saadaan siroavan säteilyn määrää pienennettyä ja samalla kuvan laatu paranee, koska detektorille tulee vähemmän siroavaa säteilyä (Kuvio 3). (Le Heron, Padovani, Smith & Czarwinski 2010, 21, viitattu 21.8.2016). Minimoimalla vinot ja lateraaliset läpivalaisusuunnat sekä ilmahilan käyttö pienentävät säteilyannosta ja samalla sironnasta (Savage, Seale, Shaw, Angela, Marichal & Rees 2013, viitattu 2.9.2016).



Kuvio 3. Säteilykeilan rajauskoon vaikutus siroavaan säteilyyn 0,5 metrin etäisyydellä. (Pirinen 2014, viitattu 19.4.2016).

Henkilökunnan säteilyaltistukseen vaikuttavat myös säteilytysaika ja annosnopeus. Lyhentämällä säteilytysaikaa voidaan pienentää annosta. Läpivalaisuaika tulisi minimoida ja olisi suositeltavaa käyttää Last Image Hold toimintoa, jolloin viimeinen läpivalaisukuva jää näytölle. (ICRP 2011, 29, viitattu 21.8.2016.) Kun käytetään pulsoitua läpivalaisua, saadaan säteilyannosta pienennettyä merkittävästi. Pulsoidussa läpivalaisussa säteily on päällä lyhyinä pulsseina, esimerkiksi 1 - 25 pulssia sekunnissa. (Katisko & Mäkelä 2008, viitattu 1.6.2016.) Pulsointinopeuden pudotus 15 pulssista sekunnissa 7.5 pulssiin sekunnissa puolittaa potilaan saaman säteilyannoksen, mikä vähentää myös henkilökunnan saamaa annosta potilaasta sironneen säteilyn vähentyessä. (Manninen 2011, viitattu 26.1.2017). Kuvausprotokollien valinnalla sekä niiden optimoinnilla voidaan myös pienentää säteilyannosta. Laitteen tekniikka, säteilymittaukset ja muu laadunvalvonta ovat osa säteilysuojelua. Koulutettu, kokenut ja erityisesti

motivoitunut henkilökunta ovat lähtökohta onnistuneelle säteilysuojelulle. (Katis-ko & Mäkelä 2008, viitattu 1.6.2016.)

Mohammadi, Moghadam & Moghadam (2014, 75-79) tutkimuksessa mitattiin henkilökunnan saamia säteilyannoksia kardiologisella osastolla sydänsairauksiin erikoistuneessa Fatemeh Zahra -sairaalassa Sarissa, Iranissa. Mittauksia tehtiin kahden kuukauden ajan ja tutkimuksen otanta oli 687 kardioangiografiatutkimusta. Annoksia mitattiin 10 kardiologilta, 10 sairaanhoitajalta ja yhdeltä röntgenhoitajalta. Keskimääräinen vuosittainen efektiivinen annos kardiologeilla oli 537,57 μSv (vaihteluväli 68,6-1984,8 μSv). Röntgenhoitajilla ja sairaanhoitajilla keskimääräinen vuosittainen efektiivinen annos oli 153,7 μSv (vaihteluväli 59,5-277,2 μSv). Keskimääräinen efektiivinen annos yhtä toimenpidettä kohden oli kardiologeilla 2,123 μSv ja sairaanhoitajilla ja röntgenhoitajilla 0,274 μSv . Tuloksissa oli suurta vaihtelua säteilyannoksissa eri henkilökunnan jäsenten ja toimenpiteiden välillä. Tätä selittävät toimenpiteiden erilainen vaativuus, erilaiset toimintatavat sekä erityisesti toimenpidettä suorittavan kardiologin kokemus ja taidot. Yhdenkään vuosittaisista efektiivisistä annoksista ei arvioitu ylittävän vuosittaista 20 mSv annosrajaa. (Mohammadi, Moghadam & Moghadam 2014, viitattu 17.9.2016.)

Ahmed, Hassan & Garelnabi (2013, 797-799) mittasivat henkilökunnan säteilyannosta kardioangiografiatoimenpiteen aikana Al-Shabin opetussairaalassa Khartoumissa, Sudanissa. Henkilökunnan annoksia mitattiin 43 diagnostisessa koronaariangiografiassa ja 18 koronaariangiografiatoimenpiteessä käyttäen termoluminesenssidosimetrejä eri kohdissa tutkittavien vartaloa. Mittarit sijoitettiin vyötärölle, rintaan ja käteen toimenpidettä suorittavalle kardiologille ja rintaan avustavalle henkilökunnalle. Potilaan saamaa annosta arvioitiin käyttämällä DAP (dose area product) eli annoksen ja pinta-alan tulon mittaria. Säteilyannos toimenpidettä suorittavalla henkilöllä oli keskimääräisesti vyötärön alueella 0,0608 mGy, rinnan alueella 0,1127 mGy ja käsissä 0,2125 mGy. Muulla henkilökunnalla rintaan sijoitetun mittarin annos oli keskimäärin 0,0134 mGy. Annokset vaihtelivat toimenpiteen ja sen vaativuuden mukaan. Tutkimuksessa mitatut henkilökunnan annokset olivat keskimäärin pienempiä aiempiin tutkimuksiin kirjallisuudessa. Tämä arvioitiin johtuvan parametrien optimoinnista, joka puoles-

taan vähentää potilaasta sironnutta säteilyä, joka on pääasiallinen syy säteilyannoksen kertymiseen toimenpiteissä. (Ahmed, Hassan & Garelnabi 2013, viitattu 18.9.2016.)

Henkilökunnan annosten mittaaminen ja arviointi tässä tutkimuksessa osoittivat, että suhteellisesti suurimmat annosarvot saavutettiin toimenpidettä suorittavan henkilökunnan alaraajoista vyötäröön 0,0608 mGy kaikissa toimenpiteissä. Syy tähän tulokseen on se, että vyötärö on lähinnä pöydän alla olevaa röntgenputkea, eikä suojausta pöydän sivulla ja alaraajoissa juuri ollut. Keskimääräinen annos rinnassa mitattuna lyijyessun päältä oli 0,1127 mGy ja kädessä ilman lyijysuojaa kuvaten suojaamatonta kättä 0,2125 mGy kaikissa tutkimuksissa. Vyötäröltä ja rinnasta mitattuja annoksia käytettiin lyijysuojien merkityksen arvioimiseen säteilysuojauksen työkaluna ja myös efektiivisen annoksen arvioimiseen. (Ahmed, Hassan & Garelnabi 2013, viitattu 18.9.2016.)

2.3 Säteilysuojat ja niiden käyttö koronaangiografiassa

Tutkimusta ja toimenpidettä suorittavien henkilöiden saama annos koostuu lähinnä potilaasta sironneesta säteilystä. Toimenpiteet, joilla pienennetään potilaan säteilyannosta, pienentävät myös henkilökunnan annosta. (Wirtanen 2012, viitattu 26.1.2017) Röntgentutkimuslaitteistossa ja tutkimushuoneessa tulee olla tutkimuksen suorittajaa suojaavat säteilysuojaimet. Tällaisia suojaajia ovat kiinteästi röntgenputken ympärillä olevat suojat sekä liikuteltavat suojat katossa, tutkimuslaitteistossa ja lattialla, omien henkilökohtaisten lyijysuojien lisäksi. Oikein käytettynä päälle puettavat henkilökohtaiset säteilysuojat suojaavat säteilyltä hyvin kaulasta polviin asti. Niiden huolellinen käyttö on erittäin tärkeää. (Parvainen 2008, 27-28, viitattu 20.5.2016.)

Lyijyesiliina tai lyijyliivi ja -hame ovat tärkein osa suojautumista ja jokaisen toimenpiteeseen osallistuvan tulee pukeutua henkilökohtaisiin lyijysuojiiin. Lyijyesiliinan suojauskyky riippuu käytetystä putkijännitteestä ja suojan sisältämän lyijyn paksuudesta. (Akahane, Balter, Cantone, Dauer, Flannery, Ginjaume, Martin, Michelin, Miljanic & Mpete 2016, 5-6, viitattu 5.9.2016.) Karkeasti arvioiden 0,25 millimetriä lyijyä vähentää primaarisäteilyn noin kolmasosaan ja 1 mil-

limetrin kerros lähes sadasosaan (STUK 2005, viitattu 26.1.2017). Lyijyn vaimennuskyky riippuu myös käytetystä jännitteestä. 70–100 kV:n jännitteellä 0,5 mm kerroksesta lyijyä läpäisee 0,5–5 % säteilystä. (Wirtanen 2012, viitattu 26.1.2017). Henkilökunnan, joka työskentelee valvonta-alueella, tulee käyttää kaulalle asetettavaa kilpirauhassuojaa. Riski säteilyn aiheuttamasta kilpirauhassyövästä on korkeampi alle 30-vuotiailla, erityisesti naisilla. Lyijyesiliina ja kilpirauhassuoja ovat erittäin hyviä pienentämään potilaasta sironnutta säteilyn määrää rinnan, niskan ja muiden vartalon osien alueella, mutta ei suojaa silmän linssiä millään tavalla. (Akahane ym 2016, 5-6, viitattu 5.9.2016.) Silmiä voidaan suojata säteilyltä kattokiinnitteisillä liikuteltavilla säteilysuojilla sekä käyttämällä lyijylaseja. Käsien suojaamiseen on saatavilla erilaisia lyijyhansikkaita. (Cantone ym 2016, 5-6, viitattu 5.9.2016.)

Päälle puettaville lyijysäteilysuojille on tehtävä säännöllisin väliajoin laadunvarmistustestejä, joissa jokaisen suojan toimivuutta ja kuntoa testataan röntgensäteilyn avulla. Tällöin havaitaan mahdolliset repeämät ja heikkoudet lyijyssä, jotka heikentävät suojauskykyä. (Paulo, Bartal & Vano 2016.)

Säteilysuojat ovat kalliita ja niiden hankinnasta tulee huomattavia kustannuksia. Lyijyliivi ja lyijyhame maksavat 1100,00€ ja kilpirauhassuoja maksaa 142,00€. Liikuteltava säteilysuojaseinä maksaa 3600€ ja tutkimuspöydän alla oleva säteilysuoja maksaa 4400€. Lyijysilmälasit ilman vahvuuksia maksaa 540,00€. Hinnot eivät sisällä arvonlisäveroa. (Rintala 2017.)

Savage, Seale, Shaw, Angela, Marichal & Rees (2013, 143-151) tutkivat kahta erilaista suojaustapaa, joilla kardiologi voi suojata itseään säteilyltä. Tutkimuksessa kardiologeille asetettiin 3 – 5 annosmittausdosimetriä ennen suojien pukemista. Toinen ryhmä käytti perinteisiä päälle puettavia lyijyisiä suojaliivejä ja -hameita sekä kilpirauhassuojia. Päälle puettavat suojat vastasivat suojausteholtaan 0,5 mm lyijyekvivalenttia etupuolelta ja 0,25 mm lyijyekvivalenttia selän puolelta. Kilpirauhassuojat vastasivat teholtaan 0,5 mm lyijyekvivalenttia. Perinteisiä säteilysuojia käyttäneet kardiologit käyttivät lisäksi suojia, jotka olivat kiinteästi tutkimuspöydän sivulla suojaten ala- ja keskivartaloa. Lisäksi kardiologit

käyttivät liikuteltavaa lyijy-akryylisuojaa, joka riippui katosta. (Savage ym 2013, viitattu 2.9.2016.)

Toinen osa kardiologeista käytti Zero Gravity -suoja. Zero Gravity -suoja ulottuu pään yläpuolelta aina pohkeisiin asti. Suoja on pään kohdalta kaareva lyijy-akryylinen suoja. Käsien päällä riippuva suoja ulottuu kyynärpäihin asti ja käsisuojien teho on 0,5 mm Pb. Kaarevan lyijyakryylisen suojan teho vastaa 0,5 mm Pb ja riippuvan lyijyisen suojan teho 1 mm Pb. Suojassa on myös steriili muovi, jonka ansiosta suojan riisuminen ja pukeminen oli nopeaa ja helppoa ja steriiliys säilyi. (Savage ym 2013, viitattu 2.9.2016.)

Tutkimusta tehdessä käytettiin perinteisiä potilasannosta pienentäviä toimenpiteitä, kuten ilmahilaa, pulsoitua läpivalaisua, säteilykeilan rajausta, läpivalaisu-aika pidettiin mahdollisimman lyhyenä ja minimoitiin vinot ja lateraaliset läpivalaisuunnat. Käsia ei pidetty koskaan primäärisäteilykeilassa. Useissa tapauksissa säteilytyksen aikana kardiologi seiso i lyijyisen lattialla liikuteltavan suojan takana tai oli poissa tutkimushuoneesta. (Savage ym 2013, viitattu 2.9.2016.)

Tutkimuksessa kokonaisläpivalaisu aika oli 1209 minuuttia. Silmien saama säteilyannos oli Zero Gravity suojausta käyttävällä ryhmällä laskenut 94 %. Annosnopeus oli Zero Gravity suoja käyttävillä 0,142 uSv/minuutissa ja tavanomaisia suoja käyttävillä 2,401 uSv/minuutissa. Useissa eri kohdissa oli tavanomaisilla suoja käyttävillä kardiologeilla huomattavasti suuremmat säteilyannokset kuin Zero Gravity ryhmällä huolimatta siitä, että he käyttivät henkilökohtaisia suojaan oikein. Olkavarren kohdalla mitattu säteilyannos oli Zero Gravity ryhmällä 0,57 uSv/minuutissa ja perinteisiä suoja käyttävällä ryhmällä 5,1 uSv/minuutissa. Korkein mitattu annos Zero Gravity ryhmällä oli matalampi kuin matalin mitattu annos perinteisiä suoja käyttävällä ryhmällä. (Savage ym 2013, viitattu 2.9.2016.)

2.4 Säteilyn haittavaikutukset

Säteilyn haittavaikutukset jaetaan kahteen eri ryhmään: deterministisiin ja stokastisiin haittavaikutuksiin. Deterministisillä haittavaikutuksilla tarkoitetaan suoria vaikutuksia, jotka ovat seurausta hyvin suurista kerta-annoksista. Deterministisiä haittavaikutuksia ei synny ollenkaan, jos säteilyannos jää kynnyksarvon alapuolelle. Kynnyksarvon ylittyessä deterministisen haitan synty on varma. Stokastisilla haittavaikutuksilla tarkoitetaan satunnaisia vaikutuksia, joille ei tunneta annosrajoja, eli stokastiset vaikutukset voivat syntyä miten pienestä säteilyaltistuksesta tahansa. Deterministiset vaikutukset johtuvat laajasta solutuhosta ja stokastiset haittavaikutukset johtuvat satunnaisesta geneettisestä muutoksesta yhdessä solussa. (Paile 2002a, 44-45.)

Annosnopeudella on suuri merkitys haitta-asteeseen sekä kynnyksarvoon. Kynnyksarvo haittavaikutuksille on korkeampi, jos suuri säteilyannos tulee pidemmällä aikavälillä. Säteilyannoksilla ei ole vaikutusta stokastisten vaikutusten haitta-asteelle, mutta annoksen kasvaessa todennäköisyys haitalle kasvaa. Elinaikana saatu kumulatiivinen annos määrää kokonaisriskin yksilölle. Yksilön riski on suhteellisen pieni isonkin annoksen jälkeen, mutta jokainen ionisoivaa säteilyä käyttävä tutkimus tuo mukanaan pienen lisäriskin, joka ei riipu aikaisemmista kuvauksista ja muusta yksilön saamasta säteilyaltistuksesta. (Paile 2002a, 44-45.)

Säteilylähteen kohdalla tapahtuva säteilynsuojelu on kaikkein tehokkainta, koska se suojelee samalla kaikkia yksilöitä kyseessä olevalta säteilylähteeltä. Rajoittamalla säteilyannoksia voidaan välttyä deterministisiltä haittavaikutuksilta, mutta stokastisilta haitoilta ei voida välttyä kokonaan, koska stokastisille haitoille ei tunneta kynnyksarvoa. Henkilökunnan saamat haittavaikutukset ovat yleensä stokastisia haittoja. (Paile 2002b, 158.)

Paljon tärkeää tietoa on saatu ydinvoimalaonnettomuuksista, joiden seurauksia on tutkittu paljon. Onnettomuuksissa eloonjääneitä ihmisiä on tutkittu vuosikymmeniä. Yhtä sievertiä kohden syöpäriski kasvaa 3-25 prosenttia. Suurin riski on lapsilla, joten heidän sekä odottavan äidin säteilynsuojelu on erityisen tärkeä.

ää. Henkilöllä joka altistuu pitkän ajan kuluessa yhden sievertin eli 1000 millisievertin annokselle, hänen syöpäkuoleman riski nousee noin viisi prosenttia. Toimenpideradiologin syöpäkuolemariski on noin kymmenkertainen verrattuna tavalliseen radiologiaan, vaikkakin todennäköisyys sairastua syöpään on alle puoli promillea. (Paile 2009, viitattu 8.2.2017.)

Yhdysvalloissa tehdyssä kohorttitutkimuksessa on todettu kohonnut syöpäriski toimenpideröntgenhoitajilla, jotka työskentelevät läpivalaisuhjatuissa toimenpiteissä. Kohortissa oli mukana yli 146 000 röntgenhoitajaa. Tutkimuksessa ei ole laskettu hoitajien saamia säteilyannoksia. Tulosten mukaan läpivalaisuhjatuissa toimenpiteissä työskentelevillä röntgenhoitajilla oli kaksinkertainen aivokasvainriski sekä jonkin verran kohonnut rintasyövän ja melanooman riski muihin röntgenhoitajiin verrattuna. (Preetha, Michele, Chu Ling, Dale, Jeremy, Alice, Michal, Bruce, Mark, Donald & Martha 2016, viitattu 7.10.2016.)

Ionisoiva säteily lisää riskiä sairastua harmaakaihiin. Kaihi tarkoittaa sitä, että silmän mykiö on samentunut eikä enää läpäise valoa hyvin. Ionisoivan säteilyn aiheuttama kaihi on harvinainen, mutta sitä voi ilmetä, mikäli linssiin absorboitunut säteilyannos on riittävän suuri. (Seppänen 2013, viitattu 1.6.2016.) Buenos Airesissa vuonna 2010 tehdyssä tutkimuksessa ionisoivalle säteilylle tyypillistä subkapsulaarista eli linssin takakotelon alaista kaihisamentumaa löydettiin 50 %:lla toimenpidekardiologeista ja 40 %:lla -sairaanhoitajista ja -tekniikoista verrattuna samankaltaisiin muutoksiin alle 10 %:lla kontrolliryhmässä. (Vano 2016, viitattu 1.6.2016.)

Silmän mykiön ekvivalenttiannos on nykyisellään 150 mSv vuodessa. Uusi perusnormidirektiivi saatetaan voimaan jäsenmaissa 6.2.2018 mennessä, jolloin ekvivalenttiannos tulee olemaan 20 mSv vuodessa tai 100 mSv viidessä vuodessa, maksimissaan 50 mSv vuodessa. (Markkanen 2014, viitattu 1.6.2016.) Linssiin tuleva annos voi riittämättömällä suojauksella olla muutamista sadoista mikrosieverteistä muutamiin millisieverteihin, riippuen toimenpiteestä. Annosnopeus voi olla muutamista millisieverteistä tunnissa muutamiin satoihin millisieverteihin tunnissa. Mikäli säteilysuojausta ei toteuta kunnolla ja säännölli-

sesti, vuosittaiset annosrajat voivat ylittyä. Kunnollisella suojauksella annos on toimenpidettä kohden vain muutamia millisievertejä. Silmän linssin annokseen vaikuttavat potilaspöydän ja detektorin sijoitus, kattoon ripustettavien lyijysuojien käyttö sekä säteilyltä suojaavien lyijyglasien käyttö. (Vano 2016, viitattu 1.6.2016.)

Potentiaaliset silmän annokset voidaan saada selville dosimetrillä, simulaatioilla tai mittauksilla. Myös tieto suoritettujen toimenpiteiden määrästä, DAP:sta, katetrin sisäänmenoreitistä, röntgenputken sijainnista tulisi ottaa huomioon riskin arvioimisessa. (Akahane, Balter, Cantone, Dauer, Flannery, Ginjaume, Martin, Michelin, Miljanic & Mpete 2016. 5-6, viitattu 5.9.2016.)

3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITE SEKÄ TUTKIMUS- ONGELMAT

Tutkimuksen tarkoituksena on kuvailla henkilökunnalle aiheutuvaa säteilyaltistusta koronaangiografiatutkimuksissa ja henkilökunnan säteilysuojainten käyttöä tutkimuksen aikana. Tutkimuksessa saadaan tarkkaa tietoa henkilökunnan säteilyannoksista ja säteilysuojien käytöstä koronaangiografiassa. Tavoitteena on kehittää henkilökunnan säteilyturvallisuutta ja tutkimustuloksia voidaan hyödyntää uuden kuvantamislaitteen kehittämisessä, henkilökunnan säteilyaltistuksen optimoinnissa sekä turvallisuuskulttuurin kehittämisessä.

Tulosten avulla voidaan arvioida ja kehittää henkilökunnan toimintatapoja toimenpiteen aikana ja näin kehittää säteilynkäytön turvallisuuskulttuuria. Havainnointitutkimuksella pyritään selvittämään henkilökunnan säteilysuojien käyttötapoja sekä mitä säteilysuojia henkilökunta käyttää. Lisäksi havainnoidaan henkilökunnan sijoittumista toimenpidehuoneessa sekä työtapojen vaikutusta henkilökunnan saamaan säteilyannokseen. Tutkimusta tehtäessä kehittyy oma ammatillinen osaaminen ja työstä hyötyy myös henkilökunta sekä potilaat.

1. Kuinka suurina ovat henkilökunnan säteilyannokset koronaangiografiassa?
2. Miten liikuteltavat säteilysuojat on sijoitettu koronaangiografiatutkimuksen aikana?
3. Miten henkilökohtaisia säteilysuojia käytetään koronaangiografiatutkimuksen aikana?

4 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Tutkimus on kuvaileva tutkimus. Kuvailevassa tutkimuksessa tutkija etsii ja luonnehtii tarkasti tapahtuman, tilanteen, toiminnan tai henkilön keskeiset ja kiinnostavimmat piirteet. Lukija voi itse muodostaa oman näkemyksensä tutkitun asian kehityssuunnasta ja tekijöiden asemasta. (Vilkkä 2007, 20.)

Tutkimus on kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus mittauksen osalta. Määrällisessä tutkimuksessa aineiston käsittely tarkoittaa, että saatu tutkimusaineisto tarkistetaan, tiedot syötetään ja tallennetaan sellaiseen muotoon, että niitä voidaan tulkita numeraalisesti taulukoiden avulla (Vilkkä 2007, 106). Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeistä on selvittää johtopäätökset aiemmista tutkimuksista ja löytää aiemmat teoriat aiheesta sekä tehdä aineiston keruuseen suunnitelma, joka soveltuu määrälliseen eli numeraaliseen mittaamiseen. Tämä jälkeen määritellään tutkimuksen perusjoukko, ja otetaan tästä perusjoukosta otos. Tulokset kirjataan taulukkomuotoon sekä tilastollisesti käsiteltävään muotoon. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 136.)

Havainnoinnin osalta tutkimus on kvalitatiivinen tutkimus. Kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen lähtökohtana on todellisen elämän kuvaaminen mahdollisimman kokonaisvaltaisesti sekä löytää ja paljastaa tosiasioita. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on tyypillistä kerätä aineisto luonnollisessa, todellisessa tilanteessa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 157-160.)

Havainnointitutkimuksen osalta havaintojen tuottaminen etenee parhaiten kysymysten avulla. Tärkeimmät kysymykset tutkimusta tehdessä ja analysoidessa ovat: mitä, kuinka, miten ja miksi? (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 78.) Havainnointi on tieteellisen tutkimuksen yksi perusmetodi, joka on tutkimuskohteen tietoista tarkkailua. Havainnoinnilla saadaan tietoa esimerkiksi siitä, toimivatko ihmiset kuten he sanovat toimivansa. Havainnot voidaan tehdä tutkimuskohteen luonnollisessa ympäristössä. (Vilkkä 2006, 37-38.)

Havainnointitapana oli tarkkaileva havainnointi. Tämä tarkoittaa, että tilannetta havainnoitiin ulkopuolisen silmin osallistumatta toimintaan. Havainnoinnin kohteena ovat vain ennalta mietityt asiat. (Vilkkä 2006, 43.) Tämä tutkimusmetodi sopi tutkimukseen, koska tutkijan ja tutkimuskohteen aktiivisella vuorovaikutuksella ei ollut merkitystä tiedonhankinnalle. Säteilysuojien käyttöä seurattiin ulkopuolisena osallistumatta toimenpiteeseen.

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tietoperustan ja tutkimussuunnitelman tekeminen aloitettiin kesällä 2016. Tutkimuksen kohteena oli todellinen koronaariangiografiatutkimus tai -toimenpide, jonka aikana tehtiin mittauksia ja havainnointia Oulun Yliopistollisen sairaalan kardiologisella osastolla. Tutkimus rajattiin koskemaan koronaariangiografiassa työskentelevän henkilökunnan säteilyannosta ja säteilysuojien käyttöä. Tutkimus ei vaikeuttanut henkilökunnan toimintaa.

Tutkimussuunnitelma saatiin valmiiksi lokakuussa 2016. Tutkimuslupahakemuksia tulostettiin kolmena kappaleena allekirjoitettavaksi työn tekijöille, ohjaukselle opettajille ja työelämän yhteyshenkilölle. Tutkimussuunnitelman ja -lupahakemukset toimitettiin medisiinisen puolen opiskelijakoordinaattorille, joka luki tutkimussuunnitelman läpi ja pyysi tekemään pieniä muutoksia liittyen potilastietoihin ja salassapitovelvollisuuteen. Muutosten teon jälkeen tutkimusluvut liitteineen lähetettiin hyväksyttäväksi. Tutkimusluvan saaminen kesti kaikkinaisen noin kaksi viikkoa. Hakuprosessin aikana sovittiin alustavasti kolme mittauspäivää. Tutkimussuunnitelma esiteltiin projektitiimille lokakuussa 2016.

Ennen varsinaisen tutkimuksen toteuttamista käytiin tutustumassa yksikön toimintaan. Käynnillä tutustuttiin toimenpidehuoneessa käytettävään laitteistoon sekä henkilökunnalle ja potilaille käytettäviin säteilysuojiin. Käynnillä saatiin tärkeää tietoa siitä, ketä salissa työskentelee ja missä roolissa. Ennen tutkimuksen aloittamista käytiin keskustelemassa osastonhoitajan kanssa tutkimuksesta ja sen aikataulusta. Tutkimusluvan saatua osastonhoitaja informoi henkilökuntaa tulevasta tutkimuksesta.

Perusjoukkona olivat koronaariangiografiaan tulevien potilaiden tutkimukseen osallistuvat röntgenhoitajat, sairaanhoitajat ja kardiologit. Tutkimukseen osallistuva henkilökunta valikoitui satunnaisesti eli tutkittavia ei etukäteen määriteltä tai valittu vaan tutkimukseen osallistuivat ne hoitajat ja lääkärit, jotka olivat mitaushetkellä tekemässä koronaariangiografiaa.

Mittaustutkimusten aineisto koostui 12 toimenpiteestä. Tavoite oli saada tutkimustuloksiin ainakin kymmenen onnistunutta mittausta. Toimenpiteet tutkimusta varten valittiin satunnaisesti. Tutkimuksesta ei suljettu pois toimenpiteitä, jotka jatkuivat koronaangiografiakuvauksesta toimenpiteeseen.

Annosmittareita sijoitettiin eri kohtiin kohdehenkilöiden vartaloa säteilysuojien päälle. Annosmittari sijoitettiin kohtisuoraan ja oikein päin säteilylähteeseen nähden. Kardiologille ja instrumenttihoitajalle sijoitettiin mittareita silmien korkeudelle ja kilpirauhasen korkeudelle. Potilasta tarkkailevalle hoitajalle annosmittari sijoitettiin rinnan tasolle. Annosmittarin paras paikka on yleensä henkilökunnan rinnassa työvaatteisiin kiinnitettynä. Säteilysuojia käytettäessä annosmittari sijoitetaan niiden ulkopuolelle. Kun annos mitataan suojan ulkopuolelta, voidaan arvioida myös ihon ja silmien säteilyaltistusta. (Lehtinen 2013, viitattu 9.9.2016.) Mittarit asetettiin jokaisessa tutkimuksessa samoihin kohtiin, jotta mittaustulokset ovat vertailukelpoisia keskenään. Mittaukset tehtiin samassa toimenpidehuoneessa ja samalla läpivalaisulaitteella.

5.1 Aineiston keruu

Mittaukset tehtiin Oulun yliopistollisessa sairaalassa kardiologisella osastolla salissa neljä. Mittaukset toteutettiin suunnitellusti kolmena päivänä. Tarkoitus oli tehdä mittaukset salissa kolme, mutta laiterikon vuoksi vaihdettiin tutkimushuonetta. Salissa käytössä oleva läpivalaisulaite oli Philips Allura Clarity, joka oli hankittu osastolle vuonna 2015.

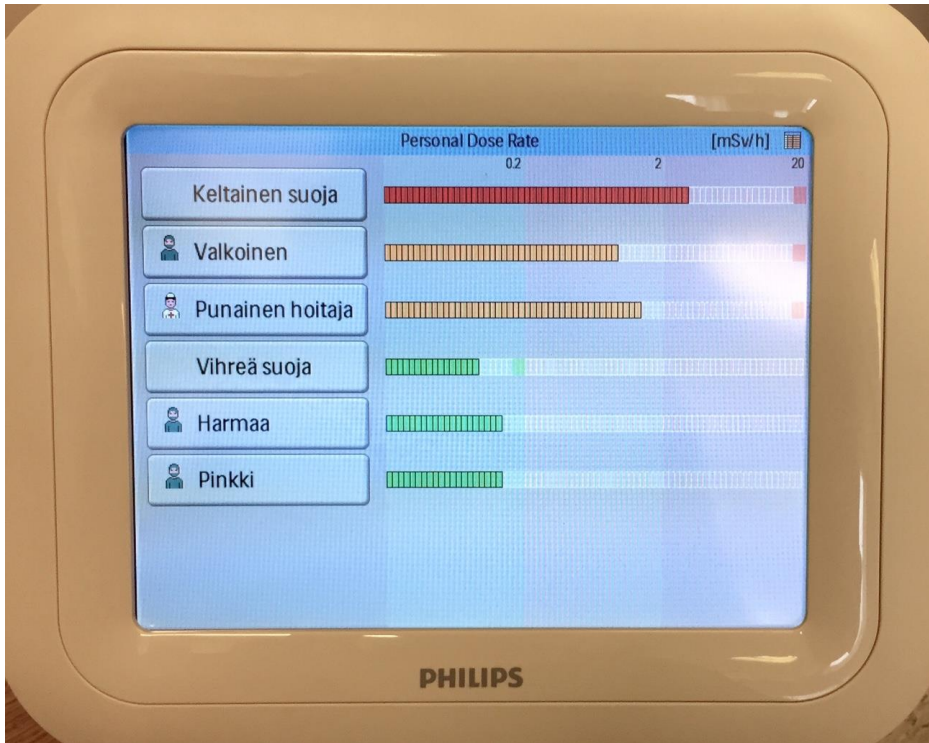
Esivalmisteluihin varattiin aikaa 10 minuuttia ennen tutkimuksen aloittamista. Esivalmisteluihin kuului mittareiden kiinnittäminen henkilökunnalle sekä laitteiston valmistelu. Ensimmäisenä mittauspäivänä oli viisi potilasta, toisena päivänä kolme potilasta ja viimeisenä päivänä neljä potilasta. Osa tutkimuksista oli hyvin nopeita eli sepelvaltimot kuvautuivat helposti eikä toimenpiteille ollut tarvetta. Noin puolet tutkimuksista etenivät pallolaajennukseen ja stenttaukseen asti.

Tutkimuksen annokset mitattiin DoseAware-annosmittausjärjestelmällä. Mittareita oli käytettävänä kuusi. Mittareiden käyttöä opeteltiin ammattikorkeakoululla

natiiviröntgentutkimuslaitteella ennen varsinaista tutkimusta ja samalla testattiin mittaustaitteiston toimintaa. Laitteisto koostui kuudesta Personal Dose-mittarista sekä BaseStationista. Analysoinnissa käytettiin apuna DoseManager- ja Dose-View -ohjelmistoja, joiden avulla annostiedot siirrettiin tietokoneelle.

Doseawaren avulla voidaan mitata röntgensäteilyä, kun annos vaihtelee välillä 1 μSv –10 Sv ja säteily on energialtaan 33 keV-101 keV. Laitteistolla saadaan mitattua säteilyannoksia jopa hyvin alhaisilla annostasoilla. Mittaustarkkuus laitteistossa on 1 μSv ja mittauserpävarmuus on 5 %. (Henner & Manninen 2011, viitattu 14.9.2016.) Annosmittarissa on kiinteä puolijohdepiidetektori joka mittaa henkilökunnan kumulatiivisen säteilyannoksen 10 millimetrin syvyydeltä eli syväannoksen Hp(10) sekä annosnopeuden. (Vano, Fernandez & Sanchez 2011, viitattu 14.9.2016).

Annosnopeus näkyy BaseStationissa erivärisinä palkkeina (Kuvio 4). Vihreä väri kuvaa annosta, jonka annosnopeus on alle 0,2 mSv/h, oranssi väri kuvaa annosta, jonka annosnopeus on välillä 0,2-2 mSv/h ja punainen annosta jonka annosnopeus on yli 2 mSv/h. (Henner & Manninen 2011, viitattu 14.9.2016.) BaseStation päätelaite sijoitettiin toimenpidehuoneeseen, jotta langaton yhteys toimisi mahdollisimman hyvin, koska aiemmissa opinnäytetöissä kyseistä mittaustaitteistoa käytettäessä on ollut ongelmia annosten rekisteröitymisessä järjestelmään. Näyttöä pystyttiin seuraamaan säätöhuoneesta.



Kuvio 4. BaseStation (Kuva Sari Simpura).

Mittarit on eroteltu toisistaan erivärisillä kehyksillä. (Kuvio 5). Mittausjärjestelmä erotteli mittaustulokset mittareiden värien mukaan. Mittareiden sijoituspaikat kirjattiin ylös. Kirjaamista varten oli erillinen lomake (LIITE 1), jonka toimivuus testattiin etukäteen.



Kuvio 5. DoseAware-mittarit (Kuva Sari Simpura).

Säteilysuojien käyttämistä seurattiin havainnoimalla tutkimustilannetta toimenpidehuoneen lasin takaa. Tutkimuksen aikana ei oltu tarpeettomasti tutkimus-
huoneessa vaan mittareita seurattiin ja säteilysuojien käyttöä havainnoitiin säätöhuoneesta. Säteilysuojia koskevaa havainnointia varten tehtiin erillinen lomake (LIITE 2), johon kirjattiin tehdyt havainnot. Henkilökunnan sijoittumisen tutkimus-
huoneessa merkittiin ylös sitä varten tehtyyn toimenpidehuoneen pohjakuvaan (LIITE 4).

5.2 Aineiston analysointi

Mittausten päätyttyä mittaustulokset purettiin Philipsin Dose Manager ohjelmistolla. Ohjelman avulla saatiin jokaisen mittarin keräämän säteilyannoksen raakadatan, joka sisälsi kaikkien mittausten annokset. Annokset eroteltiin päivämäärän ja kellonajan perusteella. Säteilyannokset ja läpivalaisuajat kirjattiin tutkimuskohtaisesti niitä varten tehtyyn taulukkoon. Taulukkoon kirjattiin myös tutkimuksen numero ja potilaan koko (Taulukko 1). Raakadatasta saadut säteilyannokset laskettiin yhteen, jotta saatiin mittariin tullut tutkimuskohtainen säteilyannos.

Jotta mittaustulokset olisivat luotettavia, laskettiin kaikki säteilyannokset raakadatasta kahteen kertaan. Potilaan kokoa arvioitiin silmämääräisesti asteikolla pieni, normaali tai suuri. Arvioinnissa kiinnitettiin huomiota erityisesti kuvattavan alueen seutuun ja sen paksuuteen. Tutkimuksen tyyppi kirjattiin havainnointivaiheessa, mutta taulukoissa niitä ei eroteltu. Henkilökunnan määrä tutkimushuoneessa ei vaihdellut tutkimusten välillä, joten sitä ei kirjattu ylös.

Säteilysuojien käyttöä koskevat havainnot kirjattiin tutkimuskohtaisesti niitä varten tehtyyn havainnointipöytäkirjaan. Tehdyt havainnot analysoitiin tutkimuskohtaisesti kiinnittäen huomiota henkilökunnan sijoittumiseen tutkimushuoneessa, säteilysuojien käyttöön ja niiden sijoitteluun.

6 TULOKSET

Tutkimusaineisto analysoitiin tutkimuskohtaisesti, jotta tutkimuksia olisi helpompi vertailla toisiinsa. Analysoinnissa käsiteltiin henkilökunnan saamia säteilyannoksia, suojen käyttöä ja henkilökunnan työtapoja.

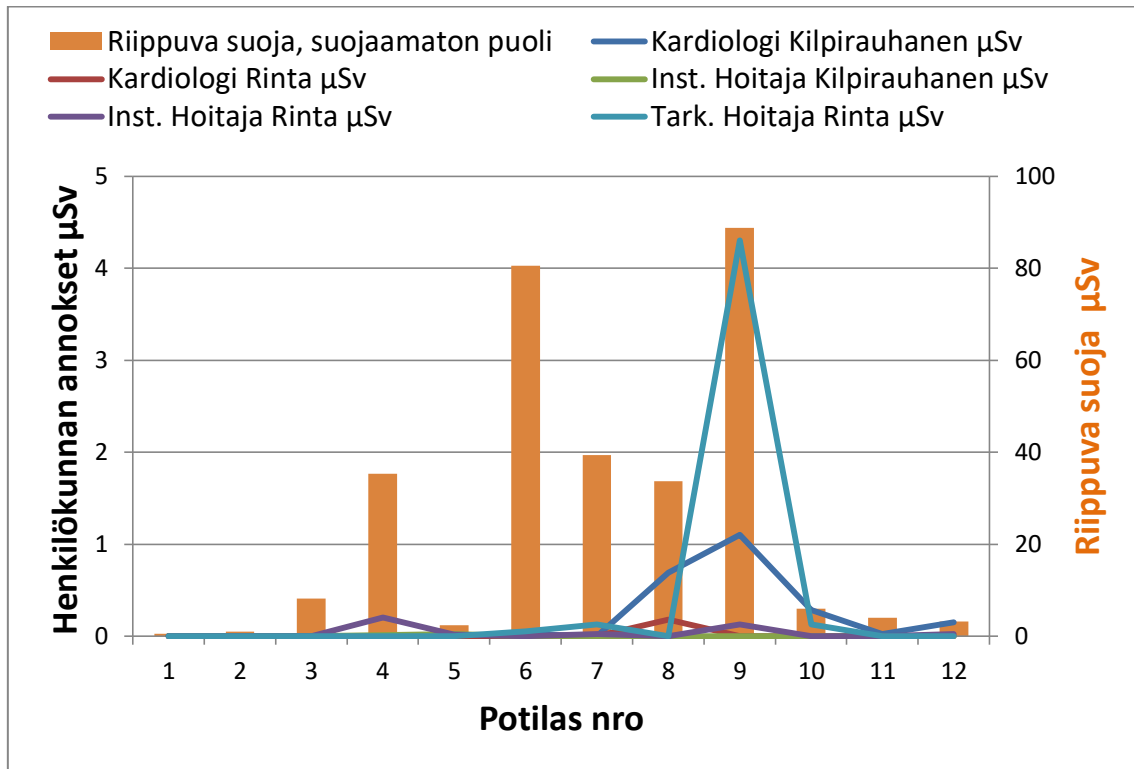
6.1 Henkilökunnan annokset koronaangiografiassa

Tutkimuksessa suurin annos 4,3 μSv yhdestä tutkimuksesta tuli tarkkailevalle hoitajalle. Kardiologin suurin annos 1,1 μSv tuli samassa tutkimuksessa. Instrumenttihoitajalle kertyi säteilyannosta 0,13 μSv tässä tutkimuksessa. Muutoin mittareihin tulleet annokset olivat pieniä tai mitattavia annoksia ei ollut ollenkaan (Taulukko 1).

Taulukko 1. Henkilökunnan säteilyannokset tutkimuskohtaisesti.

Potilas nro	Potilaan koko	Kardiologi Kilpirauhanen μSv	Kardiologi Rinta μSv	Inst. Hoitaja μSv	Inst. Hoitaja μSv	Tark. Hoitaja μSv	Riippuva suoja μSv	Kokonaislöpivalaisu-aika	Tutkimuksen tyyppi: Pelkkä tutkimus (T) / toimenpide (TP)
1	Normaali	0	0	0	0	0	0,512	3 min 27 s	T
2	Normaali	0	0	0	0	0	1,024	6 min 45 s	TP
3	Normaali	0	0	0	0	0	8,2176	9 min 38 s	T
4	Suuri	0	0	0,011	0,204	0	35,302	6 min 38 s	T
5	Suuri	0	0	0,025	0,020	0	2,3808	3 min 57 s	T
6	Normaali	0,025	0	0	0	0,051	80,486	11 min 21 s	TP
7	Pieni	0	0	0	0,025	0,128	39,386	29 min 37 s	TP
8	Suuri	0,691	0,179	0	0	0	33,713	11 min 56 s	TP
9	Normaali	1,100	0	0	0,128	4,300	88,767	17 min 5 s	TP
10	Normaali	0,281	0	0	0	0,128	5,939	1 min 22 s	T
11	Pieni	0,025	0	0	0	0	3,968	1 min 3 s	T
12	Normaali	0,153	0	0	0,025	0	3,2512	3 min 25 s	TP

Punainen mittari oli kiinnitetty kardiologin kilpirauhassuojaan ja harmaa mittari kardiologin silmän tasolle. Pinkki mittari oli instrumenttihoitajan kilpirauhassuojassa ja keltainen mittari instrumenttihoitajan rinnan tasolla. Valkoinen mittari oli tarkkailevan hoitajan rinnan tasolla ja vihreä mittari riippuvan suojan suojaamattomalla puolella. Liitteessä neljä kaavio henkilökunnan ja mittareiden sijoittelusta huoneessa (LIITE 4).



Kuvio 6. Mittareihin kertyneet annokset tutkimuskohtaisesti. Henkilökunnan annokset luetaan vasemmalta pystyakselilta ja katosta riippuvan suojan annokset luetaan oikealta pystyakselilta.

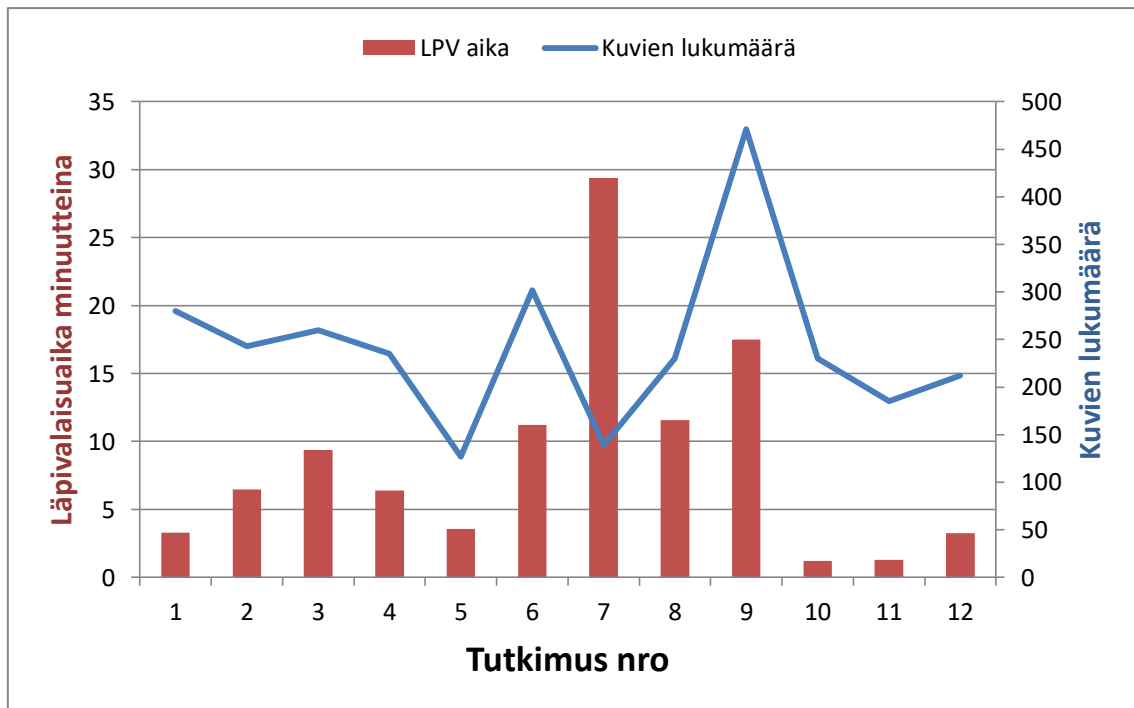
Suurimmassa osassa tutkimuksista riippuvassa suojassa olevaa mittaria lukuun ottamatta ei annoksia kertynyt tai ne olivat pieniä (Kuvio 6). Muutamissa tutkimuksissa annokset olivat muita huomattavasti suurempia. Ne aiheutuivat pääasiassa kattokiinnitteisen suojan huonosta käytöstä ja henkilökunnan sijainnista tutkimushuoneessa läpivalaisun aikana.

Tutkimuksessa neljä tehtiin vain koronaariangiografia, joka ei edennyt toimenpiteeseen asti. Tutkimuksessa oli alavartalosuoja käytössä, mutta potilaan päälle

tulevaa lyijysuojaa ei käytetty, mikä nosti potilaasta sironneen säteilyn määrää. Kattokiinnitteisen suojan vihreään mittariin kertyi tässä tutkimuksessa annosta 35,30 μSv . Instrumenttihoitajan rinnan tasolla olevaan mittariin kertyi 0,2 μSv ja kilpirauhasen tasolla olevaan mittariin 0,01 μSv .

Tutkimuksessa kahdeksan tehtiin koronaariangiografia sekä painevaijerimittaus. Kattokiinnitteinen suoja jäi usein irti potilaasta, jolloin kardiologin silmäntasolla olevaan harmaaseen mittariin kertyi annosta 0,18 μSv ja kilpirauhasen kohdalla olevaan punaiseen mittariin kertyi annosta 0,69 μSv . Muissa tutkimuksissa harmaaseen mittariin ei kertynyt annoksia, joten annokset johtuivat siitä, ettei kattokiinnitteistä suojaa käytetty oikein. Pöytää liikutellessa kardiologi kumartui lähemmäs pöydän alla olevaa putkea, mikä näkyi heti piikkinä annoksessa.

Tutkimuksessa yhdeksän tehtiin koronaariangiografia sekä angioplastia. Tutkimuksen aikana kattokiinnitteinen suoja ei ollut kiinni potilaassa. Kardiologin kilpirauhasen tasolla olevaan punaiseen mittariin kertyi annosta 1,1 μSv . Potilasta tarkkailevan hoitajan rinnan tasolla olevaan valkoiseen mittariin kertyi annosta 4,3 μSv , joka oli suurin koko tutkimuksen aikana. Tämä johtui siitä, että potilaan vointi romahti kesken tutkimuksen ja hoitajan piti käydä useita kertoja lääkitsemässä potilasta ja vaihtamassa infuusionestepussia, joten hän oli pitkiäkin hetkiä potilaan lähellä säteilyn ollessa päällä. Kanyylia tarkistaessa hän myös kumartui lähelle röntgenputkea, mikä näkyi heti piikkinä annoksessa. Instrumenttihoitajan rinnassa olevaan keltaiseen mittariin kertyi annosta 0,13 μSv . Kattokiinnitteinen suoja ei ollut tiiviisti kiinni potilaassa, joka aiheutti luultavasti annokset kardiologille ja instrumenttihoitajalle.



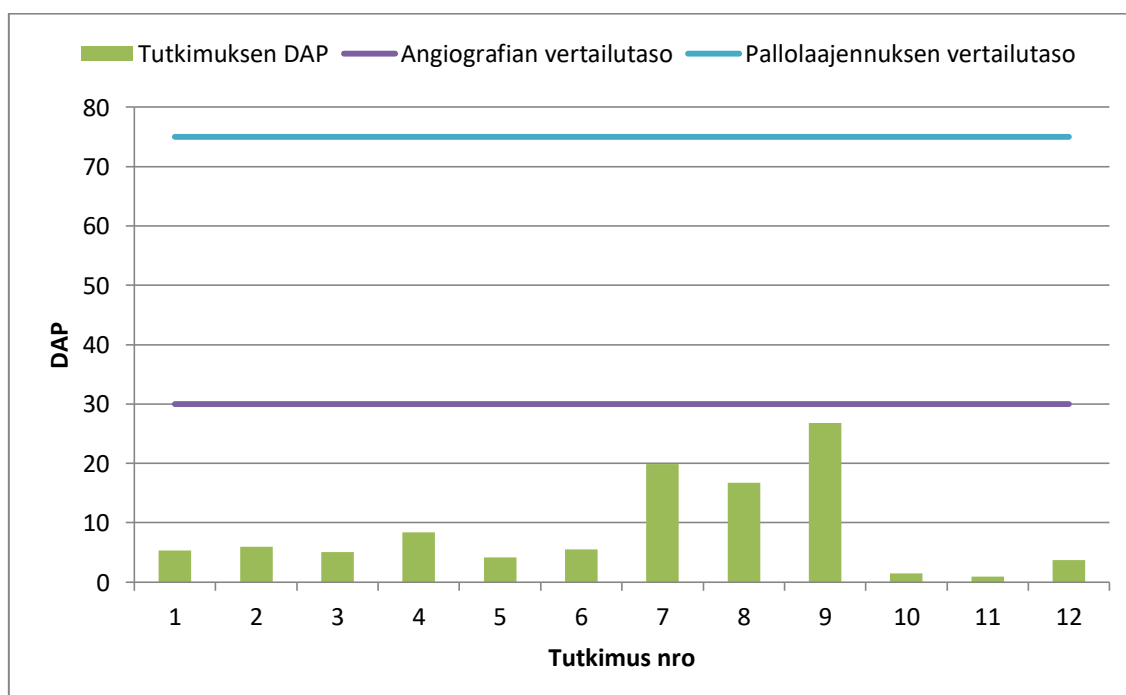
Kuvio 7. Kokonaisläpivalaisuaika ja kuvien lukumäärä tutkimuskohtaisesti.

Tutkimuksen pisin läpivalaisuaika oli tutkimuksessa seitsemän, jossa henkilökunnalle ei juuri kertynyt annoksia. Kuvien lukumäärä oli kuitenkin toiseksi alaisin kaikista tutkimuksista. Tutkimuksessa yhdeksän tuli suurimmat annokset henkilökunnalle. Siinä läpivalaisuaika oli pienempi kuin tutkimuksessa seitsemän, mutta kuvien lukumäärä oli huomattavasti suurempi kuin missään muussa tutkimuksessa (Kuvio 7).

Taulukko 2. Potilaan annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) ja kumuloitunut annos tutkimuskohtaisesti.

Potilas nro	DAP (mGycm ²)	Kumulatiivinen annos (mGy)
1	5003	71
2	5938	99,18
3	5091	100,37
4	8348	128
5	4189	81,77
6	5520	113,84
7	19 858	323,62
8	16 702	358,57
9	26 830	594,48
10	1425	57,8
11	934	25,99
12	3726	108,63

Tutkimuksen suurin pinta-alan ja annoksen tulo (DAP) oli tutkimuksessa 9, jossa DAP lukemaksi tuli 26,86 Gycm² (Taulukko 2). Säteilyturvakeskuksen pallolaajennuksille asettama vertailutaso on 75 Gycm². Missään tutkimuksessa ei ylitetty säteilyturvakeskuksen potilaalle asettamia angiografian vertailutasoja, vaikka kuudessa tutkimuksesta tehtiin myös toimenpide (Kuvio 8).



Kuvio 8. Annoksen ja pinta-alan tulo tutkimuskohtaisesti.

6.2 Liikuteltavien säteilysuojien sijoittelu koronaariangiografiatutkimuksen aikana

Kattokiinnitteisen suojan käytössä oli lääkärikohtaisia eroja. Toiset olivat hyvin tarkkoja sen käytöstä ja toisilla jäi rako potilaan ja suojan välille. Tällöin kardiologille kertyi annosta kilpirauhasen tasolle sijoitettuun mittariin ja se vaikutti myös kardiologin takana olevan instrumenttihoitajan säteilyannokseen.

Lisäksi jokaisessa tutkimuksessa oli käytössä tutkimuspöydässä kiinni olevat lyijysuojat ja kattokiinnitteinen suoja. Kattokiinnitteinen liikuteltava lyijysuoja sijoitettiin potilaan päälle kardiologin ja säteilykeilan väliin.

Tutkimuspöydässä kiinteästi olevat suojat suojaavat henkilökuntaa tutkimuspöydän alta tulevalta säteilyltä. Tämä suoja asettuu kardiologin alavartalon suojaksi säteilykeilan ja kardiologin väliin. (Kuvio 9).



Kuvio 9. Tutkimuspöydässä kiinni olevat lyijysuojat ja kattokiinnitteinen lyijysuoja. (Kuva Sari Simpura).

6.3 Henkilökohtaisten säteilysuojien käyttö

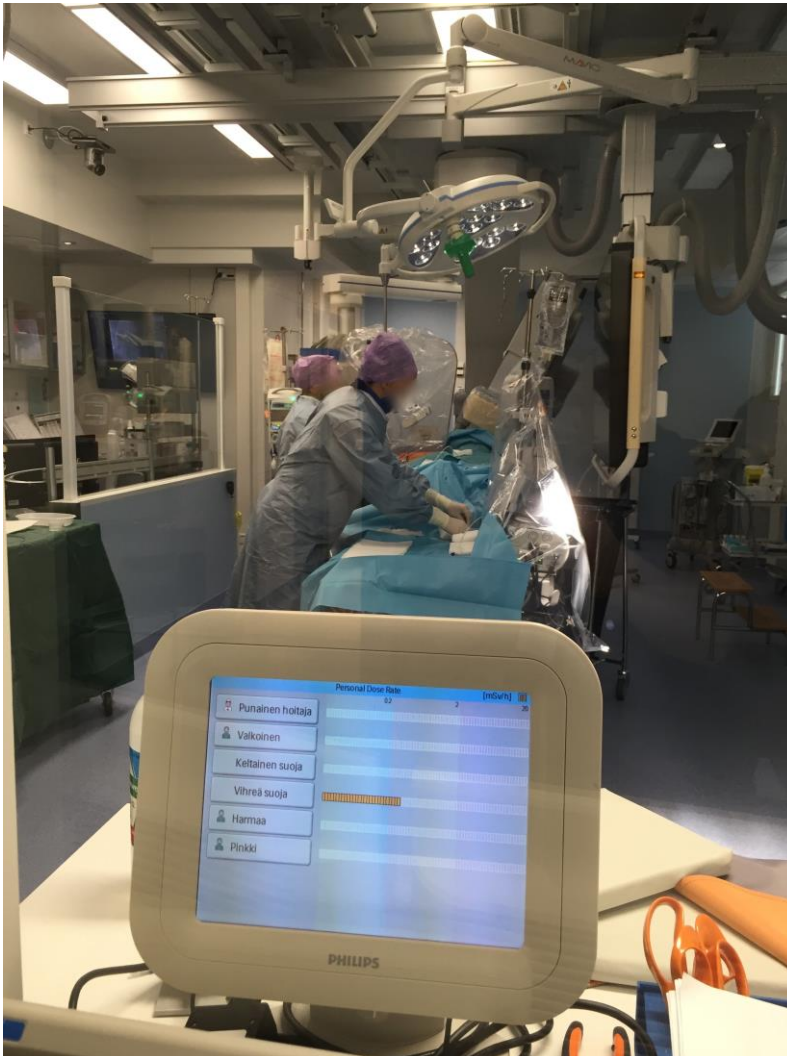
Henkilökunta käytti erinomaisesti henkilökohtaisia lyijysuojia. Jokaisessa tutkimuksessa oli käytössä henkilökohtaiset lyijysuojat, joihin kuului kilpirauhassuoja, lyijyhame ja lyijyliivi (Kuvio 10). Tutkimuksen aikana kaksi lääkäriä käytti lyijylaseja tai lyijyvisiiriä. Kukaan lääkäreistä ei käyttänyt lyijyhanskoja eikä lyijypäähinettä.



Kuvio 10. Henkilökohtaiset lyijysuojat. Hame, liivi ja kilpirauhassuoja (Kuva Sari Simpura).

Toimenpidehenkilökunnasta tarkkaileva hoitaja suojautui lyijyseinän taakse, jonka lisäksi hänen oli mahdollisuus käyttää liikuteltavia lyijyseiniä. Missään tutkimuksessa ei käytetty liikuteltavia lyijyseiniä. Tarkkaileva hoitaja voi altistua säteilylle potilasta lääkitessä tai hoitotoimenpiteitä tehdessä, jos läpivalaisu on tuolloin päällä. Jos säteily on päällä ja potilas tarvitsee lähempää tarkkailua, voidaan liikuteltava lyijyseinä ottaa suojaamaan, jos se suinkin on mahdollista. Röntgenhoitaja kävi tutkimuksen aikana viemässä steriiliksi pukeutuneelle inst-

rumenttihoitajalle tutkimus- ja toimenpidevälineitä, mutta pääasiassa hän oli säätöhuoneen puolella lyijyseinän takana. Instrumenttihoitaja otti toimenpiteen aikana etäisyyttä säteilylähteeseen silloin kun lääkäri ei tarvinnut avustusta. Hän seiso i lyijyseinän takana tai säätöhuoneen puolella (Kuvio 11). Henkilökunnan ja säteilysuojien sijoittumisen huoneessa havainnoidaan tutkimushuoneen pohjakuvassa (LIITE 4).



Kuvio 11. Henkilökunnan sijoittuminen toimenpiteessä. (Kuva Sari Simpura).

Potilaan päälle laitettavien suojien käytössä oli eroja. Potilaan päälle laitettiin kahdenlaisia suojia suojaamaan henkilökuntaa säteilyltä. Toinen suoja laitettiin yleensä potilaan alavatsan päälle, steriilin liinan alle niin, että se oli kunnolla tutkimuspöydässä kiinni kardiologin puolelta. Näin ollen se suojasi parhaiten potilaasta siroavalta säteilyltä. Tätä suojaa ei aina voitu käyttää, jos punktio oli ni-

vusen kautta. Käytössä oli myös kahdenlaisia steriiliksi peiteltyyn potilaan päälle laitettavia suoja, jotka aseteltiin potilaan päälle punktion jälkeen suojaamaan henkilökuntaa siroavalta säteilyltä (Kuvio 12). Toinen näistä oli tarkoitettu rannepunktiossa käytettäväksi ja toinen nivuspunktiossa käytettäväksi.



Kuvio 12. Potilaan päälle, steriilille alueelle laitettavat lyijysuojat, jotka suojaavat henkilökuntaa siroavalta säteilyltä (Kuva Sari Simpura).

7 TULOSTEN YHTEENVETO

Tutkimusaineiston suurin annos 4,3 μSv tuli tarkkailevalle hoitajalle tutkimuksessa, jossa hän lääkitsi potilasta läpivalaisun ollessa päällä. Kardiologin suurin annos 1,1 μSv tuli samassa tutkimuksessa. Instrumenttihoitajalle kertyi säteilyannosta 0,13 μSv tässä tutkimuksessa. Nämä annokset olivat pieniä vuosittaiseen annosrajaan verrattuna. Esimerkiksi kardiologin pitäisi tehdä 20 000 tutkimusta vuodessa, jotta vuosittaiset annosrajat ylittyisivät. Tarkkailevan hoitajan saama suurin annos oli yksittäinen, muuten annokset olivat pieniä. Myös muihin mittareihin tulleet annokset olivat pieniä tai annoksia ei ollut ollenkaan.

Suurimmassa osassa tutkimuksista ei annoksia kertynyt tai ne olivat pieniä, lukuun ottamatta riippuvan lyijysuojan suojaamattomalle puolelle kiinnitettyä mittaria. Muutamissa tutkimuksissa annokset olivat muita huomattavasti suurempia. Ne aiheutuivat pääasiassa kattokiinnitteisen suojan huonosta käytöstä ja henkilökunnan sijainnista tutkimushuoneessa läpivalaisun aikana. Potilaan päälle laitettava lisäsuoja vaikutti merkittävästi potilaasta sironneen säteilyn määrään.

DAP-lukemat olivat joissakin tutkimuksissa huomattavia, mutta oikeaoppisen suojien käytön ja työskentelytapojen johdosta nämä eivät vaikuttaneet suoraan henkilökunnan annoksiin. Tutkimuksen suurin pinta-alan ja annoksen tulo (DAP) oli tutkimuksessa 9, jossa DAP lukemaksi tuli 26,86 Gycm^2 .

Henkilökunta käytti erinomaisesti henkilökohtaisia lyijysuojia. Jokaisessa tutkimuksessa oli käytössä henkilökohtaiset lyijysuojat, joihin kuului kilpirauhasuoja, lyijyhame ja lyijyliivi.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että henkilökunnan saamat säteilyannokset olivat erittäin pieniä. Katosta riippuvan säteilysuojan huolellinen käyttö vaikuttaa henkilökunnan säteilyannoksiin huomattavasti. Henkilökunnan sijainnilla tutkimushuoneessa läpivalaisun aikana on myös suuri vaikutus säteilyannoksiin.

8 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli kuvailla henkilökunnalle aiheutuvaa säteilyaltistusta koronaariangiografiatutkimuksissa ja henkilökunnan säteilysuojainten käyttöä tutkimuksen aikana. Tutkimuksessa saatiin tarkkaa tietoa henkilökunnan säteilyannoksista ja säteilysuojien käytöstä koronaariangiografiassa. Tavoitteena on kehittää henkilökunnan säteilyturvallisuutta ja tutkimustuloksia voidaan hyödyntää uuden kuvantamislaitteen kehittämisessä, henkilökunnan säteilyaltistuksen optimoinnissa sekä turvallisuuskulttuurin kehittämisessä.

8.1 Tulosten tarkastelu

Tutkimusaineiston suurin annos 4,3 μSv tuli tarkkailevalle hoitajalle tutkimuksessa, jossa hän lääkitsi potilasta läpivalaisun ollessa päällä. Kardiologin suurin annos 1,1 μSv tuli samassa tutkimuksessa. Instrumenttihoitajalle kertyi säteilyannosta 0,13 μSv tässä tutkimuksessa. Tutkimuksen kaikki säteilyannokset on mitattu säteilysuojien päältä. Muutoin mittareihin tulleet annokset olivat pieniä tai annoksia ei ollut ollenkaan. Toimintaa voisi kehittää siten, että potilaan voinnin salliessa ei läpivalaisua käytettäisi potilasta lääkityksessä.

Euroopan unionissa vahvistetun 2013/59/Euratom perusdirektiivin mukaan efektiivinen annosraja on 20 mSv vuodessa. Silmän mykiön ekvivalenttiannos on 20 mSv vuodessa tai 100 mSv viidessä vuodessa, maksimissaan 50 mSv vuodessa. (Neuvoston direktiivi 2013/59/Euratom, viitattu 2.9.2016.) Kardiologin keskimääräinen annos tutkimusta kohden oli kilpirauhasen tasolla säteilysuojan päältä mitattuna 0,19 μSv , joten näiden tulosten perusteella kardiologin pitäisi tehdä noin 100 000 tutkimusta vuodessa, jotta hänen säteilyaltistuksensa ylittäisi asetetut annosrajat. Vuonna 2015 verisuonten varjoainetutkimuksia tehtiin 34 083 kappaletta. Näistä tutkimuksista 24 761 tutkimusta tehtiin sydämeen ja/tai sepelvaltimoihin. (Suutari 2016, viitattu 13.1.2017.)

Kardiologin keskimääräinen annos tutkimusta kohden oli kilpirauhasen tasolla 0,19 μSv ja rinnan tasolla 0,01 μSv . Instrumenttihoitajan keskimääräinen annos kilpirauhasen tasolla oli 0,003 μSv ja rinnan tasolla 0,03 μSv . Potilasta tarkkailevan hoitajan keskimääräinen annos tutkimusta kohden oli 0,4 μSv . Potilasta tarkkailevan keskimääräinen annos oli suuri yksittäisen suuren annoksen 4,3 μSv vuoksi. Jos sitä ei otettu huomioon, oli keskimääräinen annos 0,03 μSv tutkimusta kohden.

Kaksi aikaisemmin käsiteltyä tutkimusta vastaavat tehty tutkimusta melko hyvin. Tutkimukset ovat toteutettu Iranissa ja Sudanissa. Verrattuna tehtyyn tutkimukseen ovat Iranissa ja Sudanissa henkilökunnan keskimäärin yhtä tutkimusta kohden saamat säteilyannokset suurempia. Iranissa tehdyssä tutkimuksessa keskimääräinen efektiivinen annos yhtä toimenpidettä kohden oli kardiologeilla 2,123 μSv ja sairaanhoitajilla ja röntgenhoitajilla 0,274 μSv . Sudanissa tehdyssä tutkimuksessa keskimääräinen efektiivinen annos yhtä toimenpidettä kohden oli kardiologeilla rinnan alueella 112,7 μSv ja muulla henkilökunnalla rinnan tasolla 13,4 μSv . Se, millä tasolla henkilökunnan säteilynsuojelu ja annoksen optimointi ovat kohdemaissa, ei tiedetä. Lisäksi tulee ottaa huomioon, että Iranissa tehty tutkimustulos koostui 687 tutkimuksesta ja Sudanissa tehty tutkimus koostui 61 tutkimuksesta. Tässä opinnäytetyössä tutkimukset olivat lyhytkestoisia ja tutkimustulokset koostuivat vain 12 tutkimuksesta, joka voi vaikuttaa siihen, että vertailukohteena käytetyissä tutkimuksissa keskimääräinen annos voi olla suurempi suuren otannan vuoksi. Kardiologien säteilyn käytön turvallisuuskulttuuri voi olla heikompi tasolta kuin Suomessa, joka voi selittää myös korkeat annokset. Tietoa ei ole myöskään kohdemaissa käytössä olevasta laitteistosta.

Tutkimustulokset ovat vertailukelpoisia keskenään, mutta tutkimustuloksia vertailtaessa on huomioitava, että muuttuvia tekijöitä on paljon. Huomioitavia tekijöitä olivat potilaan koon vaihtelu, tutkimusten keston vaihtelu, kuvien lukumäärä, toimenpiteen tekijän vaihtuminen tutkimusten aikana ja erot kuvauksissa käytetyn kattokiinnitteisen suojakilven käytössä. Potilaan päälle laitettavaa säteilynsuojaa ei käytetty jokaisessa tutkimuksessa. Kuvaussuunta vaikutti kertyneeseen annokseen merkittävästi.

Vuonna 2015 verisuonten varjoainetutkimuksia tehtiin 34 083 kappaletta. Näistä tutkimuksista 24 761 tutkimusta tehtiin sydämeen ja/tai sepelvaltimoihin. Vaikka henkilökunnan tutkimuskohtaiset annokset ovatkin pieniä, ovat tutkimusmäärät suuria, joten henkilökunnan vuosittaiset annokset voivat olla huomattavia.

DAP-lukemat olivat joissakin tutkimuksissa huomattavia, mutta oikeaoppisen suojien käytön ja työskentelytapojen johdosta nämä eivät vaikuttaneet suoraan henkilökunnan annoksiin. Tutkimuksen suurin pinta-alan ja annoksen tulo (DAP) oli tutkimuksessa 9, jossa DAP lukemaksi tuli 26,86 Gy cm^2 . Säteilyturvakeskuksen pallolaajennuksille asettama vertailutaso on 75 Gy cm^2 . Missään tutkimuksessa ei ylitetty säteilyturvakeskuksen potilaalle asettamia angiografian vertailutasoja, vaikka kuudessa tutkimuksista tehtiin myös toimenpide.

Mittausten aikana koko henkilökunta käytti henkilökohtaisia suoja erittäin hyvin. Liikuteltavan suojan oikeaoppisen käytön ansiosta monessa tutkimuksessa mitattavaa annosta ei kertynyt. Kattokiinnitteisen suojan käytössä oli lääkärikohtaisia eroja. Kardiologit käyttivät kattokiinnitteistä suojaa pääsääntöisesti erinomaisesti, vain muutamissa tilanteissa suojan ja potilaan välille jäi rako, jolloin siroavaa säteilyä pääsi kattokiinnitteisen suojan ohitse ja tämä näkyi myös reaaliaikaisesti piikkinä annoksessa. Tällöin kardiologille kertyi annosta kilpirauhasen tasolle sijoitettuun mittariin, joka vaikutti myös kardiologin takana olevan instrumenttihoitajan säteilyannokseen. Säteilyturvallisuus koulutuksella voisi yhtenäistää kardiologien säteilysuojien käyttöä ja näin pienentää kardiologien ja muiden valvonta-alueella työskentelevien annoksia entisestään. Potilaan päälle tulevan lyijysuojan havaittiin estävän hyvin siroavaa säteilyä tilanteessa, jossa potilaan päällä ollut suoja tippui lattialle kesken tutkimuksen. Base Stationista huomattiin, kuinka säteilyannokset nousivat reaaliajassa.

Kardiologisella osastolla toimenpidesalissa neljä on käytössä kattokiinnitteinen suoja, jonka suojaus teho on 0,5 mm Pb. Kattokiinnitteisen suojan suojaamattomalla puolella mittariin kertyneet annokset olivat huomattavia. Ilman potilaan ja kardiologin välissä olevaa kattokiinnitteistä suojaa henkilökunnan annokset olisivat paljon suurempia. Esimerkiksi tutkimuksessa yhdeksän kattokiinnitteisen suojan suojaamattomalla puolella mittariin kertynyt annos oli 88,7 μSv . Kardio-

logille tullut annos samassa tutkimuksessa oli kilpirauhasen tasolla 1,1 μSv ja rinnan tasolla olevaan mittariin ei kertynyt annosta ollenkaan. Tämä havainnollistaa hyvin lyijyn säteilyä vaimentavan kyvyn. Lyijyn vaimennuskyky riippuu myös käytetystä jännitteestä. 70–100 kV:n jännitteellä 0,5 mm kerroksesta lyijyä läpäisee 0,5–5 % säteilystä (Wirtanen 2012, viitattu 26.1.2017).

Angiografiatutkimuksissa ja toimenpiteissä henkilökunta joutuu olemaan valvonta-alueella läpivalaisun ollessa päällä. Jos käytössä olisi laite, jonka avulla sepelvaltimot voitaisiin kuvata ilman että henkilökunta on valvonta-alueella, saataisiin säästöjä myös kustannuksiin koska silloin henkilökohtaisia säteilysuojia ei tarvita. Esimerkiksi lyijyliivi ja lyijyhame maksavat noin 1100,00€ ja kilpirauhasuoja maksaa noin 142,00€. Tutkimuksen aikana valvonta-alueella on yleensä neljä henkilökohtaisia säteilysuojia käytäviä työntekijöitä joten säästö olisi noin 5000€ pelkkien henkilökohtaisten suojien osalta. Lisäksi yhdessä toimenpidehuoneessa on käytössä liikuteltava säteilysojaseinä, jonka hinta on 3600€ ja tutkimuspöydän alla oleva säteilysuoja joka maksaa 4400€. Tässä tutkimuksessa pelkkiä sepelvaltimoiden kuvauksia oli kuusi eli puolet tutkimuksista. Jos nämä tutkimukset olisi voitu tehdä menetelmällä jossa ei tarvita säteilysuojia, niin jonot toimenpiteisiin lyhenisi ja mahdollisesti toinen toimenpidesali voitaisiin hyödyntää muihin toimenpiteisiin ja tutkimuksiin. Säteilysuojien osalta säästö olisi noin 13000€.

8.2 Luotettavuuden arviointi

Tutkimuksessa on käytetty monipuolisesti kansainvälisiä sekä kotimaisia artikkeleita ja tutkimuksia. Lähdekritiikki tarkoittaa, että käytettävät lähteet arvioidaan ennen niiden käyttämistä tutkimuksessa. Lähdekritiikki on tärkeää, koska se vaikuttaa suoraan tutkimuksen luotettavuuteen. (Vilka 2007, 34.) Lähteinä on pyritty käyttämään mahdollisimman uusia artikkeleita. Myös vanhempia lähteitä, joissa tieto on vielä paikkaansa pitävää, on käytetty.

Käytettäessä havainnointia tutkimusmenetelmänä, tutkijan tulee olla ehdottoman puolueeton tutkimusta kohtaan (Järvinen & Järvinen 2000, 162-163). Havainnot ja tutkimustulokset kirjattiin niitä vääristelemättä. Havainnoinnin suurin

etu on, että sen avulla saadaan välitöntä ja suoraa tietoa toiminnasta ja käyttäytymisestä. Havainnointimenetelmää on kritisoitu siitä, että havainnoitavat muuttavat käytöstään ja toimintatapoja havainnoinnin aikana. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2000, 200.) Tutkimussuunnitelma toimitettiin kardiologiselle osastolle ja henkilökunta sai tutustua siihen etukäteen. Henkilökunta oli siis tietoinen tutkimuksesta ja siitä, mitä sillä haluttiin selvittää. On mahdollista, että tieto tutkimuksesta vaikutti henkilökunnan toimintaan.

Tutkimustulos on objektiivinen, kun se on tutkijasta riippumaton eikä tutkija ole vaikuttanut tutkimustulokseen (Vilka 2007, 13). Tutkimusraportti tulee kirjoittaa mahdollisimman puolueettomasti ja tulokset tulee esittää manipuloimatta tuloksia. Tutkija vertailee ja tulkitsee tuloksiaan asianmukaisin lähdeviitein. (Vilka 2007, 160.) Mittaustulokset purettiin sitä varten tehdyllä Dose Manager ohjelmistolla tuloksia vääristelemättä. Kaikki havainnot kirjattiin sellaisinaan ja kaikkia tuloksia on tarkasteltu kriittisesti. Tutkimustuloksia analysoidessa on käytetty asianmukaisia lähdeviitteitä.

Tutkimuksissa pyritään aina arvioimaan tulosten luotettavuutta. Reliabiliteetti tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta. Esimerkiksi tilanne, jossa kaksi arvioijaa päätyy samanlaiseen tulokseen, voidaan saatua tulosta pitää reliabiilina. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2000, 213.) Tutkimus on luotettava ja tarkka kun toistetussa mittauksessa saadaan sama tulos tutkijasta riippumatta (Vilka, 2007, 149). Tässä tutkimuksessa oli kolme tutkijaa tekemässä havainnoita ja tarkastamassa kirjauksia. Tutkimustuloksista oltiin yksimielisiä, joten tutkimustulos voidaan todeta siltä osin reliabiiliksi. Raakadatan kirjausvaiheessa tehtiin kaksoisluenta, joka osaltaan vähentää mahdollisia virheitä. Tutkimuksen toteutus on kuvattu niin, että tutkimus on toistettavissa.

Validiteetti tarkoittaa sitä, että tutkimusmenetelmässä mitataan sitä mitä on tarkoituskin mitata. Tutkittavat saattavat esimerkiksi käsittää tutkimuskysymykset eri tavalla mitä tutkija itse on ajatellut, tällöin tuloksiin aiheutuu virheitä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2000, 214.) Tutkimuskysymykset olivat selkeästi määritelty. Etukäteen oltiin sovittu, mitä asioita havainnoidaan ja kirjataan ylös. Aina

on kuitenkin mahdollista, että jotakin on jäänyt huomaamatta tai jotakin on kirjattu väärin.

Tutkittavat voivat kokea ulkopuoliset havainnoijat epämiellyttävinä. Havainnoinnin ajan voidaan toimia normaalista poiketen, jolloin tutkijalta voi jäädä saamatta todellista tietoa toiminnasta. Tutkimuksen kohteena olevat henkilöt voivat käyttäytyä toisin kuin muulloin. (Järvinen & Järvinen 2000, 163.) Tutkimustulosten luotettavuutta arvioitaessa tulee ottaa huomioon, että tieto tutkittavana olosta voinut muuttaa tutkittavien henkilöiden toimintatapoja. Toisaalta tutkimuksessa mukana olleilla satunnaisesti valikoituvilla henkilöillä ei välttämättä ollut tietoa siitä, mitä kaikkea oltiin havainnoimassa. Tutkimussuunnitelma oli toimitettu osastolle etukäteen, jotta henkilökunta sai tutustua siihen.

Ennen mittauksen aloittamista käytiin tutustumassa yksikön toimintaan. Käynnillä tutustuttiin toimenpidehuoneessa käytettävään laitteistoon sekä henkilökunnalle ja potilaille käytettäviin säteilysuojaimiin. Käynnin aikana saatiin tärkeää tietoa siitä, ketä salissa työskentelee ja missä roolissa. Ennen tutkimuksen aloittamista käytiin keskustelemassa osastonhoitajan kanssa tutkimuksesta ja sen aikataulusta. Osaston henkilökunta suhtautui tutkimuksen tekemiseen myönteisesti.

Kaikki tutkimukset suoritettiin huoneessa neljä. Alkuperäisen suunnitelman mukaan mittaukset oli tarkoitus tehdä huoneessa kolme, mutta huoneessa oleva c-kaari vaati huoltoa, joten henkilökunta suositteli vaihtamaan huonetta. Mittauksen tekeminen samassa huoneessa samalla laitteella parantaa mittaustulosten luotettavuutta. Annosmittareiden toiminta testattiin ennen mittauksen tekemistä koululla natiiviröntgenlaitteen avulla. Tutkimukset dokumentoitiin tarkasti pöytäkirjojen ja kuvien avulla. Pöytäkirjat täytettiin samalla tavalla jokaisessa tutkimuksessa, jotta ne ovat vertailtavissa keskenään. Mittaus- ja havainnointipöytäkirjojen toimivuus testattiin ennen tutkimuksen aloittamista (ks. Vilka 2007, 78).

Säteilyn absorboituminen dosimetriin riippuu säteilyn tulokulmasta, koska dosimetriä ei voida rakentaa täysin suunnasta riippumattomaksi. Kulmariippuvuus on huomioitava mittausepävarmuudessa, koska käytössä dosimetri ei ole koh-

tisuorassa säteilylähteeseen nähden. (Nissilä 2005, 13.) Mittareiden kulmariippuvuus asetti tutkimukselle haasteita. Havaintojen mukaan mittari mittaa luotettavasti vain kohtisuoraan tulevan säteilyn. Aluksi kattokiinnitteiseen suojaan tuleva vihreä mittari kiinnitettiin pystysuoraan, mutta siihen ei tullut juurikaan annoksia, joten mittaria viistettiin 40 astetta (ks. Väänänen 2014, 21-22.)

Annoksia tarkkailtaessa oli otettava huomioon, että toimenpiteessä työskentelevien lääkäreiden ja hoitajien mittarit olivat tietyssä asennossa roikkuessa rinnassa ja kilpirauhassuojassa, eivätkä ne havaitse joka kulmasta tulevaa säteilyä. (ks. Nissilä 2005, 13.) Etenkin kardiologin silmän korkeudella olevan mittarilukeman luotettavuus oli kyseenalaista, koska mittari oli aavistuksen kallellaan ylöspäin eikä säteilyn tulosuuntaa kohden. Ihmiskeho absorboi säteilyä kaikista kulmista, joten totuudenmukaista annosta on vaikea mitata. On hyvä muistaa, että mittareihin tullut säteilyannos ei kerro henkilön todellista säteilyannosta, koska mittarit oli sijoitettu lyijysuojien päälle ja henkilökohtaiset lyijysuojat suojaavat esimerkiksi kilpirauhasta säteilyltä. Tutkimuksen mukaan siroavaa säteilyä tulee lyijysuojien pintaan, joten henkilökohtaisia säteilysuojaimia on tärkeää käyttää.

Tutkimus on luotettava, koska 12 mittausta saatiin tehtyä ja kaikki mittaukset tehtiin samalla tavalla. Mittarit olivat aina samassa paikassa ja samalla tavalla asetettuina lyijysuojien päälle. Tutkimus on toistettavissa suunnitelman mukaisesti, mutta kulmariippuvuuden takia mittareiden asettelu vaikuttaa toistettavuuteen ja kulmariippuvuus on otettava huomioon luotettavuuden arvioinnissa. (Nissilä 2005, 13.)

Virheet tietojen tallentamisessa aiheuttavat mittausvirheitä, jotka puolestaan vaikuttavat tulosten luotettavuuteen. Tallennusvirheitä voi estää syöttämällä ja tallentamalla tiedot kahdesti. Virheelliset tiedot tulee aina korjata tai jättää pois tutkimuksesta. (Vilka 2007, 114.) Tallennusvirheiden välttämiseksi käytetyt taulukot ja pöytäkirjat tarkistettiin kahteen kertaan.

8.3 Eettisyys ja tutkimustulosten hyödyntäminen

Ennen tutkimusten aloittamista tutkimukselle haettiin tutkimuslupa. Tutkimuksen aikana ei kirjattu mitään potilastietoja. Potilaan kokoa arvioitiin asteikolla pieni, normaali ja suuri. Tutkimuksesta ei aiheutunut mitään haittaa suoritettaville tutkimuksille ja toimenpiteille koko mittausjakson aikana. Potilasturvallisuus ei vaarantunut missään tilanteessa. Tutkimuksessa noudatettiin vaitiolovelvollisuutta. Tulokset raportoitiin siten, että tutkimuksen aikana työskennelleitä henkilöitä ei voida tunnistaa tästä työstä. Henkilökunnan suostumus tutkimukseen kysyttiin suullisesti aina mittareita kiinnitettäessä.

Henkilötietolaki ja laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta edellyttävät tutkimusaineiston anonymisointia. Tietosuojaa tarkoittaa, että tutkija kunnioittaa ihmisen yksityisyyttä, eikä loukkaa tutkittavien yksilönsuojaa. (Vilka 2007, 95.) Tutkimuksessa ei kajottu potilastietoihin, eikä potilaista tarvittu mitään henkilötietoja. Tutkimuksen ohessa saatu tieto potilaasta ja tutkimuksesta pidetään salassa eikä sitä käsitellä raportissa. Työssä noudatetaan salassapitovelvollisuutta. Ketään tutkimuksessa mukana olleita potilaita, hoitajia eikä kardiologeja voidaan tunnistaa tekstistä. Kaikissa kuvissa on huomioitu, ettei kenenkään kasvoja tunnisteta.

Tutkijalta edellytetään tieteenalan menetelmien hallintaa sekä eettisesti kestäviä toimintatapoja. Huolimattomuus ja huono tieteenalan hallinta tutkimuksen tekemisessä, tulosten kirjaamisessa ja raportoinnissa ovat merkki huonosta ammattitaidosta. Nämä heikentävät tutkimuksen luotettavuutta tai voivat mitätöidä tutkimuksen. Tieteelliset tulkinta- ja arviointierimielisyydet eivät loukkaa hyvää tieteellistä käytäntöä, vaan ovat osa tieteellistä keskustelua. Tutkimus voi olla eettisesti hyväksyttävää ja tulokset uskottavia vain, jos tutkimus on tehty hyvän tieteellisen käytännön mukaan. Tutkimusetiikan näkökulmasta hyvän tieteellisen käytännön lähtökohtia ovat rehellisyys, huolellisuus, tarkkuus, vastuullisuus ja avoimuus. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 8.)

Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää uuden laitekehittelyn tarpeen arviointiin sekä henkilökunnan säteilyaltistuksen optimointiin. Tulosten avulla voidaan pa-

rantaa henkilökunnan toimintatapoja toimenpiteen aikana ja näin kehittää säteilynkäytön turvallisuuskulttuuria. Saatujen tulosten perusteella etenkin kattokiinnitteisen säteilysuojan käyttöön tulisi kiinnittää enemmän huomiota.

8.4 Jatkotutkimushaasteet ja omat oppimiskokemukset

Säteilymittareiden kulmariippuvuutta olisi hyvä tutkia enemmän. Samoin toimenpideradiologin sormiannoksia ja silmien annoksia olisi hyvä mitata siihen paremmin soveltuvilla mittareilla. Tutkimuksen voisi suorittaa laajemmassa mitakaavassa. Tehdyn tutkimuksen aineisto olisi voinut olla laajempi ja käytössä olisi voinut olla enemmän mittareita.

Tämän tutkimuksen aikana opittiin paljon tutkimuksen tekemisestä ja siihen liittyvistä lupa-asioista. Opinnäytetyön tietoperustan kirjoittaminen oli työläin osuus koko työssä. Alussa oli vaikeuksia päästä vauhtiin ja löytää tutkimuksen kannalta oleellista ja ajankohtaista teoretietoa. Tutkimussuunnitelma oli myös yllättävän laaja, mutta jälkikäteen huomattiin, että se kannattaa tehdä hyvin, jotta tutkimusluvut hyväksytään ensimmäisellä kerralla.

Ryhmätyöskentelytaidot ovat korostuneet tehtäessä laajaa työtä. Yhteistyö on sujunut hyvin, mutta aikataulujen sovittamisessa on ollut välillä haasteita. Arjen, pienten lasten, töiden, harjoitteluiden, koulun ja opinnäytetyön yhdistäminen on vaatinut meiltä kaikilta joustavuutta, ymmärrystä ja hyviä tietoteknisiä taitoja. Opinnäytetyötä on tehty vaihtelevasti itsenäisesti, Skypen välityksellä sekä kolmestaan koululla. Lisäksi haasteita aiheutti se, että internetin välityksellä työtä tehdessä tekstinkäsittelyohjelmat eivät toimineet kunnolla. Tiedostoa muokattiin vuorotellen ja uusin versio lähetettiin aina sähköpostitse toisille.

LÄHTEET

Ahmed, A., Hassan A. & Garelnabi, M. 2013. Evaluation of Radiation Dose for Cardiac Catheterization Staff. *International Journal of Science and Research* 4(3), 797-799.

Andreassi, M., Botto, N., Emad, A., Gori, C., Lazzeri, M., Picano, E., Rossi, F., Salcone, N., Vano, E. & Venneri, L. 2009. Cancer risk from professional exposure in staff working in cardiac catheterization laboratory: Insights from the National Research Council's Biological Effects of Ionizing Radiation VII Report. *American Heart Journal*, 157 (1), 118–124.

Cantone, M., Akahane, K., Balter, S., Dauer, L., Flannery, C., Ginjaume, M., Martin, C., Michelin, S., Miljanic, S., Mpete, L. 2016. IRPA guideline protocol for eye dose monitoring and eye protection of workers, 5-6.

European commission 2014. Radiation protection 175, 36. Viitattu 25.2.2016. <http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/175.pdf>

Henner, A. & Manninen, A-L. 2011. DoseAware system in dose optimization of the staff. Nordic Congress Lifelong Imaging: From Prevention to Patient Centered Care. Maarianhamina. 8.-10.6.2011. Viitattu 14.9.2016 http://www.nordiccongress.fi/doc/abstraktit/DoseAware_henner_manninen.pdf.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Tammi.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2000. Tutki ja kirjoita. Tammi

IAEA. 2013. Staff radiation protection. Viitattu 24.2.2017 https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/4_InterventionalRadiology/fluoroscopy-operating-theatres/fluoroscopy-staff-protection.htm

ICRP. 2011. Radiological protection in fluoroscopically guided procedures performed outside the imaging department. 18.5.2011. Draft report for consultation. International Commission on Radiological Protection. Viitattu 21.8.2016
<http://www.icrp.org/docs/Radiological%20protection%20in%20fluoroscopically%20guided%20procedures%20performed%20outside%20the%20imaging%20depa.pdf>

Järvinen, P. & Järvinen, A. 2000. Tutkimustyön metodeista. Opinpajan kirja.
Katisko, J. & Mäkelä, T. 2008. Säteilyannokseen vaikuttavat asiat – perusasioita. Viitattu 1.6.2016
www.sadeturvapaivat.fi/file.php?255

Kervinen, H. 2013. Sepelvaltimoiden diagnostinen varjoainekuvaus. Lääkärin käsikirja. Viitattu 2.9.2016
http://www.terveysportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00129&p_haku=sepelvaltimoiden%20varjoainekuvaus

Lasten röntgentutkimusohjeisto. 2005. STUK tiedottaa 1/2005. Säteilyturvakeskus. Helsinki.

Le Heron, J., Padovani, R., Smith, I. & Czarwinski, R. 2010. Radiation protection of medical staff. European Journal of Radiology 76 (1), 20–23.

Lehtinen, M. 2013. Mitä henkilödosimetria paljastaa toimenpideradiologiasta? Viitattu 9.9.2016
www.sadeturvapaivat.fi/file.php?757

Manninen, A. 2011. Uudet läpivalaisulaitteet, muuttuuko säteilyannos? Viitattu 26.1.2017.
www.sadeturvapaivat.fi/file.php?524

Manninen, H. 2009. Endovaskulaariset tekniikat mullistavat hoitokäytäntöjä. Duodecim 125(10). Viitattu 15.7.2016
<http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo98038.pdf>

Manninen, H. 2008. Säteilyannoksen minimointi potilaan ja työntekijän kannalta toimenpideradiologiassa. Viitattu 2.9.2016
www.sadeturvapaivat.fi/file.php?253

Markkanen, M. 2014. Ajankohtaista säädöksistä. Säteilyturvakeskus. Viitattu 1.6.2016
<https://www.stuk.fi/documents/12547/157816/Markkanen-Mika-TEO2014.pdf/b290c62a-7835-4807-acab-3de8c77d6579>

Mohammadi, G., Moghadam, M. & Moghadam M. 2014. Staff dose assessment from coronary angiography. International Journal of Radiation Research 12 (1), 75-79.

Mustajoki, P & Kaukua, J. 2008. Sepelvaltimoiden varjoainekuvaus. Viitattu 2.9.2016
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk04151

Mustonen, R., Sjöblom, K-L., Bly, R., Havukainen, R., Ikäheimonen, T.K., Kosunen, A., Markkanen, M & Paile, W. 2009. Säteilysuojelun perussuositukset 2007. STUK. Viitattu 19.4.2016
<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/124335/stuk-a235.pdf?sequence=1>

Nissilä, T. 2005. Suurten fotoniannostien mittaaminen termolointimenetelmällä. Pro gradu –tutkielma. Jyväskylän yliopisto

Neuvoston direktiivi turvallisuutta koskevien perusnormien vahvistamisesta ionisoivasta säteilystä aiheutuvilta vaaroilta suojelemiseksi 5.12.2013/59/Euratom 10§. Viitattu 2.9.2016

Paile, W. 2009. Säteilyn terveysvaikutukset. Teoksessa W. Paile (toim.) Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia 2–7.

Paile, W. 2002a. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Teoksessa W. Paile (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset, 43–45.

Paile, W 2002b. ICRP:n näkemys säteilyn riskeistä ja suojeluperiaatteista. Teoksessa W. Paile (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset, 152–160.

Parviainen, T. 2008. Henkilökunnan säteilyannokset kardiologisissa röntgentutkimuksissa ja toimenpiteissä. Kuopion yliopisto. Terveystieteiden ja -talouden laitos. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 1.6.2016
http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20090059/urn_nbn_fi_uef-20090059.pdf

Paulo, G., Bartal, G & Vano, E. 2016. Radiation risk to radiographers: what we know. *Endovascular today*. 15 (8), 77-79.

Pastila, R. 2015. Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. STUK. Viitattu 2.9.2016
<http://julkari.fi/bitstream/handle/10024/130728/stuk-b202.pdf?sequence=1>

Pirinen, M. 2014. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. Säteilyturvakeskuksen julkaisu. Viitattu 1.6.2016
<https://www.stuk.fi/documents/12547/156609/Pirinen-RD2014.pdf/559f9769-549b-47fd-bfd2-63bd4bd68393>

Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot kardiologiassa. 2016. Päätös. Säteilyturvakeskus. Helsinki

Preetha, R., Michele, M., Chu Ling YU., Dale, P., Jeremy, M., Alice, S., Michal, F, Bruce, A, Mark, L, Donald, M & Martha, L. 2016. Cancer Risks in U.S. Radiologic Technologists Working With Fluoroscopically Guided Interventional Procedures, 1994-2008. *American Journal of Roentgenology*. 1101–1109 (206) 5.

Rintala, Katariina 2017. Onemed säteilysuojien hinnat. Sähköposti 26.2.2017

Savage, C., Seale, T., Shaw, C., Angela, B., Marichal, D & Rees, C. 2013. Evaluation of a Suspended Personal Radiation Protection System vs. Conventional

tional Apron and Shields in Clinical Interventional Procedures. Open Journal of Radiology, 2013 (3) 143-151.

Seppänen, M. 2013. Kaihi. Duodecim. Viitattu 1.6.2016
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00921

Suutari, J. 2016. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015. STUK. Viitattu 13.1.2017

Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa. 2012. ST-ohje 1.7. Säteilyturvakeskus. Helsinki.

Säteilyturvallisuus työpaikalla. 2009. ST-ohje 1.6. Säteilyturvakeskus. Helsinki.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa, 8

Uusitalo, H. 1996. Tiede, tutkimus ja tutkielma. Wsoy, 86.

Vano, E. 2016. Approaches to estimating radiation exposure to the lens of the eye during interventional procedures. IAEA. Viitattu 1.6.2016
<http://ns-files.iaea.org/video/rpop-webinar-4may.mp4>

Vano, E., Fernandez, J. M. & Sanchez, R. 2011. Occupational dosimetry in real time. Benefits for interventional radiology. Radiation Measurements 46. Viitattu 14.9.2016
https://www.researchgate.net/publication/251666731_Occupational_dosimetry_in_real_time_Benefits_for_interventional_radiology

Vilkka, H. 2006. Tutki ja havainnoi. Tammi, 37-38.

Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Tammi.

Väänänen, M. 2014. Kasvojen alueen säteilyannokset ja säteilyn sironta kartiokeilatietokonetomografiatutkimuksissa. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Wirtanen M. 2012. C-kaarityöskentely leikkaussalissa. Viitattu 16.2.2017.
www.sadeturvapaivat.fi/file.php?616

Mittauspöytäkirja

Oulun yliopistollinen sairaala

Kardiologian osasto

Toimenpiteen tiedot

Mittaus nro: _____

Päivämäärä: _____

Mittauksen tekijä: _____

Henkilökunnan määrä (Kardiologi, hoitajat): _____

DoseAware-annosmittareiden annostiedot ja paikat

Mittari 1 (Punainen) kiinnitetään kardiologin kilpirauhassuojaan.

Mittari 2 (Harmaa) kiinnitetään kardiologin silmän tasolle.

Mittari 3 (Pinkki) kiinnitetään instrumenttihoitajan kilpirauhassuojaan.

Mittari 4 (Keltainen) kiinnitetään instrumenttihoitajan rinnan tasolle.

Mittari 5 (Valkoinen) kiinnitetään potilasta tarkkailevan hoitajan rintaan.

Mittari 6 (Vihreä) kiinnitetään säteilysuojan suojaamattomalle puolelle.

DoseAware	Mittari 1 Punainen	Mittari 2 Harmaa	Mittari 3 Pinkki	Mittari 4 Keltainen	Mittari 5 Valkoinen	Mittari 6 Vihreä
Kumulatiivinen annos						

Läpivalaisulaitteen annostiedot

Kokonaisläpivalaisuaika (min)	DAP (cGycm ²)	Kumulatiivinen annos (mGy)	Kuvien lukumäärä

Muut havainnot

Havainnointipöytäkirja

Oulun yliopistollinen sairaala

Kardiologian osasto

Toimenpiteen tiedot

Mittaus nro: _____

Päivämäärä: _____

Mittauksen tekijä: _____

Henkilökunnan määrä (Kardiologi, hoitajat): _____

	Kardiologi	Instrumentti- hoitaja	Hoitaja
Kilpirauhassuoja			
Lyijyliivi			
Lyijyhame			
Lyijyessu			
Lyijylasit			
Lyijypäähine			
Lyijyhanskat			

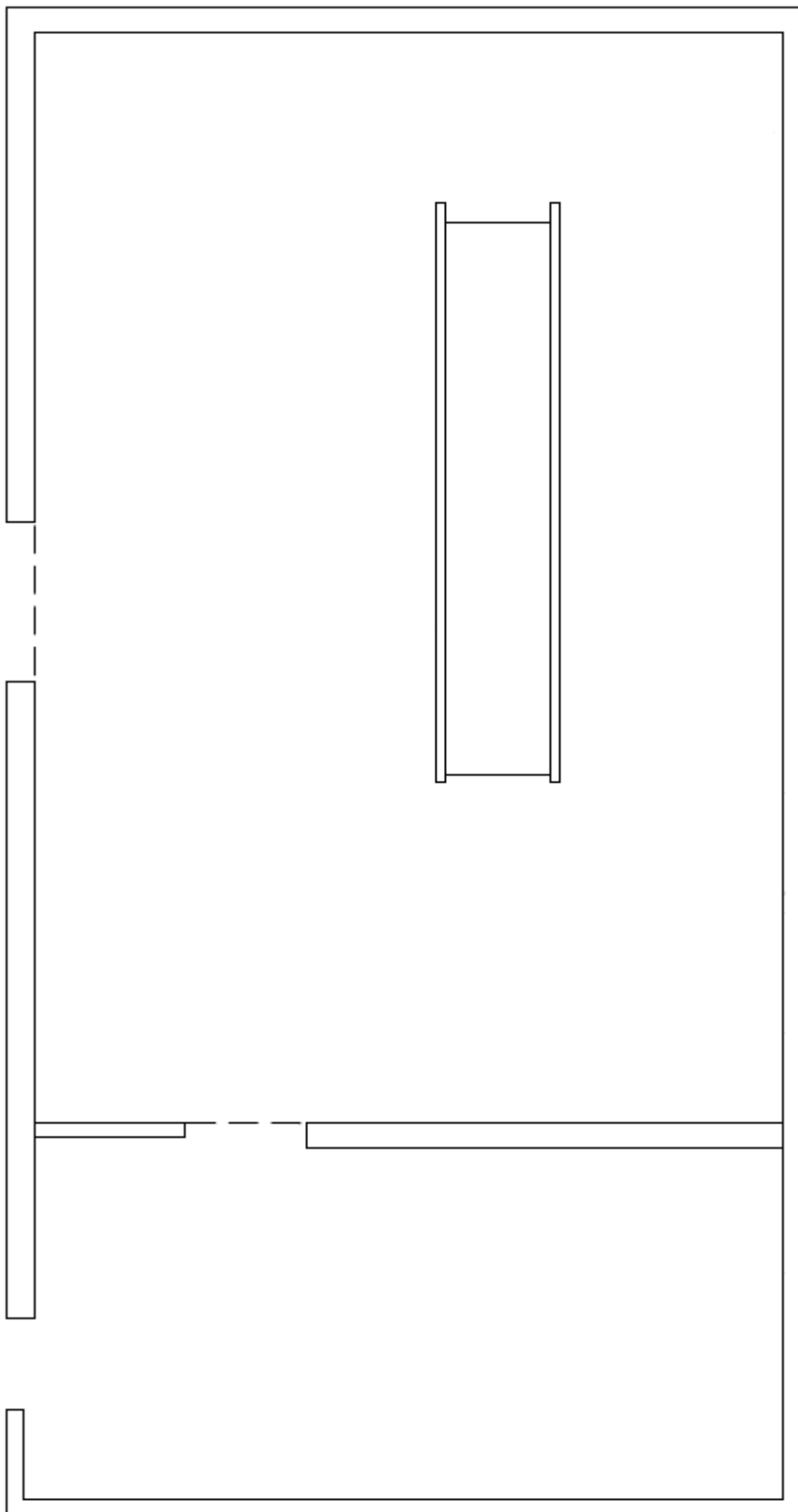
Potilaan päälle laitettava lyijysuoja

Liikuteltavat sermit

Katosta riippuvat sermit

Potilaspöydässä olevat suojat

Pohjakuva



Henkilökunnan sijoittuminen

