

Kaartinen Salla

POTILASANNOKSET KORONAARIANGIOGRAFIASSA

POTILASANNOKSET KORONAARIANGIOGRAFIASSA

Kaartinen Salla
Opinnäytetyö
Syksy 2019
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma

Tekijä: Salla Kaartinen
Opinnäytetyön nimi: Potilasannokset koronaangiografiassa
Työn ohjaaja: Anja Henner
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2019
Sivumäärä: 47 + 1 liitesivu

Sepelvaltimotaudista johtuva iskeeminen sydänsairaus on eri muotoineen yksi suurimmista kuoleman aiheuttajista Suomessa. Koronaangiografia eli sepelvaltimoiden varjoainekuvaus on käytetyin menetelmä sepelvaltimoiden anatomian tutkimiseksi ja toisaalta sepelvaltimosairauden toteamiseksi. Koronaangiografia perustuu säteilyn käyttöön läpivalaisun muodossa ja näin altistaa potilaan säteilylle.

Tämän opinnäytetyö on osa Oulun ammattikorkeakoulun Sydämen Asialla -projektia ja sen tarkoituksena oli kuvailla potilaiden säteilyaltistusta koronaangiografiassa Oulun yliopistollisen sairaalan erityisvastuualueen (OYS-erva) alueen sairaaloissa käyttäen määrällisiä menetelmiä. Tutkimuksen perusteella pyrittiin löytämään niitä tekijöitä, mihin voidaan vaikuttaa koronaangiografiatutkimuksissa ja mahdollisesti näin optimoida säteilyn käyttöä ja tätä kautta vähentää säteilystä aiheutuvia haittavaikutuksia. Tutkimusprosessin tarkoituksena oli myös vertailla koronaangiografiatutkimuksia eri suorituspaikoissa ja löytää syytä mahdollisesti löytyviin eroihin potilasannoksissa. Tutkimus tehtiin kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena. Potilasannosten tarkastelussa tulkinnassa käytettiin kuvailevaa tilastollista menetelmää, sillä se toi mahdollisuuden esittää tulokset visuaalisesti selkeästi ja helposti ymmärrettävästi taulukoiden ja kuvaajien muodossa. Potilasannoksiin vaikuttavien tekijöiden mallinnus tehtiin lineaarisena sekamallina ja parhaan mallijoukon valinta käyttäen informaatioteoreettista lähestymistapaa

Sairaaloiden välillä oli eroja potilasannoksissa ja potilasannokset vaihtelivat välillä $0,10 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ – $248 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja läpivalaisuaika $0,25 \text{ min}$ – 56 min . Opinnäytetyön tulosten mukaan keskimääräiset potilasannokset OYS-ERVA alueella eivät tutkimusajankohtana vuonna 2016 ylittäneet Säteilyturvakeskusken vuonna 2005 asettamia vertailutasoja. Potilaan säteilyannoksen suuruuteen vaikuttivat tutkimuksen mukaan potilaan sukupuoli, painoindeksi ja tutkimuksen monimutkaisuus.

Jatkotutkimuksena sama tutkimus olisi syytä tehdä uudestaan, sillä Säteilyturvakeskus asetti uudet vertailutasot vuoden 2019 alussa. Näiden uusien vertailutasojen mukaisesti potilasannoksen vertailutaso pienentyi aiemmasta $60 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ nykyisin käytössä olevaan $30 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Samalla potilasannoksen suure muuttui annoksen ja pinta-alan tulosta (DAP) kerman ja pinta-alan tuloksi (KAP).

Asiasanat: sepelvaltimotauti, potilasannos, röntgensäteily, koronaangiografia

ABSTRACT

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

Author: Salla Kaartinen
Title of thesis: Radiation exposure to patients during coronaryangiography
Supervisor(s): Anja Henner
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2019
Number of pages: 48 + 1 appendice

Coronary heart disease is one of the most common causes of death in Finland. Coronary angiography is regularly used method to investigate the anatomy of the coronary arteries and as a diagnostic tool to diagnose coronary artery disease. Coronary angiography is based on the use of radiation in the form of fluorography thus exposing the patient to radiation

This bachelor's thesis is a part of a project Sydämen asialla by Oulu University of Applied Sciences. The purpose of this study was to investigate the exposure of patients to radiation during the coronary angiography in five hospitals in north part of the Finland. Information gained from this study can be used to optimize the coronary angiography procedures to reduce the patient doses.

Patient doses were compared between the five hospitals as well as to the reference levels given by the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK). In all five hospitals the average patient doses were below the reference levels but there were marked differences. During the study year 2016 DAP was 0,10 – 248 Gy cm^2 and fluoroscopy time was 0,25 – 56 min.

Parameters influencing the patient doses were investigated by linear mixed effect modelling using the information theoretic approach to select the best approximating models. The selection was based on the ΔAIC values. According to results radiation exposure of the patient was affected by the patient's body mass index (BMI) and gender as well as the complexity of the coronary angiographic procedure.

Keywords: coronary angiography, patient dose, fluoroscopy

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	KORONAARIANGIOGRAFIA SEPELVALTIMOTAUDIN TUTKIMUKSESSA	9
2.1	Sydämen anatomia	9
2.2	Sepelvaltimotauti	10
2.2.1	Sepelvaltimotaudin asteet	10
2.2.2	Sepelvaltimotaudin riskitekijät	12
2.2.3	Sepelvaltimotaudin diagnosointi ja alkuvaiheen hoito	14
2.2.4	Epävakaa angina pectoris ja ei-ST-nousuinfarkti	15
2.2.5	ST-nousuinfarkti	16
2.3	Koronaariangiografia	17
2.4	Potilaan hoitopolku koronaariangiografiassa	17
2.5	Koronaariangiografian toteutus	18
2.6	Potilaan säteilyaltistus koronaariangiografiassa	19
2.7	Säteilyn haittavaikutukset	20
2.7.1	Deterministiset haittavaikutukset	20
2.7.2	Stokastiset haittavaikutukset	21
3	TARKOITUS, TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMAT	22
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	23
4.1	Tutkimusmetodologia	23
4.2	Tutkimusaineisto	23
4.3	Aineiston analysointi	24
4.3.1	Mallien muodostaminen	25
4.3.2	Mallin valinta	26
5	TULOKSET	28
5.1	Potilasannokset koronaariangiografiassa	28
5.1.1	Tutkimusaineiston kokonaistarkastelu	29
5.1.2	Tutkimusten potilasannokset	30
5.2	Potilasannoksiin vaikuttavat tekijät koronaariangiografiassa	32
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	36
7	POHDINTA	37

7.1	Tutkimuksen luotettavuus ja pätevyys.....	38
7.2	Tutkimuksen eettisyys ja tietosuoja	39
7.3	Omat oppimiskokemukset	40
7.4	Jatkotutkimuskohteet.....	40
LÄHTEET	41
LIITTEET		51

1 JOHDANTO

Sepelvaltimotaudista johtuva iskeeminen sydänsairaus on eri muotoineen Suomessa yleisin kuolleisuuden aiheuttaja (Mäkinen & Soini 2012, viitattu 6.6.2018) ja sepelvaltimotautia maassamme sairastaa noin 300 000 henkilöä (Rantala & Perhonen 2015, viitattu 6.6. 2018). Verenkiertoelinten sairaudet olivat vuonna 2016 suurin suomalaisten kuolemansyiden pääryhmistä, vaikkakin niiden osuus on pienentynyt kahdessakymmenessä vuodessa 45 prosentista 36 prosenttiin. Vuoteen 2015 verrattuna verenkiertoelinten sairauksiin kuolleisuus väheni naisilla ja pysyi miehillä samalla tasolla. (Tilastokeskus 2017, viitattu 4.6.2018.)

Sepelvaltimotaudin keskeisimmät ilmenemismuodot ovat sepelvaltimotaudin aiheuttama äkkikuolema, sydäninfarkti ja raskautukseen liittyvä rintakipu eli angina pectoris. Sepelvaltimotaudin esiintyvyyden tutkimuksissa on keskitytty suurelta osin näiden ilmenemismuotojen tutkimiseen, sillä toistaiseksi ei ole ollut mahdollisuuksia sepelvaltimoiden ahtautumien objektiiviseen osoittamiseen väestötutkimuksissa (Reunanen 2008, 328-338.) Vuoden 2016 aikana tehtiin Suomessa 29 126 sepelvaltimoiden varjoainokuvausta eli koronaangiografiatutkimusta, 12 911 pallolaajennusta ja 1 400 ohitusleikkausta (Suomen Kardiologinen Seura 2016, viitattu 18.6.2018).

Opinnäytetyötutkimuksen tarkoituksena oli selvittää potilasannoksiin vaikuttavia tekijöitä koronaangiografiatutkimuksissa. Potilasannosta kuvaavana suurena käytetään DAP -arvoa (KAP) ja tutkimuksessa pyritään mallintamaan mahdollisia DAP -arvoon vaikuttavia tekijöitä. Alustavasti vaikuttavaksi tekijöiksi valikoitui kardiorekisteristä saatavat muuttujat potilaan ikä, sukupuoli, paino ja läpivalaisukuvausaika. Lisäksi huomioon otettiin tutkimuksen teko paikka, tutkimuksen suorittanut kardiologi sekä tutkimuksen monimutkaisuus. Tutkimus kohdentui Oulun yliopistollisen sairaalan ERVA-alueeseen, johon kuuluvat Pohjois-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Lapin sairaanhoitopiirit, Mehiläinen Länsi-Pohja sekä Kainuun sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä.

Tutkimuksen perusteella pyrittiin löytämään niitä tekijöitä, mihin voidaan vaikuttaa koronaangiografiatutkimuksissa ja mahdollisesti näin optimoida säteilyn käyttöä ja tätä kautta vähentää säteilystä aiheutuvia haittavaikutuksia. Tutkimusprosessin tarkoituksena oli myös vertailla koronaangiografiatutkimuksia eri suorituspaikoissa ja löytää syitä mahdollisesti löytyviin eroihin potilasannoksissa. Näin pyrittiin löytämään ne seikat, jotka huomioon ottamalla voitaisiin

säteilyn käyttöä optimoida ja päästäisiin niin pieniin potilasannoksiin tutkimusten yhteydessä kuin on mahdollista otettaessa huomioon tutkimuksen tarkoitus.

2 KORONAARIANGIOGRAFIA SEPELVALTIMOTAUDIN TUTKIMUKSESSA

Koronaariangiografia on kuvausmenetelmä, jolla selvitetään sepelvaltimoiden anatomiaa ja mahdollista sepelvaltimoiden ahtautumista sepelvaltimotaudin seurauksena (Karjalainen & Romppainen 2016, viitattu 14.6.2018). Koronaariangiografia on kajoava menetelmä, jossa katetrin kautta ruiskutetaan varjoaine kuvattavaan kohteeseen verisuonireittiä pitkin ja kuvataan röntgenkuvauksella. Tutkimuksen yhteydessä voidaan tehdä hoitotoimenpiteitä kuten sepelvaltimoiden pallolaajennus (PTCA) ja tekoäppien asennus (TAVI) (Blanco Sequeiros 2017, viitattu 14.6.2018). Vaikkakin sepelvaltimoiden tietokonetomografiakuvaus on yleistynyt on koronaariangiografia yhä laajimmassa kliinisessä käytössä oleva menetelmä, jolla voidaan varmasti todeta sepelvaltimotaudin aiheuttama sepelvaltimoiden ahtautuminen (Airaksinen 2006, 88-109; Lauerma 2005, 179-238; Varghese, Livingstone, Varghese, Kumar, Srinath, George & George 2016, 434).

2.1 Sydämen anatomia

Sydän on elimistön verenkierrosta huolehtiva nelilokeroinen elin. Sydämen oikea puoli pumppaa verta keuhkoverenkiertoon ja vasen systeemikiertoon (Parkkila 2016a, viitattu 14.6.2018). Sydämen valtimoverenkierrosta eli koronaarikierrosta huolehtivat sepelvaltimot, jotka saavat alkunsa aortan alkupäästä aorttaläpän yläpuolelta ja ympäröivät sydäntä seppeleen tavoin (Parkkila 2016b, viitattu 14.6.2018). Sepelvaltimot ovat epikardiaalisuonia ja kulkevat sydämen ulkopinnalla. Vain sepelvaltimoiden päätehaarat tunkeutuvat sydänlihaksen sisään (Kettunen 2011a, 31-33.) Ne haarautuvat kahteen päärunkoon: vasempaan (arteria coronaria sinistra) ja oikeaan (arteria coronaria dextra) sepelvaltimeen. Näistä vasen haarautuu edelleen vasempaan eteen laskevaan (LAD) ja kiertävään haaraan (LCX). Tärkein sepelvaltimon haaroista on LAD, joka kulkee sydämen kärkeen asti kammioiden väliseinämän kohdalla ja suonittaa vasemman kammion seinämän mediaalista puoliskoa, oikean kammion etuseinämän mediaalista kolmannesta ja kammioväliseinämän etu- ja keskiosaa. Vasemman sepelvaltimon toinen päähaara LCX kiertyy vasemmalle sydämen taakse ja suonittaa lähinnä vain vasemman kammion lateraali aluetta. Oikea sepelvaltimo (RCA) kiertyy oikealta sydämen taakse ja yleensä huolehtii oikean kammion etu- ja takaseinämän verenkierrosta. Sen suonitus ylettää myös vasemman kammion takaseinämää ja kammioväliseinämän takakolmannekseen. Sepelvaltimoiden anatomia vaihtelee ihmisillä

yksilöllisesti ja suonitus voi olla oikeavoittoista, vasenvoittoista tai tasapainoista riippuen vasemman kiertävän haaran koosta (Parkkila 2016b, viitattu 14.6.2018.)

2.2 Sepelvaltimotauti

Termin sepelvaltimotauti alle mahtuu useita sairauksia, jotka saavat alkunsa sepelvaltimoiden ahtautumisesta ateroskleroosista eli valtimoiden kovettumisesta johtuen (Ashley & Niebauer, 2003, 45–46). Alkuvaiheissaan sepelvaltimotauti on yleensä oireeton ja sairauden kehittyminen ja oireet vaihtelevat. Sepelvaltimotauti ilmenee angina pectoris -oireistona, sydämen vajaatoimintaan johtavana kroonisena iskeemisenä sairautena, akuuttina sydäninfarktina tai sydänperäisenä äkkikuolemana. Taudin vakavin ilmentymä on akuutti sydäninfarkti. (Mäkinen & Soini 2012, viitattu 18.6.2018; Kettunen 2011b, 249-250.)

Ateroskleroottiset plakit eli fibroateroomat ovat intiman eli suonien sisimmän kerroksen epäsymmetrisiä, fokaalisia paksuuntumia, jotka koostuvat soluista, sidekudoksen osista, rasvoista ja kuona-aineista (Hansson 2005, 1685-1695). Keskeisin tapahtuma ateroskleroosissa on LDL-kolesterolin kertyminen intimaan. Ateroskleroosin kertymiselle herkimpiä suonisia ovat kardiaalisen sepelvaltimot ja niiden haaraumakohdat (Kovanen & Pentikäinen 2016, viitattu 18.6.2018.)

Alkuvaiheessa suonien sisäosaan syntyy rasvatäpliä ja juosteita, jotka koostuvat endoteelin alle kerääntyvistä rasvasoluista (Kovanen & Pentikäinen 2016, viitattu 18.6.2018). Rasvajuosteet ovat yleisiä nuorilla eivätkä ne aiheuta oireita. Rasvajuosteet voivat kehittyä edelleen fibroateroomiksi tai kadota lopulta kokonaan (Hansson 2005, 1685-1695.) Plakiksi kehittyessään rasvajuosteet kasvavat paikallisiksi kohoumiksi, joissa on kolesterolia sisältävä rasvaydin ja sidekudoskatto (Kovanen & Pentikäinen 2016, viitattu 18.6.2018). Rasvajuosteiden muuntumista plakiksi edistävät muun muassa tupakointi, kohonnut verenpaine ja diabetes (Kettunen 2011b, 249-250).

2.2.1 Sepelvaltimotaudin asteet

Sepelvaltimotaudin eri ilmenemismuotojen eli angina pectoris -oireiden, akuutin sepelvaltimotautikohtauksen ja sydäninfarktin oireet ja hoidon tarve vaihtelevat (Kettunen 2011b, 249-250). Sepelvaltimotaudin vaikeusastetta kuvataan tukkeutuneiden sepelvaltimoiden määrällä. Sepelvaltimoita on kaksi, mutta yleensä vasen sepelvaltimo lasketaan kahdeksi erilliseksi

valtimoksi, kun taas oikea luetaan yhdeksi valtimoksi. Näin ollen taudin vaikeusastetta kuvataan käytännössä yhden, kahden tai kolmen suonon tautina (Kettunen 2011a, 31-33.)

Kroonisen sepelvaltimotaudin tavallisin ilmentymä on vakaa eli stabiili angina pectoris, jonka oireena on rasisurintakipu. Oireet johtuvat ahtautuneiden sepelvaltimoiden aiheuttamasta sydänlihaksen hapenpuutteesta eli iskemiasta (Kettunen 2014a, viitattu 11.6.2018.) Vakaassa angina pectoriksessa sepelvaltimon seinämän plakki ahtauttaa valtimoa estää verenvirtauksen lisääntymisen rasituksen aikana (Kettunen 2011b, 249-250). Levossa sydänlihaksen virtaa riittävästi hapekasta verta eikä rintakipua tunnu. Oireet pysyvät samankaltaisena toistuvana rintakipuna tai muuna epämiellyttävänä tuntemuksena ruumiillisen tai henkisen rasituksen aikana useiden viikkojen ajan (Kettunen 2014a, viitattu 11.6.2018.) Angina pectoris todetaan useimmiten rasisuskokeella ja voidaan yleensä hoitaa lääkkeillä. Pieni osa potilaista tarvitsee varjoainekuvauksen ja pallolaajennus- tai ohitusleikkaushoidon (Kettunen 2011b, 249-250).

Sepelvaltimon seinämän plakki voi kasvaa nopeasti tiukaksi ahtaumaksi tai plakki voi revetä suonon sisälle, jolloin plakin kohdalle kehittyä suonta ahtauttava verihyytymä (Kettunen 2011b, 249-250). Sepelvaltimon äkillisestä ahtautumisesta tai tukkeutumisesta johtuvat oireistot ovat nimeltään sepelvaltimokohtauksia ja niihin luetaan epästabiili angina pectoris, sydäninfarkti ilman ST-nousuja ja ST-nousuinfarkti (Sepelvaltimotautikohtaus: epästabiili angina pectoris ja sydäninfarkti ilman ST-nousuja. Käypä hoito -suositus 2014, viitattu 11.6.2018). Sydäninfarktin aiheuttaa tavallisimmin sepelvaltimotaudin aiheuttama valtimotukos harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta. Infarkti alkaa yleensä ahtauman tai valtimon seinämäkovettuman vaurioitumisella tai jopa repeämällä. Vaurioitumisen tai repeämisen johdosta käynnistyy suonensisäinen hyytymisprosessi ja ja samalla suonon seinämän tervekin osa saattaa supistua ja nopeuttaa tukkivan hyytymän eli trombin syntyä (Kettunen 2011c, 265-266.) Jos trombi tukkii suonon vain osittain tai liukenee nopeasti ei sydänlihaksessa ehdi välttämättä kehittyä solutuhoa, on kyseessä epästabiili angina pectoris. Sitä vastoin, jos sepelvaltimotukos johtaa sydänlihassolujen tuhoutumiseen, on kyseessä sydäninfarkti. (Sepelvaltimotautikohtaus: epästabiili angina pectoris ja sydäninfarkti ilman ST-nousuja. Käypä hoito -suositus 2014, viitattu 11.6.2018.) Siinä tapauksessa, että sepelvaltimon sisäseinämään ei repeämisen seurauksena synny täysin tukkivaa hyytymää vaan ainoastaan osittainen virtauseste, suonialueen sydänlihas kärsii ainakin aluksi vain hapenpuutteesta ja tällöin sydänsähkökäyrässä (EKG) ei ole nähtävissä ST-segmentin nousua. Tällöin kyseessä on sydäninfarkti ilman ST-nousua. (Kettunen 2011c, 265-266.) Hoitoperiaatteet ovat samat epästabiilissa angina pectoriksessa ja sydäninfarktissa ilman ST-nousuja, kun taas ST-nousuinfarktin hoito on erilainen etenkin akuuttivaiheessa. (Sepelvaltimotautikohtaus: epästabiili

angina pectoris ja sydäninfarkti ilman ST-nousuja. Käypä hoito -suositus 2014, viitattu 11.6.2018).
Diagnoosi tehdään EKG:n ja verikokeiden perusteella. Jos näiden perusteella diagnosoiksi tulee epästabili angina pectoris tai sydäninfarkti ilman ST-nousua, hoidoksi määrätään joko pelkästään lääkehoito tai lisäksi tehdään varjoainekuvaus 2-3 päivän kuluessa, jonka perusteella voidaan tehdä joko pallolaajennus tai ohitusleikkaus. (Kettunen 2011b, 249-250.)

ST-nousuinfarkti johtuu yleensä ateroskleroottisen plakin repeämisestä ja tämän repeytymän kohtaan syntyvästä sepelvaltimon tukkivasta verihyytymästä. ST-nousuinfarktin hoidossa ensisijaisen tärkeää on nopeus, sillä tukkeutuma sepelvaltimossa estää sydänlihaksen hapensaannin ja sydänlihas alkaa tuhoutua. Jo muutaman tunnin viive hoidon aloituksessa huonontaa ennustetta ratkaisevasti (Syväne, Tierala, Kunnamo & Heikkilä 2008, 471-502.) ST-nousuinfarktissa EKG:ssä on nähtävissä ST-segmentin nousuja, jotka johtuvat sydänlihassalueen nopeasti kehittyvästä kovasta hapenpuutteesta. EKG:ssä nähtävät vauriovirrat ennakoivat sydänlihassolumäärän merkittävää, pysyvää vaurioitumista ellei lihaksen läpivirtausta eli perfuusiota saada korjatuksi nopeasti. Sepelvaltimon palautumaton seinämävaurio voi kehittyä kolmessa tunnissa, mutta syvempi, koko seinämäpaksuuden läpi ulottuva kuolio kehittyy hitaammin, yleensä yli kuuden tunnin aikana. Vaurioituessaan sydänlihassolut päästävät verenkiertoon troponiinia. Troponiinia käytetäänkin verikokeessa äkillisen sepelvaltimotautikohtauksen diagnostiikan merkkiaineena. (Kettunen 2011c, 265-266.)

2.2.2 Sepelvaltimotaudin riskitekijät

Lukuisat yksilön geneettiset ja hankinnaiset ominaisuudet voivat vaikuttaa sepelvaltimotaudin syntyyn. Pääosin sepelvaltimotauti syntyy sepelvaltimoiden ateroskleroosin kehittymisen myötä, mutta tämän lisäksi varsinkin akuuteissa verenvirtaukseen ja hyytymisalttiuteen liittyvillä tekijöillä on olennainen rooli akuutin vaiheen laukaisijana ja viimeistelijänä. Syitä taudin synnylle on lukuisia, mutta yksikään syy yksinään ei varsinaisesti yllä taudin aiheuttajaksi yksinään. Neljä vahvinta vaaratekijää ovat veren korkea LDL-kolesterolipitoisuus, korkea verenpaine, tupakointi ja diabetes. (Reunanen 2008, 328-338.)

Sepelvaltimotaudin riskitekijöistä tärkeimmät ovat ikä ja sukupuoli (Kettunen 2014b, viitattu 12.6.2017). Sairaus yleistyy iän myötä ja on harvinainen ennen myöhäistä keski-ikää (Kettunen 2011d, 250-252). Sepelvaltimotautiin kuolleiden mediaanikeski-ikä oli vuonna 2016 naisilla 79

vuotta ja miehillä 87 vuotta (Tilastokeskus. 2017, viitattu 4.6.2018). Miessukupuoli on voimakas vaaratekijä 70 – 75 ikävuoteen asti, mutta siitä eteenpäin tauti on yhtä yleinen sekä miehillä että naisilla (Kettunen 2014b, viitattu 12.6.2018).

Suomessa sepelvaltimotaudin esiintyvyydessä on eroja eri alueiden välillä. Taudin kuolleisuus- ja ilmaantuvuusluvut ovat Lounais-Suomessa lähes puolet pienemmät Itä- ja Koillis-Suomeen verrattuna vaikkakin erot ovat viime aikoina jonkin verran pienentyneet. (Reunanen 2008, 328-338.)

Sepelvaltimotaudin kuolleisuutta ja siihen sairastuvuutta voidaan alentaa vähentämällä vaaratekijöitä. Koska valtimotaudit mukaan lukien sepelvaltimotauti ovat seurausta useiden vaaratekijöiden yhteisvaikutuksesta, kannattaa sepelvaltimotaudin ehkäisyssä ottaa huomioon myös aivohalvauksen ja alaraajojen valtimotaudin ehkäisy. Päätös ehkäisevistä toimenpiteistä riippuukin arviosta kunkin potilaan kokonaisvaarasta sairastua valtimotauteihin. (Kettunen 2011e, 254-256.)

Kokonaisvaaran arviontiin käytetään riskitaulukoita, joista nykyisin pidetään parhaana vuonna 2003 eurooppalaisena yhteistyönä valmistunutta SCORE-taulukkoa (Systematic Coronary Risk Evaluation). SCORE:n avulla voidaan määrittellä todennäköisyys sille, että potilas menehtyy kymmenen vuoden kuluessa valtimotautiin kuten sepelvaltimotauti. Taulukko ottaa huomioon henkilön iän, sukupuolen, tupakoinnin, kokonaiskolesterolin ja systolisen verenpaineen. Sepelvaltimotautia ehkäisevistä toimenpiteistä päätetään taulukon antaman todennäköisyyden mukaisesti. Terveillä ja oireettomilla henkilöillä otetaan huomioon valtimotaudin kokonaisvaara ja niille henkilöille, joiden kokonaisvaara arvioidaan suureksi (yli 5 %), tulisi antaa elämäntapaneuvontaa ja lääkehoito, kun se katsotaan tarpeelliseksi. Sepelvaltimotautiin jo sairastuneet potilaat kuuluvat kaikki suuren vaaran ryhmään ja tähän ryhmään kuuluviin henkilöihin kohdistuva ehkäisy on kaikkein tuloksellisinta. He ovatkin sepelvaltimotaudin ehkäisyssä tärkeysjärjestyksessä ylimmässä ryhmässä. (Kettunen 2014b, viitattu 12.6.2018.) (taulukko 1.)

TAULUKKO 1. Sepelvaltimopotilaiden riskiluokittelu (Kettunen 2014b) mukaan.

1	Todettu sairaus	Sepelvaltimotauti, aivovaltimotauti tai alaraajojen valtimotauti (katkokävely)
2	Oireettomat, joilla on suuri riski sairastua	<ol style="list-style-type: none"> 1. Useita vaaratekijöitä ja niistä aiheutuva vaara kuolla valtimotautiin seuraavan 10 vuoden aikana on yli 5 % tai projisoituna 60 ikään. <ul style="list-style-type: none"> • Huomattavasti suurentunut yksittäinen vaaratekijä. • Kokonaiskolesteroli yli 8 mmol/l • LDL-kolesteroli yli 6 mmol/l • Verenpaine yli 180/110 mmHg 2. Tyypin 2 diabetes 3. Tyypin 1 diabetes, johon liittyy mikroalbuminuria (valkuaista virtsassa)
3	Lähisukulaiset	<ol style="list-style-type: none"> 1. Valtimotaudin varhaisella iällä sairastaneiden lähisukulaiset 2. Poikkeuksellisen suuressa sairastumisen vaarassa olevien henkilöiden lähisukulaiset
4	Muut	Henkilöt, jotka eivät ole sairastaneet, mutta joilla on joku yksittäinen riskitekijä

2.2.3 Sepelvaltimotaudin diagnosointi ja alkuvaiheen hoito

Sepelvaltimokohtauksesta johtuva kipu alkaa yleensä vähitellen useiden sekuntien tai jopa muutaman minuutin aikana ja pahenee yleensä muutamien kymmenien sekuntien ajan kestäen vähintään muutamia minuutteja. Kipu jää usein aaltoilevaksi tai jatkuvaksi. Tyypillisesti sydänperäinen rintakipu alkaa ja pahenee rasituksessa. Se tuntuu rintalastan takana ja voi olla puristavaa. Sydänperäinen rintakipu säteilee usein vasempaan yläraajaan, mutta myös leukaperiin, hartiaan, ylävatsalle tai oikean olkapään seutuville. Huonovointisuuskohtaus ja hengenahdistus ilman kipua voivat myös aloittaa akuutin sepelvaltimotautikohtauksen. (Kettunen 2011f, 269.)

Ensihoitona kotona hoito-ohjeena sydänperäisessä rintakivussa on ottaa nitrolääkettä ja aspiriinitabletti sekä asettua lepäämään. Jos kipu jatkuu kovana vielä puolen tunnin kuluttua hoidon aloittamisesta eikä 1-2 toistettu nitrolääkitys tuo apua kipuun, on syytä lähteä päivystävälle lääkärille sairaankuljetuksella. Päivystyksessä otetaan EKG erityisesti ST-nousujen esiintymistä silmällä pitäen ja EKG toistetaan heti, jos potilaan vointi huononee ja kipu pahenee. (Kettunen 2011f, 269.) Mahdollista sepelvaltimotautikohtausta sairastavan potilaan tullessa päivystyspisteeseen on arvio tilanteesta tehtävä välittömästi. EKG:n ohella kliininen tutkimus ja anamneesi ovat tärkeimmät tekijät pikaisessa tilanearvioissa. (Vikman, Laine, Tierala & Heikkilä 2008, 457-470.) Potilaan yleistilaa tarkkaillaan päivystyksessä ja potilaalta otetaan verikoe

erityisesti troponiini-merkkiaineen määritystä varten. Potilaan hoidon jatko riippuu ennen kaikkea EKG:n tuloksesta. (Kettunen 2011f, 269.)

2.2.4 Epävakaata angina pectoris ja ei-ST-nousuinfarkti

Epävakaan angina pectoris ja ei-ST-nousuinfarkin hoito alkuvaiheessa perustuu ennen kaikkea tehokkaaseen verisuonitukoksia estävään hoitoon (Vikman ym. 2008, 457-470). Potilaalla on epävakaata angina pectoris tai ei-ST-nousuinfarkti, jos EKG:ssä ei ole ST-segmentin nousuja. Jatkohoidosta ja sen kiireellisyydestä päätetään potilaan kliinisen tilan ja sydänlihaskvaurion merkkiainetutkimuksen tuloksen perusteella. (Kettunen 2011g, 270-271.)

Pienen riskiryhmän potilaat voidaan kotiuttaa seurannan tai viimeistään rasisuskokeen jälkeen. Pienen riskiryhmän potilaiden EKG:ssä ei näy isoja muutoksia ja troponiiniarvo ei kohoa 12 tunnin aikana kipujen alkamisesta. Lisäksi pienen riskiryhmän potilaiden kivut loppuvat tai niitä voidaan helposti hallita lääkkeillä. Näiden potilaiden jatkohoitosuunnitelma tehdään rasisuskokeen perusteella. (Kettunen 2011g, 270-271.)

Suuren riskin potilailla on todettu ei-ST-nousuinfarkti troponiiniarvon kohoamisen ja oireiden perusteella. Ei-ST-nousuinfarkin potilaita hoidetaan sydäninfarktipotilaana, mutta liuotushoitoa ei aloiteta. Suuren riskin potilaille tehdään varjoainokuvaus viimeistään kahden vuorokauden kuluessa, jonka perusteella voidaan tehdä välittömästi joko pallolaajennus tai ohitusleikkaus. Siinä tapauksessa, että varjoainokuvausta ei voida heti suorittaa, annetaan potilaalle aspiriinia, pienimolekyylisiä hepariinia ja muita trombeja estäviä lääkkeitä. (Kettunen 2011g, 270-271.)

Yleensä syynä epävakaaseen angina pectoriseen tai ei-ST-nousuinfarktiin on merkittävä sepelvaltimoahtaus, jolloin kajoavalla hoidolla voidaan estää sydänlihaksen hapenpuutteesta johtuva sydänlihaskvaurio (Vikman ym. 2008, 457-470). Epävakaan angina pectoris ja ei-ST-nousuinfarkin ollessa kyseessä potilaan varjoainekuvauksen kiireellisyys määräytyy kliinisen tilanteen, vaaranarvioinnin ja rasisuskokeen perusteella. Pienen vaaran potilaalle tehdään melko kiireellinen varjoainokuvaus (48-72 t) rasisuskokeen tuloksen perusteella, jos rasisuskokeessa iskemian aiheuttanut kuorma tai pulssitaso on matala. Diabetesta sairastavien potilaiden ennuste on huonompi, joten heidän hoidossaan on syytä olla erityisen aktiivinen. Suuren vaaran potilaille pyritään tekemään varjoainokuvaus akuuttivaiheessa. Tässä vaiheessa varjoainekuvauksen perusteella tehty revaskularisaatio (pallolaajennus tai ohitusleikkaus) parantavat ennustetta ja vähentävät komplikaatioita. (Tierala & Mäkijärvi 2018, viitattu 13.6.2018.) Suuren vaaran potilaiden

sepelvaltimoiden varjoainekuvauksia pyritään tekemään saman hoitojakson aikana, viimeistään 2-3 vuorokauden kuluessa, sillä epävakaan angina pectoricsen tai ei-ST-nousuinfarktin potilaiden vaara menehtyä tai saada sydänperäinen tapahtuma on suurin ensimmäisten päivien aikana kohtauksesta. (Vikman ym. 2008, 457-470.)

2.2.5 ST-nousuinfarkti

ST-nousuinfarkti on hätätilanne sillä sepelvaltimon ateroskleroottisen plakin repeytymästä aiheutuva verihyytymä tukkii sepelvaltimon ja sydänlihasta tuhoutuu tämän seurauksena koko ajan hapenpuutteen vuoksi. Jo muutamien tuntien viivytys hoidon aloituksessa huonontaa potilaan ennustetta merkittävästi. ST-nousuinfarktin ollessa kyseessä täytyy selvittää nopeasti, onko mahdollista tehdä angioplastia eli pallolaajennus suonon avaamiseksi vai aloitetaanko liotushoito. (Syväne ym. 2008, 471-502.) Pallolaajennusta suositellaan hoidoksi erityisesti silloin, kun se on toteutettavissa alle kahden tunnin kuluessa kohtauksen alkamisesta. Myös silloin, kun liotushoidolle on vasta-aihe, jos infarktikipun alusta on kulunut yli 2–3 tuntia ja pallolaajennus mahdollinen alle 120 min diagnoosista ja liotushoitoon ei olla saatu vastetta 60 minuutissa ja uhkaava vaurio on suuri, turvaututaan ensisijaisesti angioplastiaan. (Tierala & Mäkijärvi 2018, viitattu 13.6.2018.)

Sydäninfarktiin liittyvä kuolleisuus on Suomessa edelleen suurta, vaikka vuosittaisten sydäninfarktien määrää ja siihen liittyvää kuolleisuutta on saatu vähennettyä reilusti. Sydäninfarktien määrän lasku selittyy ennen kaikkea ehkäisyllä ja sepelvaltimotautien aktiivisella hoidolla. Kuolleisuus sepelvaltimotauteihin on vähentynyt merkittävästi, mutta sydäninfarktiin liittyvä kuolleisuus on edelleen suuri. Ensimmäisen sydäninfarktin jälkeinen kuolleisuus vuoden seurannassa oli 19 % vuonna 2007. (Hartikainen 2014, viitattu 12.6.2018.) Luku on kuitenkin laskussa ja oli vuonna 2012 16 % (Perfect-raportti 2014, viitattu 12.6.2018). Kokonaiskuolleisuus oli tätä suurempi, sillä tähän lukuun on otettu mukaan vain ne potilaat, jotka selvisivät hengissä sairaalahoitoon saakka. Akuutin sydäninfarktin saaneista potilaista suuri osa kuolee ennen hoitoon pääsyä muualla kuin sairaalassa. (Hartikainen 2014, viitattu 12.6.2018.)

2.3 Koronaariangiografia

Angiografialla tarkoitetaan suonen varjoainekuvausta, jossa kuvattavaan suoneen ruiskutetaan jodivarjoainetta, joka muuttaa kuvattavan kohteen tiheyden ympäristöstään poikkeavaksi. Röntgenpositiivisten varjoaineiden, kuten angiografioissa käytetyn jodin, tiheys on suurempi kuin kudosten ja varjoainetta sisältävä alue näkyy röntgenkuvassa muusta kudoksesta poikkeavana. (Suramo 1998, 30-33.)

Kardioangiografiset tutkimukset ovat sydämen varjoainetutkimuksia. Kardioangiorafiassa sydämen lokerot, suuret suonet, aortan tyvi ja sepelvaltimot haaroineen katetrisoidaan ja ne kuvataan varjoaineella tehostettuna. Varjoainetutkimuksen yhteydessä mitataan sydämen lokeroiden sisäistä painetta ja veren happiosapainetta. Näiden mittausten avulla voidaan määrittää läppävikojen ja oikovirtausten vaikeusasteita. (Lauerma 2005, 226-238.)

Kardioangiografia voidaan tehdä selektiivisesti sepelvaltimoruiskutuksella, jolloin puhutaan koronaari- eli sepelvaltimoangiografiasta (Lauerma 2005, 226-238). Koronaariangiografia on kuvausmenetelmä, jolla selvitetään sepelvaltimoiden anatomiaa ja mahdollista sepelvaltimoiden ahtautumista sepelvaltimotaudin seurauksena (Karjalainen & Romppainen 2016, viitattu 14.6.2018). Koronaariangiografia on kajoava menetelmä, jossa katetrin kautta ruiskutetaan varjoaine kuvattavaan kohteeseen verisuonireittiä pitkin ja kuvataan röntgenkuvauksella. Tutkimuksen yhteydessä voidaan tehdä hoitotoimenpiteitä kuten sepelvaltimoiden pallolaajennus (PTCA) ja tekoläppien asennus (TAVI). (Blanco Sequeiros 2017, viitattu 14.6.2018.) Verrattuna TT-angiografiaan koronaariangiografian diagnostinen suorituskyky iskemian arvioinnissa on parempi ja toisaalta TT-angiografia tutkimus usein yli arvio sepelvaltimon tukkeuman vakavuutta (Doh, Koo, Nam, Kim, Min, Nakazato, Silalahi, Prawira, Choi, Lee, Namgung, Kwon, Kwak & Lee 2014, viitattu 5.11.2019).

2.4 Potilaan hoitopolku koronaariangiografiassa

Koronaariangiografia ei ole ensisijainen menetelmä rintakipuisen potilaan tutkimukseen, vaan usein rasisitustesti on riittävä tutkimus perustutkimusten ohella (Yli-Mäyry 2011, 62-63). Ionisoivaa säteilyä käyttävän menetelmän täytyy oikeutusperiaatteen mukaisesti olla lääketieteellisesti perusteltua (Säteilylaki 2018, viitattu 16.7.2019; Säteilyturvakeskus 2018, viitattu 16.7.2019). Sepelvaltimoiden varjoainokuvaus on aiheellinen silloin, kun rintakipuoireiden selvittelyssä ei voida

selvittää sepelvaltimotaudin todennäköisyyttä noninvasiivisten kuvantamismenetelmien avulla. Oireettomien henkilöiden sepelvaltimoiden kajoaviin kuvaukseen ei yleensä ole lääketieteellisiä perusteita (Airaksinen 2006, 88-109; Ylitalo & Ikäheimo 2008, 265-281) ja matalan ennakkotodennäköisyyden potilaiden kohdalla voidaan harkita sepelvaltimoiden tietokonetomografiaa (Säteilyturvakeskus 2018, viitattu 16.7.2019). Yleensä koronaariangiografiaan päädytään, kun sepelvaltimotautipotilaan oireisto ei pysy siedettävällä tasolla lääkityksellä tai jos oireet vaikeutuvat äkillisesti. Lisäksi hoitava lääkäri voi kirjoittaa lähetteen koronaariangiografiaan taudin diagnoosin ollessa epäselvä. Sepelvaltimokuvaus antaa tietoa sepelvaltimoiden tilasta ja ahtauman vaikeusasteesta ja sen perusteella voidaan tehdä potilaalle hoitoarvio. Tutkimuksen kiireellisyyttä arvioidaan ja varjoainekuvauksen ennakovalmisteluja suunnitellaan hoitavan lääkärin lähetteen perusteella. (Yli-Mäyry 2011, 62-63.) Lisäksi korkean ennakkotodennäköisyyden potilaille voidaan tehdä mahdolliset toimenpiteet saman tien ja näin vältetään tekemästä kahta peräkkäistä ionisoivaa säteilyä käyttävää tutkimusta (Säteilyturvakeskus 2018, viitattu 16.7.2019).

2.5 Koronaariangiografian toteutus

Koronaariangiografiassa viedään katetri potilaan sydämeen valtimoreittiä myöten paikallispuudutuksessa. Nykyisin toimenpide tehdään ensisijaisesti varttinävaltimon kautta, mutta toissijaisesti käytetään edelleen reisivaltimoa. (Airaksinen 2006, 88-109; Ylitalo & Ikäheimo 2008, 265-281.) Rannevaltimo reitti on turvallisempi potilaalle kuin nivusvaltimoreitti pienemmän verenvuotoriskin kautta (Säteilyturvakeskus 2018, viitattu 16.7.2019). Tutkimuksessa potilaan valtimeen työnnetään neula ja sen kautta ohut metallivaijeri. Vaijerin avulla suoneen viedään lyhyt läpällinen muoviputki eli holkki. Tutkimuskatetrit uitetaan holkin läpi aorttaa myöten aortan tyveen, sepelvaltimoiden lähtökohtaan. Katetrin avulla sepelvaltimoihin ruiskutetaan jodipitoista varjoainetta. (Syväne 2014, viitattu 17.6.2018.) Tutkimuksen yhteydessä otetaan angiografiakuvia useasta eri suunnasta käyttäen kuitenkin mahdollisimman vähän säteilyä ja varjoainetta. (Airaksinen 2006, 88-109; Ylitalo & Ikäheimo 2008, 265-281).

2.6 Potilaan säteilyaltistus koronaariangiografiassa

Koronaariangiografiassa potilaan saama säteilyannos voi kasvaa potentiaalisesti suureksi verrattuna moneen muuhun diagnostiseen kuvausmenetelmään (Harrison, Ricciardello & Collins 1998, 597-603). Toisaalta yksittäisen potilaan kannalta toimenpiteen onnistuminen on ennusteen kannalta merkittävämpi asia, sillä koronaariangiografiassa suorat säteilyhaitat ovat erittäin harvinaisia. ALARA-periaatteen mukaisesti lääketieteellisen säteilyn käyttö vaatii optimointia siten, että potilaan saama säteilyannos on rajoitettu laadukkaaseen diagnostiikkaan ja riittävään hoitoon tarvittavaan kuvanlaatuun tarvittavaan määrään. Huolimattomasti tai väärin toteutettu säteilyturvallisuus lähinnä lisää ionisoivan säteilyn aiheuttaman satunnaisten haittojen mahdollisuutta potilaspopulaatiossa. (Säteilyturvakeskus 2018, viitattu 18.6.2019.)

Potilaan saamaa säteilyannosta angiografiakuvauksissa kuvataan yleensä läpivalaisuajalla sekä annoksen ja pinta-alan tulolla eli DAP -arvolla (Mäkelä & Katisko 2008, viitattu 18.6.2018). Vuonna 2016 oli käytössä Säteilyturvakeskuksen (STUK) vuonna 2005 julkaisemat vertailutasot koronaariangiografiatutkimuksille. Tällöin annetut vertailutasot sepelvaltimoiden röntgentutkimuksille olivat DAP -vertailutaso $60 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja läpivalaisu aika 8 minuuttia. Pallolaajennuksille tasot olivat $100 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ ja 20 minuuttia (Säteily turvakeskus 2005, viitattu 18.6.2018). Efektiiviset annokset kardiologisista toimenpiteistä voivat vaihdella huomattavasti ja ovat keskimäärin 10-15 mSV ja suurimmillaan jopa yli 100 mSV (Picano & Vano 2011, viitattu 18.7.2019).

Potilaan koronaariangiografiatutkimuksessa saamaan säteilyannokseen vaikuttavat muun muassa potilaan ikä ja koko, käytettävät laitteet ja tutkimustekniikka. (Mahesh 2001, 1033-1044; Abbot 2014, 425-428.) Toimenpiteen laatu ja monimutkaisuus vaikuttavat potilaan saamaan säteilyannokseen. Aikaisemmin koronaariangiografia oli lähinnä diagnostinen työkalu, mutta toimenpiteen aikana tehdään usein myös hoitotoimenpiteitä, kuten pallolaajennuksia. Tehtävän toimenpiteen monimutkaisuudella on todennäköisesti myös vaikutusta potilaan saamaan säteilyannokseen, sillä läpivalaisuajat kasvavat toimenpiteiden monimutkaistuessa. (Hirsfield, Balter, Brinker, Kern, Klein, Lindsay, Tommaso, Tracy & Wagner 2005, 2259-2282.) Hoitotoimenpiteen aikana potilaalle aiheutuvaan säteilyannokseen myös vaikuttavat eri tekijät. Pallolaajennuksessa potilaan säteilyannokseen on todettu vaikuttavan ahtauman kompleksisuus, potilaan habitus, aikaisempi ohitusleikkaus tai pallolaajennus, sekä toimenpiteen tekijä (Fetterley, Lennon, Bell, Holmes & Rihal 2011, 336-343). Koronaariangiografialla on yhteyksiä moniin muihin läpivalaisuututkimuksiin ja toimenpiteisiin, ja niiden potilasannoksia tarkastelemalla voidaan saada

tietoa myös koronaangiografioissa todennäköisesti potilasannoksiin vaikuttavista muuttujista. Lämpivalaisussa tehtävän haima- ja sappiteiden tutkimuksen (ERCP) aikana potilaan saamaan säteilyannokseen on todettu vaikuttavan potilaan iän, sukupuolen ohella toimenpiteessä mukana olevan röntgenhoitajan sekä ERCP -toimenpiteen monimutkaisuuden (Saukko, Grönroos, Salminen, Henner & Nieminen 2018, 495-504).

Lämpivalaisulaitteiden ominaisuuksilla voidaan pienentää merkittävästi potilaan saamaa säteilyannosta ja näin ollen myös säteilystä aiheutuvia haittavaikutuksia etenkin nykyaikaisia laitteita käytettäessä. Laitteiston iällä onkin merkitystä säteilysuojelullisesti. (Abbot 2014, 452-548.) Laitteiston kehittyessä ovat potilasannokset pienentyneet, mutta toisaalta samanaikaisesti vaikeiden toimenpiteiden lukumäärät ovat lisääntyneet (Säteilyturvakeskus 2018, viitattu 18.7.2019). Laitteiston ominaisuuksia hyödyntämällä voidaan vaikuttaa kuvan laatuun ja sekä potilaan että henkilökunnan säteilyaltistukseen. Kuvaustilan ja säteilytstekniikan valinnalla pystytään vaikuttamaan suoraan potilaan saamaan säteilyannokseen ja onkin todettu esimerkiksi pulssauksella olevan säteilyaltistausta vähentävä vaikutus verrattuna jatkuvaan lämpivalaisuun. Pulssatussa lämpivalaisussa lämpivalaisuaika on lyhyempi kuvanlaadun pysyessä kuitenkin toivotulla tasolla. (Abbot 2014, 452-548; Hishied ym. 2004, 259-282; Mahesh 2001, 1033-1044.)

2.7 Säteilyn haittavaikutukset

Potilaille aiheutuvat säteilyannokset koronaangiografia tutkimuksissa ja toimenpiteissä voivat olla suuria ja näin ollen lääketieteellisen säteilyn käytön lisääntyessä myös potilaalle aiheutuvien determinististen ja stokastisten haittavaikutusten riskit ovat lisääntyneet (Säteilyturvakeskus 2018, viitattu 18.7.2019).

2.7.1 Deterministiset haittavaikutukset

Deterministiset eli suorat haittavaikutukset liittyvät hyvin suuriin säteilyn kerta-annoksiin ja perustuvat säteilyn aiheuttamaan solutuhoon. Deterministiset haittavaikutukset kuten säteilytauti, säteilypalovamma, sädepneumoniitti, harmaakahi ja sikiövaurio syntyy varmasti määrätyn kynnsarvon yläpuolella ja säteilyannoksen jäädessä kynnsarvon alle, ei haittavaikutuksia synny lainkaan. Yksilöllisellä herkkyydellä ei ole juurikaan vaikutusta suorien haittavaikutusten ilmituloon. Annoksen kasvaessa kasvaa myös haitta-aste jyrkästi. Potilaan suojaaminen deterministisiltä haittavaikutuksilta on tärkeää. (Paile 2000, 660; Paile 2002, 44.)

Merkittävin säteilyn aiheuttamista suorista haittavaikutuksista on säteilyn aiheuttama palovamma. Lievän, muutamassa tunnissa punoituksena ilmi tulevan palovamman aiheuttaa noin 6 Gy ihoannos ja tätä suuremmat ihoannokset johtavat parissa viikossa rakkulamuodostukseen ja avohaavoihin. Pitkäaikainen läpivalaisu voi aiheuttaa niin suuren ihoannoksen potilaalle, että palovamman riski on olemassa. (Paile 2000, 661.) Annoksen nousu yli kynnsarvon pahentaa siivon laadua ja toisaalta hidastaa parantumista (Sun, AbAziz & Yusof 2013, viitattu 29.10.2019). Useita pallolaajennuksia läpikäyneillä potilailla kuvattuja deterministisiä haittavaikutuksia ovat olleet muun muassa ohimenevä punoitus, varsinainen punoitus ja telangiektasiat (Vano, Goicolea, Gavlan, Gonzales, Meiggs, Ten & Macaya 2001, viitattu 29.10.2019).

2.7.2 Stokastiset haittavaikutukset

Stokastiset eli tilastolliset haittavaikutukset johtuvat geneettisestä muutoksesta yhdessä solussa (Säteilyturvakeskus 2018, viitattu 18.7.2019). Stokastisilla haittavaikutuksilla ei ole kynnsarvoa ja ne voivat saada alkunsa pienestäkin altistuksesta. Haitta-aste sinänsä ei riipu saadusta säteilyannoksesta vaan ainoastaan haitan todennäköisyys kasvaa annoksen kasvaessa. Kokonaisriskin määrää koko elinaikana kertynyt kumulatiivinen riski ja jokainen röntgenkuvaus kasvattaa omalta osaltaan tätä kumulatiivista riskiä. Stokastisista haittavaikutuksista tärkein on syöpä. (Paile 2000, 662; Paile 2002, 45.)

3 TARKOITUS, TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää potilaille aiheutuvaa säteilyannosta ja selittää potilasannoksiin vaikuttavia tekijöitä Oulun ERVA alueella tehdyissä koronaangiografiatutkimuksissa. Tutkimus oli osa Sydämen asialla -hanketta, jonka tavoitteena on kehittää uutta kuvantamismenetelmää parantamaan sepelvaltimoiden varjoainekuvauksissa käyvien tutkimusta ja hoitoa. Opinnäytetyö tuki myös tekijänsä oppimista erityisesti säteilyn optimoinnin ja kuvantamismenetelmän tuntemuksen osalta.

Tutkimuksen perusteella pyrittiin löytämään niitä tekijöitä, mihin voidaan vaikuttaa koronaangiografiatutkimuksissa ja mahdollisesti näin optimoida säteilyn käyttöä ja tätä kautta vähentää säteilystä aiheutuvia haittavaikutuksia. Tutkimusprosessin tarkoituksena oli myös vertailla koronaangiografiatutkimuksia eri suorituspaikoissa ja löytää syitä mahdollisesti löytyviin eroihin potilasannoksissa. Näin pyrittiin löytämään ne seikat, jotka huomioon ottamalla voitaisiin säteilyn käyttöä optimoida ja päästäisiin niin pieniin potilasannoksiin tutkimusten yhteydessä kuin on mahdollista otettaessa huomioon tutkimuksen tarkoitus.

Tutkimuksessa pyrittiin vastaamaan seuraaviin tutkimusongelmiin:

1. Millaisia säteilyannoksia potilaille aiheutuu koronaangiografiatutkimuksissa?
2. Mitkä tekijät selittävät potilasannoksien vaihtelua koronaangiografiatutkimuksissa?

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

4.1 Tutkimusmetodologia

Tutkimus tehtiin kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa pyritään antamaan kuva muuttujien eli mitattavien ominaisuuksien välisistä suhteista ja eroista (Vilka 2007, 13). Kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä käyttäen on mahdollista tutustua tutkimusongelmaan ja tutkimuskohteeseen ja mahdollisesti tuottaa testattavia hypoteeseja. Tutkimusmenetelmä painottaa tosiasioista ja käyttäytymisen syitä. Tieto esitetään numeerisessa muodossa ja tietoa analysoidaan matemaattisin menetelmin. Tutkimuksen lopputulos on esitettävissä tilastollisessa muodossa. (Golafshani 2003, 597–598.) Määrällisessä tutkimuksessa yleisen tarkastelun tärkein tavoite on saada esiin muuttujien arvojen merkitsevyys tutkimuksen kannalta. Näin luodaan samalla mahdollisuus arvioida tutkimuksen luotettavuutta aineiston edustavuuden ja todenmukaisuuden kannalta (Anttila 2014, viitattu 19.6.2018.) Tässä tutkimuksessa selvitettiin kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien avulla, minkä suuruisia olivat potilaiden koronaariangiografioissa saamat säteilyannokset vuonna 2016 tutkimuksessa mukana olevissa sairaaloissa ja sitä mitkä seikat vaikuttivat potilaiden potilasannoksiin. Mielenkiinnon kohteena olivat myös erot eri sairaaloiden välillä. Määrällinen tutkimustapaa käytetäänkin silloin, kun pyritään löytämään vastauksia kysymyksiin siitä, miksi jossain joukossa esiintyy jotain ominaisuutta ja toisaalta minkälainen on kahden tekijän välinen riippuvuus tässä joukossa (Jokivuori & Hietala 2015).

4.2 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineistona käytettiin kardiorekisteriä, joka on käytössä kaikissa viidessä sairaalassa. Opinnäytetyötutkimuksen tutkimuskohteena olivat potilasannokset, joiden suurena käytettiin DAP-arvoa eli annoksen ja pinta-alan tuloa sekä läpivalaisuaikaa. Tutkimuksen otos oli vuonna 2016 Oulun ERVA -alueella Oulun yliopistollisessa sairaalassa, Kainuun keskussairaalassa, Länsi-Pohjan keskussairaalassa, Lapin keskussairaalassa sekä Keski-Pohjanmaan keskussairaalassa koronaariangiografiatutkimuksissa käyneet henkilöt. Tutkimuksessa oli käytössä kokonaisotanta,

sillä koko perusjoukko eli kaikki vuonna 2016 Oulun ERVA alueella koronaangiografioissa käyneet potilaat olivat mukana tutkimuksessa (ks. Vilka 2007, 52).

Tutkimuksessa mukana olevien henkilöiden anonymiteetti on ensiarvoisen tärkeää etenkin arkaluontoisia asioita, kuten terveystietoja käsiteltäessä. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa ei yksilöiden tunnistamisen riskiä ole yleensä julkaisuissa, sillä tuloksia ei kirjata henkilöitä yksilöiden. (Kuula 2011, 204-205.) Tietosuojaja velvoittaa tutkijaa huolehtimaan yksilöiden yksityisyyden suojasta ja muuntamaan henkilötiedot tunnistamattomiksi (Vilka 2007, 95). Tutkimuksessa käytettävän kardiorekisterin henkilötunnukset korvattiinkin muilla tunnistetiedoilla, jolloin potilastiedot eivät ole tunnistettavassa muodossa. Tavoitteena on ollut läpi tutkimuksen, etteivät tutkimukseen kuulumattomat henkilöt pääse käsiksi potilaiden henkilötietoihin ja väärin käyttämään niitä (ks. Kuula 2011, 64).

4.3 Aineiston analysointi

Määrällisellä tutkimuksella voidaan tuottaa yleinen kuva muuttujien välisistä suhteista ja eroista. Tietoa tarkastellaan numeerisesti ja numerotieto tulkitaan ja selitetään sanallisesti. Aineisto esitetään havaintomatriisina, johon muuttujia koskevat havainnot on syötetty. Havaintomatriisissa vaakariville sijoittuu yhden havaintoyksikön, opinnäytetyö tutkimuksen tapauksessa yhden koronaangiografian, kaikkien muuttujien tiedot. Pystysarakkeelta taas löytyy kaikkien havaintoyksikköjen yhtä asiaa koskevat tiedot, kuten säteilyannos. (Vilka 2007, 13-14.)

Määrällisessä tutkimuksessa aineiston analysointitapa valikoituu sen mukaan, mitä ollaan tutkimassa eli tutkitaanko yhtä muuttujaa vai kahden tai useamman muuttujan välistä riippuvuutta ja niiden vaikutusta toisiinsa (Vilka 2007, 119). Tutkimuksessa käytettävä tilastollinen menetelmä valitaan aina tutkimusongelman ja sen ratkaisemiseksi kerätyn aineiston perusteella (Ranta, Rita & Kouki 1999, 14).

Tämän työn tulkinnaassa käytettiin kuvailevaa tilastollista analysointia, sillä se toi mahdollisuuden esittää tulokset visuaalisesti selkeästi ja helposti ymmärrettävästi taulukoiden ja kuvaajien muodossa. Kuvailevan analyysin runkona toimivat taulukot ja diagrammit (Hietala & Jokivuori 2015, 145). Aineistoa analysoitiin myös informaatioteoreettista menetelmää (ks. Burnham & Andersson 2002) hyödyntäen vertailemalla aineiston perusteella tuotettuja tilastollisia malleja ja käyttäen mallien vertailu kriteerinä Akaiken informaatiokriteeriä (ks. Akaike 1974, 716-722). Näin saatiin

muodostettua tutkittavaa ilmiötä eli potilasannoksia parhaiten kuvaava mallijoukko. Aineisto analysoitiin käyttämällä R-ohjelmaa, joka on tekstipohjainen mm. tilastoanalysointiin käytettävä ohjelma (R Development Core Team 2019, viitattu 22.10.2019).

4.3.1 Mallien muodostaminen

Potilasannoksiin vaikuttavien tekijöiden mallinnuksessa käytettiin useita eri menetelmiä, joista keskeisimpiä olivat lineaarisen sekamallin (Linear Mixed Model) muodostaminen sekä mallijoukon valinta käyttäen informaatioteoreettistamenetelmää (Burnham & Anderson 2002).

Sekamallit ovat laajennus yleistettyihin lineaarisiin malleihin ja niitä voidaan käyttää silloin, kun aineisto sisältää korreloituneita havaintoja kuten toistomittauksia, klusteroituneita havaintoja tai ovat havaintoja pitkittäistutkimuksista. Sekamallissa on sekä kiinteitä (fixed factor) että satunnaisia (random factor) vaikutuksia, joista satunnaisvaikutukset määräävät kiinteiden vastemuuttujien kovarienssirakenteen. Tämä mahdollistaa sen, että päästään analysoimaan aineistoja, joissa vastemuuttuja ovat riippuvia ja vastemuuttujien varianssit ovat erisuuria (Pinheiro ja Bates 2001, 3-4.) Sekamallissa malliyhtälö kirjoitetaan muotoon

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

missä μ on yleiskeskisarvo, ε_{ij} on virhetermi, α_i on kiinteä vaikutus ($i = 1, \dots, k$) ja β_j on satunnaisvaikutus ($j = 1, \dots, n$) (Nummi 2005, viitattu 17.10.2019).

Opinnäytetutkimuksessa eri sairaaloissa tehtyjen koronaarianagiografiatutkimusten potilasannokset eivät sairaalan sisällä ole riippumattomia toisistaan ja niiden varianssit ovat erisuuria. Lisäksi tutkimusten päätekijän osalta voidaan ajatella eri tutkimusten olevan toistettuja mittauksia. Tässä tutkimuksessa käytettiinkin sekamallia hierarkkisesti ”pesiytyneelle datalle”, jossa toisaalta tutkimussali ja toisaalta lääkärit tutkimussalien sisällä katsottiin satunnaismuuttujiksi.

Kiinteät vaikutukset mallinnusta varten valittiin aikaisemmin tehtyjen tutkimusten perusteella. Delewi, Hoehers, Rådmuddal, Henriques, Angerås, Stewart, Robertsson, Wahlin, Pettersson, Piek, Albertsson, Matejka, & Omerovic (2013, 501-506) mukaan pallolaajennuksessa potilasannosta nostavasti vaikuttivat potilaan ikä, mies sukupuoli, korkea painoindeksi, diabetes, dyslipidemia, aiempi ohitusleikkaus (CABG), ahtautuneiden suonien lukumäärä, käsiteltyjen ahtautumien lukumäärä sekä ahtauman tyyppi. Opinnäytetyötutkimuksessa tarkasteltiin koronaariangiografiatutkimuksia toimenpiteen sijaan, joten tässä tutkimuksessa ei mallinnuksessa

huomioitu mahdolliseen hoitoon vaikuttavia seikkoja. Tulevan hoidon monimutkaisuutta kuvaavavana muuttujana käytettiin hoitopäätöstä. Delwi ym. (2013, 501-506) tutkimuksessa tutkittuja muuttujia olivat myös aiempi pallolaajennus (PCI), verenpainetauti sekä tupakointi, jotka otettiin huomioon myös tässä tutkimuksessa mallinnusta suunnitellessa.

Tässä tutkimuksessa testattavia kiinteitä vaikutuksia olivat jatkuvina muuttujina BMI ja ikä sekä kategorisina muuttujina sukupuoli, diabetes, tupakointi, dyslipidemia, verenpainetauti, sukurasitus, aiemmin tehty CABG, aiemmin tehty PCI, aiempi infarkti, läppävika, angiografialöydös, kiireellisyys, punktiopikka sekä hoitopäätös. Ennen muuttujien lopullista valintaa mallinnusta varten tarkasteltiin yksittäin vastemuuttujan (DAP) ja eri selittävien muuttujien välistä suhdetta ja tämän perusteella tehtiin muuttujien lopullinen valinta mallinnusta varten.

Analyysit suoritettiin R-ohjelmistolla versiolla R 3.6.1. (R Development Core Team 2019, viitattu 14.10.2019) ja sen laajennusosilla sekamallin luomista (lmer4) (Bates, Maechler, Bolker, Walker, Christensen, Singmann, Dai, Scheipl & Gronthendieck . 2019, viitattu 14.10.2019) sekä informaatioteoreettista mallinvalintamenetelmää MuMIn (Barton 2019, viitattu 14.10.2019) varten.

4.3.2 Mallin valinta

Ehdokasmallien joukon toimivuutta ja luotettavuutta analysointiin käyttäen perustana informaatioteoreettista lähestymistapaa (ks. Burnham & Anderson 2002). Lähestymistapa pohjautuu suurimman uskottavuuden teoriaan (Maximum likelihood theory), jonka pohjalta ehdokasmalleille lasketaan informaatioteoreettiset tunnusluvut. Mallien valinnassa tavoitteena on, että valinnan kriteerit ottavat huomioon mallien yhteensopivuuden ohella niiden monimutkaisuuden (Burnham ja Anderson 2002, 1-97; Grueber, Nakagawa, Laws & Jamieson 2011, 699-711.)

Mallien sopivuutta (fit) tutkimuksessa tarkasteltiin käyttämällä Akaiken informaatiokriteeriä AIC (Akaike 1974). AIC palkitsee hyvästä selityksasteesta, mutta samalla rankaisee mallissa käytettävien tuntemattomien lukumäärästä eli se pohjautuu log-uskottavuuteen (logLik) ja estimoitujen parametrien määrään p:

$$AIC = -2\log Lik + 2p$$

Malleja vertailtaessa pienempi AIC-arvo ilmaisee tietyn mallin korkeamman selityksasteen eli mallin informaatiomenetyks on pienin (Akaike 1974; Burnham ja Anderson 2002, 60-72; Oksanen 2003, viitattu 18.10.2019.)

Analyysi aluksi rakennettiin globaalimalli, joka sisältää kaikki mahdolliset mielenkiinnon alla olevat muuttujat. Tästä globaalimallista muodostettiin tämän jälkeen kaikki mahdolliset mallit, jotka voidaan näitä muuttujia käyttäen muodostaa. Parhaiden mallien joukon valinta perustui ΔAIC -arvoihin, jotka laskettiin vertailemalla mallien AIC arvoja "parhaimman" mallin eli sen mallin AIC arvoon, jonka AIC oli pienin. Mallien joiden ΔAIC oli suurempi kuin 2 ei katsottu sopivan dataan (Burnham ja Anderson 2002, 70.)

5 TULOKSET

Tutkimuksessa pyrittiin vastaamaan seuraaviin tutkimusongelmiin:

1. Millaisia säteilyannoksia potilaille aiheutuu koronaangiografiatutkimuksissa?
2. Mitkä tekijät selittävät potilasannoksien vaihtelua koronaangiografiatutkimuksissa?

Kardiorekisteristä poimittiin tutkimukseen mukaan kaikki ne tutkimukset, joista oli saatavilla tiedot potilasannoksesta ja läpivalaisuajasta. Niiltä henkilöiltä, joille oli tehty kaksi sepelvaltimoiden varjoainetutkimusta vuoden 2016 aikana, poimittiin aineistoon mukaan ensimmäinen tutkimus, jotta välttyttiin näiden yksilöiden kohdalla toistetuilta mittauksilta. Vuoden 2016 aikana Oulun ERVA-alueella tehtiin yhteensä 4910 tutkimusta, jotka jakaantuivat eri toimenpidepaikkoihin taulukon 2 mukaisesti. Taulukossa 2 on myös esitetty analyysiin mukaan otettujen tutkimusten lukumäärät.

TAULUKKO 2. Koronaangiografiatutkimusten lukumäärät vuonna 2016 ja tutkimuksessa mukana olevat potilaat yksiköittäin.

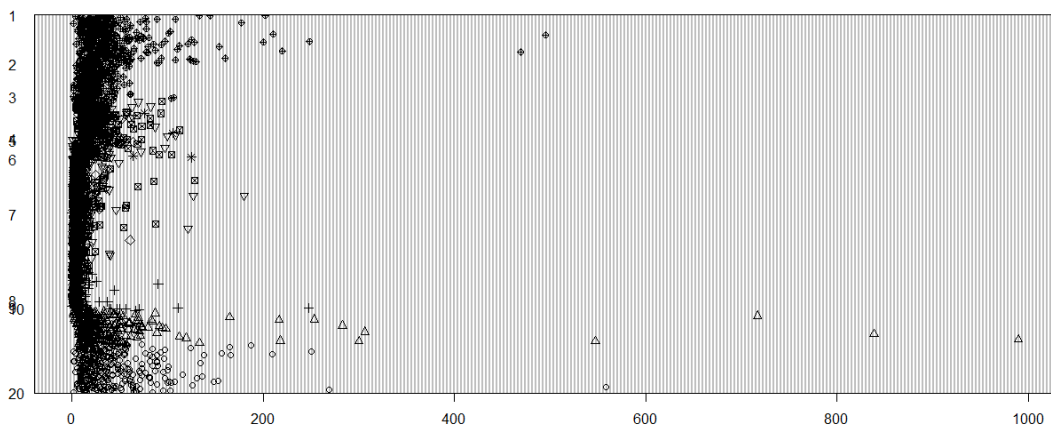
Sairaala	Tutkimuksia (kpl)	Potilaita (kpl)	Potilasannos tiedossa	Tutkimuksessa mukana potilaita
KAS	628	602	376	375
LPSHP	617	582	320	315
KPSHP	370	329	320	314
LSHP	1025	961	654	646
OYS	2270	2180	1297	1290

5.1 Potilasannokset koronaangiografiassa

Potilasannoksia tarkasteltiin tutkimussaleittain, sillä Oulun yliopistosairaalassa oli käytössä useampia saleja ja niiden laitteistokanta on hieman erilaista. Oulun aineistosta poistettiin yksi sali, jossa oli tehty vain yksi tutkimus, josta potilasannokset oli raportoitu. Lisäksi Rovaniemen aineistosta poistettiin sali, jossa oli tehty ainoastaan kaksi tutkimusta. Annoksia tarkasteltiin DAP-arvojen sekä läpivalaisuajkojen valossa vertaamalla eri saleissa saatuja arvoja toisiinsa ja toisaalta STUK:in asettamiin vertailutasoihin.

5.1.1 Tutkimusaineiston kokonaistarkastelu

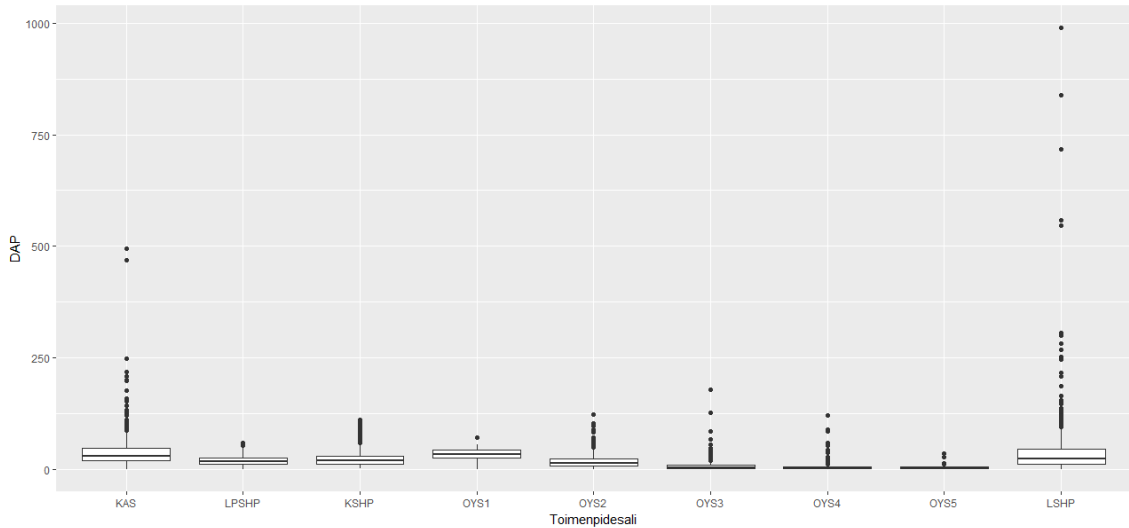
Tarkasteltaessa koko aineistoa yhdessä voidaan nähdä osassa toimipisteitä mahdollisia outlier -havaintoja, jotka ovat johtuvat mahdollisesti virheellisestä kirjauksesta tai esimerkiksi DAP -arvon yksikön muuttumisesta tutkimusten välillä. Nyt kardiorekisterissä ei ole raportoitu DAP-arvolle yksikköä. Poikkeava muuttujat eli outlier havainnot näkyvät hyvin aineistosta tehdyssä Cleveland dotplot -tarkastelussa (kuvio 1) ja box plot -tarkastelussa (kuvio 2).



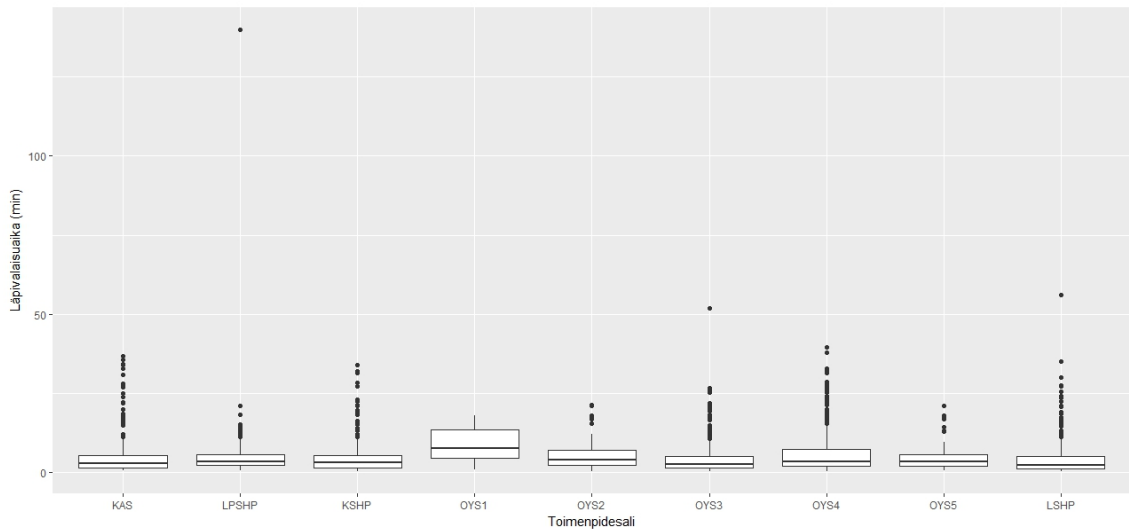
KUVIO 1. Cleveland dotplot DAP-arvoista koko aineistolle. x-akselilla DAP-arvo yksikkönä $Gy \cdot cm^2$.

Poikkeavimmista DAP -arvoista kysyttiin sairaalasta, jossa ne oli kirjattu ja sairaalan omista muistiinpanoista saatiin selville, että nämä arvot oli virheellisesti merkitty kardiorekisteriin. Tästä syystä tässä tutkimuksessa päädyttiin selvästi poikkeavien muuttujien poistamiseen tutkittavasta joukosta luotettavampien estimaattien saamiseksi (ks. Ranta, Rita & Kouki 1999, 394-395). Poikkeavien arvojen raja-arvona käytettiin DAP-arvoa $250 Gy \cdot cm^2$. Outlier -analyysi tehtiin myös läpivalaisuajoille ja sieltä nousi yksi havainto (140 min) selkeästi esiin. Myös tämä havainto poistettiin jatkoanalyseistä (kuvio 3).

Kahden salin vähäisen potilasmäärän ja outlier -analyysin johdosta tehtyjen poistojen vuoksi jatkoanalyseihin potilaita otettiin mukaan seuraavasti: KAS n=370, LPSHP n= 251 , KPSHP n=314 , LSHP n=634, OYS1 n=10 , OYS2 n=144 , OYS 3 n=421 , OYS 4 n=654 , OYS 5 n=53.



KUVIO 2. Potilas annos kaikissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä toimenpidesaleittain



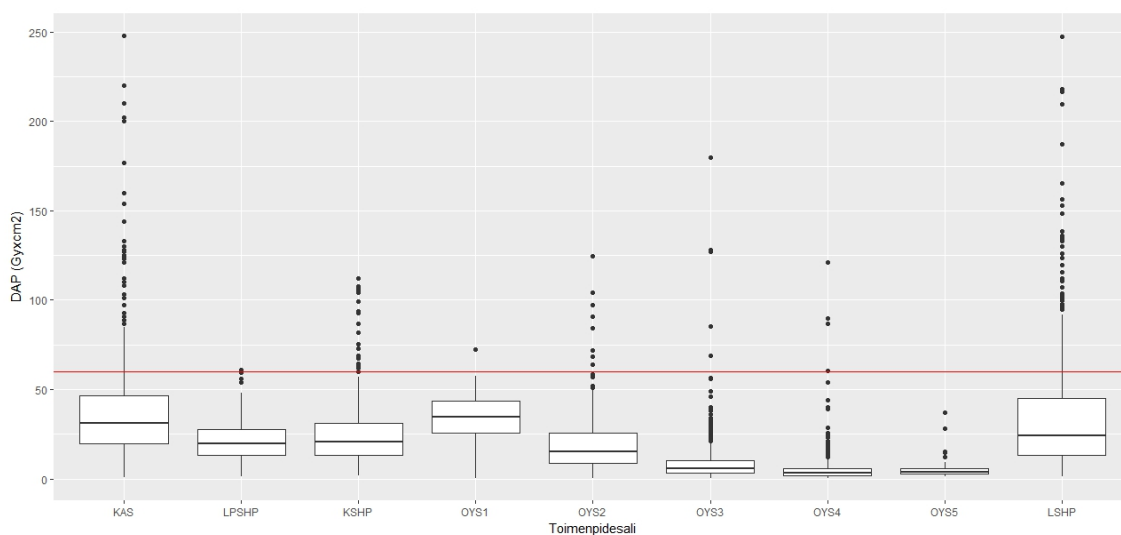
KUVIO 3. Läpivalaisuaika kaikissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä toimenpidesaleittain

5.1.2 Tutkimusten potilasannokset

Tähän tarkasteluun otettiin mukaan ne tutkimukset, jotka olivat jäljellä Outlier-havaintojen poistamisen jälkeen. Potilasannoksille DAP laskettiin tunnusluvut, jotka on esitetty taulukossa 2. Edelleen voidaan nähdä osassa toimipisteitä varsin korkeita arvoja osalla potilaista ja hajontaa eri toimipisteiden välillä (kuvio 4, taulukko 3). Lisäksi mukaan tarkasteluun on otettu vuonna 2016 voimassa ollut STUK:in asettama vertailutaso, joka angiografioissa oli 60 Gy*cm² (STUK 2016). Tuloksista nähdään, että kaikissa saleissa on alitettu selkeästi tuolloin voimassa ollut vertailutaso (kuvio 4, taulukko 3.).

TAULUKKO 3. DAP -arvot ($Gy \times cm^2$) ja tutkimusyksiköiden määrät toimenpidesaleittain. STUK vertailutaso $60 Gy \times cm^2$.

Toimenpidesali	x	$stdev$	min	max	n
KAS	40,08	34,45	1,00	248,00	370
LPSHP	21,81	11,99	1,49	61,01	251
KSHP	25,53	19,53	2,00	112,00	314
OYS1	35,17	20,19	0,10	72,28	10
OYS2	21,46	21,20	0,30	124,70	144
OYS3	9,72	15,19	0,20	180,00	421
OYS4	5,44	8,62	0,10	121,00	654
OYS5	5,55	6,26	1,11	37,12	53
LSHP	34,81	32,40	1,12	247,42	634

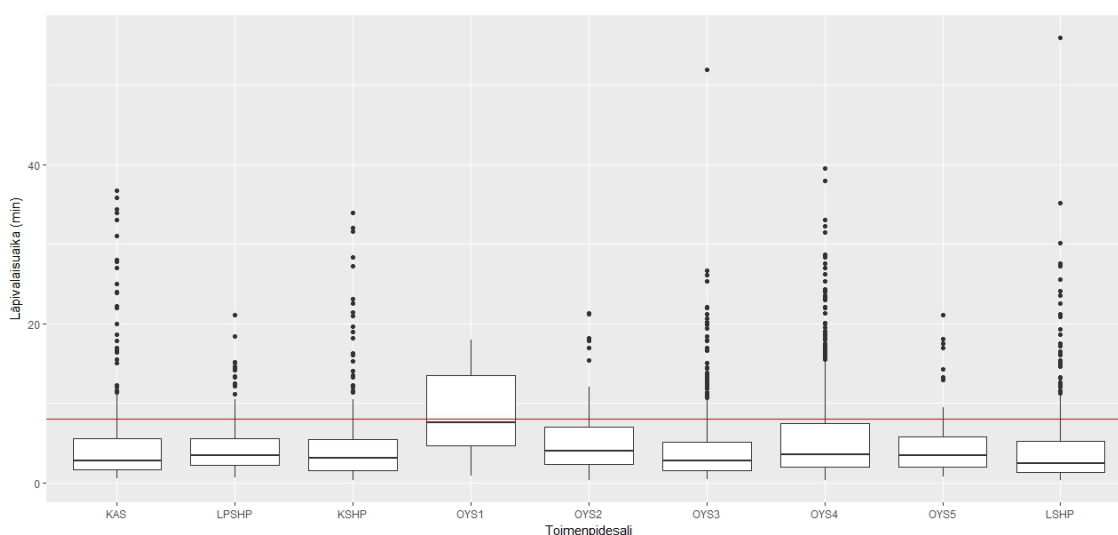


KUVIO 4. Angiografiatutkimusten DAP -arvot keskimäärin toimenpidesaleittain. Punaisella esitetty STUK:in vertailutaso $60 Gy \times cm^2$.

Potilasannoksia tarkasteltiin myös läpivalaisuajojen suhteen ja myös läpivalaisuajoille laskettiin tunnusluvut, jotka on esitetty taulukossa 4. Myös näiden perusteella voidaan nähdä osassa toimipisteitä varsin korkeita arvoja osalla potilaista. Läpivalaisuajojen suhteen eri toimipisteissä hajonta ei ole yhtä suurta kuin tarkasteltaessa DAP-arvoa (kuvio 5, taulukko 4). Lisäksi mukaan tarkasteluun otettiin vuonna 2016 voimassa ollut STUK:in läpivalaisuajoille asettama vertailutaso, joka angiografioissa oli 8 min (STUK 2016). Tuloksista nähdään, että lähes kaikissa vertailutaso on keskimääräisesti alitettu selkeästi (kuvio 5, taulukko 4.).

TAULUKKO 4. Läpivalaisuajat (min) ja tutkimusyksiköiden määrät toimenpidesaleittain. STUK vertailutaso 8 min.

Toimenpidesali	x	$stdev$	min	max	n
KAS	4,91	6,03	0,50	36,70	370
LPSHP	4,47	3,34	0,59	21,08	251
KSHP	4,67	5,11	0,31	34,00	314
OYS1	8,69	6,05	0,90	18,00	10
OYS2	5,15	4,18	0,34	21,27	144
OYS3	4,64	5,33	0,45	52,00	421
OYS4	5,80	5,89	0,30	39,49	654
OYS5	5,16	4,91	0,70	21,07	53
LSHP	4,12	4,90	0,25	56,00	634



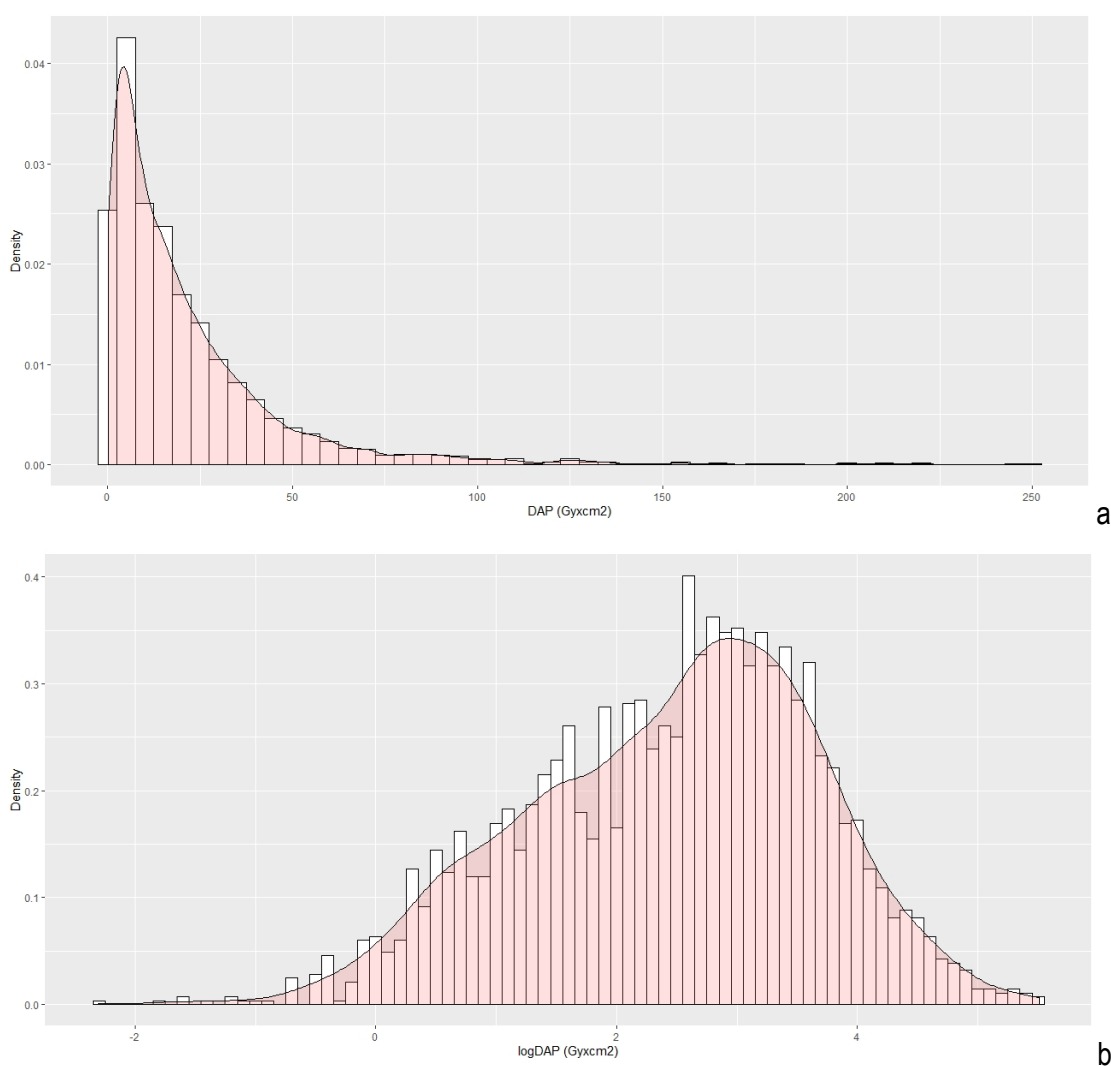
KUVIO 5. Angiografiatutkimusten läpivalaisuajat keskimäärin toimenpidesaleittain. Punaisella esitetty STUK:in vertailutaso 8 min.

5.2 Potilasannoksiin vaikuttavat tekijät koronaariangiografiassa

Tutkittaessa potilasannoksiin vaikuttavia tekijöitä poistettiin tutkimusaineistosta Oys:in saleista Sali1, josta tässä tutkimuksessa oli mukana vain 10 henkilöä, jotta voitiin varmistaa, ettei heitä voi tunnistaa tutkimusyksiköiden joukosta vähäisen määrän vuoksi. Lisäksi analyysien helpottamiseksi poistettiin aineistosta ne tutkimusyksiköt, joiden jatkuvien muuttujien (pituus, paino) arvoja ei oltu

raportoitu. Mallinnukseen käytetyssä aineistossa lopullinen havaintojen määrä oli 2616. Kategorisia muuttujia tarkasteltaessa tuntemattomat arvot otettiin mukaan yhtenä kategoriana (ei tiedossa).

Vastemuuttujan (DAP) jakauman normalisuutta tarkasteltiin histogrammitarkasteluna (ks. Zuur, Ieno & Elphic 2010, 3-14). Jakauma oli vahvasti oikealle vinoutunut (kuvio 6a) ja muuttujalle tehtiin logaritmuunnos, joka normalisoi jakaumaa (kuvio 6b). Keskimääräinen logaritmuunnettu DAP aineistossa oli $1,06 \pm 0,53$. Liitteessä 1 on esitetty listaus mallinnuksessa käytetyistä muuttujista. Jatkuvista muuttujista on esitetty keskiarvo ja hajonta, kategorisista muuttujista prosenttiosuus ja lukumäärä.



KUVIO 6 a ja b. Vastemuuttujan jakauma a) ennen muutosta ja b) logaritmuunnoksen jälkeen.

Mallinvalintaprosessi tuotti neljä mallia, joiden $\Delta AIC < 2$, mutta kuten Akaike painoista nähdään, oli mallinvalinnassa suurta epävarmuutta ja parhaiden mallien kumulatiivinen paino oli 0,843 (taulukko 5). Joka tapauksessa parhaita malleja tarkastelemalla voidaan nähdä tiettyjä trendejä.

Globaalimallissa esiintyvistä muuttujista mukana kaikissa neljässä mallissa olivat painoindeksi (BMI), sukupuoli, hoitopäätös, verenpainetauti, angiografialöydös (angiolöydös), aiemmin tehty CABG (CABG) ja punktiopaikka (punktio). Diabetes sekä dyslipidemia olivat mukana kahdessa mallissa. Tupakointi ja aiempi PCI eivät esiintyneet muuttujina neljässä parhaassa mallissa. Parhaat mallit on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Parhaimmat lineaariset sekamallit potilasannoksille vuodelle 2016 Oulun Erva-alueella. Kaikissa malleissa random muuttujana on tutkimussali sekä vastuussa ollut lääkäri. Mallit on järjestetty järjestykseen Akaiken informaatiokriteerin (AIC) perusteella. ΔAIC = erotus mallin ja parhaan mallin AIC:n välillä, w = mallin paino, K = mallin parametrien lukumäärä.

Järjestys	Malli	AIC	ΔAIC	w	K
1	BMI+punktio+sukupuoli+verenpainetauti+ hoitopäätös+CABG+angiolöydös	1086,3	0,00	0,278	25
2	BMI+punktio+sukupuoli+verenpainetauti+ hoitopäätös+CABG+löydös+ diabetes	1086,4	0,14	0,259	27
3	BMI+punktio+sukupuoli+verenpainetauti+ hoitopäätös+CABG+löydös+dyslipidemia	1087,2	0,93	0,174	27
4	BMI+punktio+sukupuoli+verenpainetauti+ hoitopäätös+CABG+löydös+diabetes+dyslipidemia	1087,7	1,49	0,132	29

Parhaimpien mallien avulla laskettujen keskiarvoisten parametrien (model-averaged parameters) perusteella logaritmuunnettua potilasannosta kasvattavat muun muassa painoindeksin kasvu ($\beta = 0,245$, $SE = 0,011$), aiempi CAGB ($\beta = 0,092$, $SE = 0,013$) sekä angiografialöydöksen monimutkaisuus. Logaritmuunnettua potilasannosta puolestaan laskee naissukupuoli ($\beta = -0,211$, $SE = 0,011$) ja rannevaltimon käyttäminen punktiopaikkana ($\beta = -0,402$, $SE = 0,200$). Mallien tulokset on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6: Logaritmuunnettujen potilasannosten (logDAP) saadut muuttujien estimaatit (β), virhe (SE) ja luottamusväli (CI).

Muuttuja	β	SE	CI
BMI	0,245	0,011	0,223 - 0,268
Sukupuoli, nainen	-0,211497	0,011173	-0,233 - -0,190
Hoitopäätös			
kirurgia	0,061458	0,013	0,034 - 0,089
lääkehoito	0,060979	0,013	0,035 - 0,087
perkutaaninen	0,043616	0,013	0,019 - 0,068
Angiografialöydös			
2 VD	0,041	0,014	0,014 - 0,068
3 VD	0,047	0,017	0,014 - 0,080
0	-0,038	0,018	-0,074 - -0,003
LM	0,018	0,011	-0,002 - 0,041
muu	-0,022	0,012	-0,046 - 0,003
Aiempi CABG			
ei tiedossa	-0,011	0,011	-0,032 - 0,010
kyllä	0,092	0,013	0,068 - 0,117
Punktiopaikka			
radial -> brachial	-0,011	0,016	-0,042 - 0,019
brachial	0,006	0,015	-0,024 - 0,036
femoral	-0,377	0,172	-0,713 - -0,040
femoral->femoral	-0,067	0,030	-0,127 - -0,008
femoral->radial	-0,183	0,103	-0,386 - 0,019
radial	-0,402	0,200	-0,795 - -0,010
radial->radial	-0,077	0,053	-0,182 - 0,026
Verenpainetauti			
ei tiedossa	0,002	0,014	-0,025 - 0,030
kyllä	0,037	0,012	0,013 - 0,061
Diabetes			
ei tiedossa	0,003	0,010	-0,021 - 0,033
kyllä	0,010	0,014	-0,000 - 0,045
Dyslipidemia			
ei tiedossa	0,008	0,014	-0,007 - 0,053
kyllä	0,006	0,012	-0,007 - 0,043

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vuoden 2016 aineiston mukaan potilaiden säteilyaltistus vaihteli huomattavasti. Tässä tutkimuksessa mukana olleissa koronaariangiografiatutkimuksissa DAP oli $0,10 \text{ Gy}^* \text{ cm}^2$ – $248 \text{ Gy}^* \text{ cm}^2$ ja läpivalaisu-aika $0,25 \text{ min}$ – 56 min . Keskimäärin kaikissa toimipisteissä kuitenkin alitettiin Säteilyturvakeskuksen asettamat vertailutasot, jotka olivat $60 \text{ Gy}^* \text{ cm}^2$ DAPille ja läpivalaisuajalle 8 min .

Siitä huolimatta, että jokaisessa toimipaikassa vertailutasot keskimäärin alitettiin, voidaan tuloksista nähdä eroja keskimääräisten annosten ja etenkin annosten hajonnan osalta eri toimipisteiden välillä Oulun ERVA-alueella. DAP -arvon osalta pienin vaiheluväli oli Oulun yliopistosairaalan salissa 5, missä pienin DAP -arvo oli $1,11 \text{ Gy}^* \text{ cm}^2$ ja suurin $37,12 \text{ Gy}^* \text{ cm}^2$. Kainuun keskussairaalassa puolestaan DAP -arvo vaihteli välillä $1,00$ – $248,00 \text{ Gy}^* \text{ cm}^2$. Erot voivat johtua tutkimuslaitteistosta tai potilaista johtuvista syistä ja tässä tutkimuksissa näiden syiden selvittäminen ei ole mahdollista.

Tässä opinnäytetyötutkimuksessa pureuduttiin kuitenkin yleisesti niihin syihin, mitkä vaikuttavat potilaan saaman säteilyannoksen suuruuteen. Analyysissä poistettiin eri laitteiston ja toisaalta tekijöiden mukanaan tuoma vaikutus sisällyttämälle ne analyysiin satunnaisvaikutuksina ja näin päästiin tutkimaan tiedossa olevien muuttujien vaikutuksia. Tämän tutkimuksen mukaan potilasannokseen vaikuttaa erityisesti potilasmuuttujista potilaan sukupuoli ja painoindeksi ja toisaalta mahdollinen diabetes ja aiemmin tehty ohitusleikkaus. Muista muuttujista koronaariangiografiatutkimuksen potilasannokseen vaikuttavat tutkimuksen monimutkaisuus, jota voidaan kuvata tutkimuksen kiireellisyydellä, tutkimuksen löydöksellä, hoitopäätöksellä ja punktiopaikalla.

7 POHDINTA

Säteilyannoksen ja läpivalaisuajan tarkkailu on olennainen osa potilaan säteilysuojelun optimointia. Lisäksi tällä on merkitystä myös henkilökunnan säteilysuojelussa, sillä potilaan säteilyannoksen kasvaessa kasvaa myös henkilökunnan saama säteilyannos (Parviainen 2008, 68 – 70; Abdelaal, Plurde, McHaalany, Asenault, Rimac, Dery, Barbeau, Larose, De Larochelliere, Ngyuen, Allende, Ribeiro, Costerousse, Mongrain & Bertrand 2014, 567-574). Tämän opinnäytetyön perusteella Oulun ERVA-alueella potilasannokset sekä läpivalaisuajoina että annoksen ja pinta-alan tulona (DAP) tarkasteltuna ja olivat keskimäärin hyvällä tasolla ja alittivat Säteilyturvakeskuksen vuonna 2005 asettaman vertailutason. Täytyy kuitenkin muistaa, että vertailutaso ei ole staattinen, vuodesta toiseen muuttumaton asia ja säteilyannosten optimointi on jatkuva prosessi. Säteilyturvakeskus asettikin vuonna 2016 kerätyn aineiston perusteella vuoden 2016 lopussa uudet vuoden 2017 alussa voimaan tulleet vertailutasot, jotka olivat säteilyannoksen (DAP) osalta 30 Gy*cm² ja läpivalaisuajan osalta 4 min sepelvaltimoiden varjoainetutkimuksissa (Säteilyturvakeskus 2016, viitattu 22.10.2019). Vuoden 2019 alussa nämä vertailutasot muutettiin uuden säteilylain mukaisiksi ja säteilyannoksen suureeksi muutettiin KAP eli kerman ja pinta-alan tulo. Suuruudeltaan vertailutasot pysyivät vuoden 2017 vertailutasojen mukaisina (Säteilyturvakeskus 2019, viitattu 5.11.2019.) Näihin uusiin tasoihin ei kaikissa tutkimuksissa olleissa paikoissa päästy ja tämä on varmasti tuonut mukanaan tutkimusprotokollien hiomista entistä paremmiksi. Henkilökohtaisen keskustelun mukaan eräässä tutkimuksessa mukana olleessa sairaalassa onkin vuoden 2016 tehty muutoksia säteilyannosten optimoimiseksi.

Tässä tutkimuksessa on tuotu ilmi myös vertailutasot ylittäneet potilasannokset ja tuloksia tarkasteltaessa onkin syytä muistaa, että vertailutasoja ei ole tarkoitettu yksittäisten potilaiden säteilyannoksen rajoittamiseksi vaan normaalirakenteisten ja keskikokoisten potilaiden keskimääräisen annostason vertailuun hyvän käytännön mukaisessa alistuksessa. Vertailutason ylittyminen ei sinänsä merkitse sitä, että tutkimus olisi huonosti tehty ja vertailutasoa suurempien säteilyaltistusten käyttäminen voikin olla perusteltua. Kardiologiassa tutkimukset voivat olla hyvin erilaisia potilaan tilanteesta riippuen ja näin yksittäisen potilaan säteilyaltistus riippuukin enemmän tutkimuksen vaikeusasteesta kuin laitteen toimintakyvystä tai työskentelytavasta (Säteilyturvakeskus 2016, viitattu 22.10.2019.)

Läpivalaisulaitteiden ominaisuuksilla ja iällä on merkitystä säteilysuojelullisesti (Abbot 2014, 452-548) ja laitteiston kehittyessä potilasannokset ovatkin pienentyneet (Säteilyturvakeskus 2018, viitattu 18.7.2019). Tässä opinnäytetyötutkimuksessa toimipaikkojen laitteistojen erot otettiin

huomioon mallintamalla potilaan säteilyaltistukseen vaikuttavia tekijöitä sekamallilla. Sekamallissa eri toimipaikoissa olevien laitteiden ominaisuudet ja toisaalta tekijöiden mukanaan tuoma ero pyrittiin poistamaan liittämällä ne malleihin satunnaismuuttujina. Tällöin päästiin mallintamaan potilaaseen ja tutkimuksen monimutkaisuuteen liittyviä parametrejä.

Mallinnuksen tulosten mukaisesti näyttäisi siltä, että sekä potilaalla ja tutkimuksen monimutkaisuudella on vaikutusta potilasannokseen. Sekä tämän että aiemmin tehtyjen tutkimusten mukaan potilasannosta kasvattavat mies sukupuoli ja painoindeksi (Delewi ym. 2013, 501-506). Lisäksi potilasannosta kasvatti ahtautuneiden suonien määrän lisääntyminen nollasuonista kolmeen ahtautuneeseen suoneen, hoitopäätöksen monimutkaisuus siten, että toimenpiteitä vaativiin hoitopäätöksiin päätyneet tutkimukset olivat potilasannoksiltaan korkeampia. Todennäköistä onkin, että näissä tapauksissa on läpivalaistu pidempiä aikoja oikean hoitopäätöksen tekemiseksi. Tuloksista voi myös todeta, että ranne punktiopaikkana alentaa potilasannosta. Ranteen kautta tehtyjä tutkimuksia oli tässä tutkimuksessa valta osa, joten näyttäisikin siltä, että tämä menetelmä toimii varsin hyvin Oulun ERVA -alueen sairaaloissa. Aiemmissä tutkimuksissa rannevaltimon käyttämisestä tutkimuksissa on saatu vaihtelevia tuloksia säteilyaltistuksen osalta (Sandborg, Fransson & Pettersson 2004, 653-658; Lange & von Boetticher 2006, 12-16; Kuipers, Delewi, Velders, Vis, van der Schaaf, Kohch, Henriques, de Winter, Bean, Tijssen & Pick 2012, 752-757; Delewi ym. 2013, 501-506).

7.1 Tutkimuksen luotettavuus ja pätevyys

Tutkimuksen voidaan katsoa olleen onnistunut, jos se avulla on saatu luotettavia vastauksia tutkimuskysymyksiin. Hyvän tutkimuksen perusvaatimuksia ovat muun muassa reliabiliteetti eli pätevyys, validiteetti eli luotettavuus, objektiivisuus, avoimuus sekä tietosuoja (Heikkilä 2010, 27.)

Tutkimusta tehdessä pyritään välttämään virheitä. Tästä huolimatta tulosten luotettavuus ja pätevyys vaihtelevat ja tutkimuksissa pyritäänkin arvioimaan tehdyn tutkimuksen luotettavuutta (Hirsjärvi, Remes & Rajavaara 2000, 213.) Pääperiaate kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa on se, että tutkimuksen tulee olla toistettavissa sekä sen tulosten että mittauksen osalta (ks. Golashfani 2003, 598). Tutkimuksen luotettavuutta eli reliabiliteettia arvioidaan koko tutkimuksen ajan sen jokaisessa osavaiheessa alkaen aineiston keräämisestä aina tutkimustulosten tulkintaan saakka. Virheiden mahdollisuus on mukana aina tietojen keräämisestä ja syöttämisestä niiden käsittelyyn ja tulosten tulkintaan. Tutkimuksen tuloksia ei myöskään tulisi yleistää niiden pätevyysalueen ulkopuolelle (Heikkinen 2010, 28.)

Tutkimuksen pätevyys eli validiteettivaatimuksen mukaisesti tutkimuksen tulee mitata sitä, mitä oli tarkoitus selvittää. Vaatimuksen mukaisesti tutkijan tulee asettaa tutkimukselleen täsmälliset tavoitteet, jolloin tutkimuksen aikana tutkitaan oikeita asioita. Tutkimuksen validius tulee varmistaa etukäteen suunnittelemalla tiedonkeruu huolellisesti (Heikkilä 2010, 27; Hirsjärvi ym. 2000, 213-214.)

Tässä tutkimuksessa tutkimusaineistona oli käytössä valmiiksi kerätty aineisto kardiorekisterin muodossa. Aineiston sisältämiä virheitä pyrittiin tarkastelemaan tilastotieteellisten menetelmien, kuten poikkeavien muuttujien tarkastelun, avulla. Tarkastelun avulla löytyikin aineiston syötön aikana tehtyjä virheitä, joista osa poistettiin. Valitettavasti kaikkia aineiston tietoja ei voitu käydä läpi ja voidaankin olettaa aineiston sisältävän vielä virheitä, jotka eivät tule esiin poikkeavien muuttujien tarkastelun avulla. Tutkimusaineistoa käsiteltäessä onkin pyritty huolellisuuteen ja mahdolliset muokkauksen aikana tulleet virheet on tarkastettu alkuperäisaineistoon verraten. Aineiston käsittelyn perustana on toimineet huolella valitut ja muotoillut tutkimuskysymykset

7.2 Tutkimuksen eettisyys ja tietosuojaja

Tutkimuksen eettistä kestävyyttä tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon tutkimuksen objektiivisuus eli puolueettomuus, avoimuus sekä rehellisyys. Tutkimuksen tekeminen on aina sarja tutkijan tekemiä valintoja kysymysten muotoilusta, tutkimusmenetelmistä ja analysointimenetelmistä. Lisäksi aina on mahdollisuus tahattomille virheille. Tutkimustulokset eivät kuitenkaan saa riippua tutkijasta ja toisen tutkijan tulisikin voida samoista lähtökohdista toistaa tutkimus. Tutkijan avoimuus ja rehellisyys tutkimusta tehdessä ja raportoidessa estävät tulosten vääristymistä erilaisten vaikuttimien tähden. (Heikkilä 2010, 28-29; Hirsjärvi ym. 2000, 278-279.)

Tuloksia raportoitaessa on pidettävä huolta siitä, ettei tutkimuksessa mukana olleiden yksityisyyttä vaaranneta. Yksittäistä henkilöä ei saa tunnistaa tuloksista ja tuloksia julkaistaessa lähtökohtana on oltava se, että tietoja ei luovuteta tiedon käyttäjille siten, että tilastoyksiköt ovat tunnistettavissa (Heikkilä 2010, 29.) Yleisten eettisten periaatteiden mukaisesti tutkimus tulisi toteuttaa siten, että siitä ei aiheudu haittaa, riskejä tai vahinkoja tutkimuksen kohteena oleville ihmisille (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019, viitattu 5.11.2019).

Opinnäytetyö tutkimus oli osa Sydämen asialla -hanketta. Tälle hankkeen erillistutkimukselle haettiin eettisen toimikunnan lausunto, joka kattaa koko ERVA -alueen sekä tutkimusluvut sairaaloista, joiden kardiorekisterit ovat tutkimuksen aineistona (Oulun yliopistollinen sairaala,

Kainuun, Lapin, Länsi-Pohjan ja Keski-Pohjanmaan keskussairaalat). Rekisteriseloste ja -tiedote tehtiin kaikkien sairaaloiden osalta erikseen. Tutkimuksessa käytettiin potilastietoja siten, ettei yksittäisten, tutkimuksessa mukana olevien, potilaiden henkilöllisyyttä voi selvittää eikä potilaiden henkilöllisyys tule ilmi tutkimustuloksista. Tutkimustietoja käytettiin täysin luottamuksellisesti ja vain Sydämen asialla -hankkeen työntekijöillä oli pääsy tutkimusaineistoon. Tutkimustiedot ovat luottamuksellisia, eikä niitä luovuteta ulkopuolisille tai käytetä muuhun tarkoitukseen. Tutkimus suoritettiin nojaten Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeeseen (2012), jonka tavoitteena on edistää hyvää tieteellistä käytäntöä ja ehkäistä epärehellisyyttä tutkimusta harjoittavissa organisaatioissa.

7.3 Omat oppimiskokemukset

Tämä opinnäytetyö toimi näyteikkunana tutkimusprosessiin terveydenhuollon puolella. Sain työtä tehdessäni hyödyllistä tietoa potilaan säteilyannoksista toisaalta koronaangiografiassa ja toisaalta yleensä läpivalaisututkimuksissa. Näitä saamiani oppeja voin soveltaa jatkossa käytännön työssä.

7.4 Jatkotutkimuskohteet

Kolme vuotta voi olla pitkä aika röntgentutkimusten maailmassa ja mielestäni olisi syytä toistaa tämä tutkimus uudemmalla aineistolla, joka on kerätty vuoden vuoden 2019 alussa voimaan tulleiden Säteilyturvakeskuksen vertailutasojen ollessa voimassa. Vertaileva tutkimus näiden vuosien osalta saattaisi tuoda esille niitä tekijöitä, joilla on mahdollisesti saatu edelleen potilaiden säteilyannoksia pienemmiksi koronaangiografiaksi. Lisäksi osassa toimipaikoissa on tullut vuoden 2016 jälkeen käyttöön Radimetrics annoskeräysohjelmisto (Trompmedical 2019, viitattu 25.10.2019), joka automaattisesti kerää taustalla annostietoja. Radimetricsin keräämillä tiedoilla on mahdollista paikata mahdollisia aukkoja käsin kerätyssä annosaineistossa ja näin saada aineisto laajemmin käytettäväksi.

LÄHTEET

Abbot, J. D. 2014. Controlling radiation exposure in interventional cardiology, *Circulation: Cardiovascular Interventions* 7: 425-428.

Abdelaal, E., Plurde, G., MaHaalany, J., Asenault, J., Rimac, G., Dery, J-P., Barbeau, G., Larose, E., De Larocheiliere, R., Nguyen, C. M., Allende, R., Ribeiro, H., Costerousse, O., Mongrain, R. & Bertrand, O. F. Effectiveness of low rate fluoroscopy at reducing operator and patient radiation dose during transradial coronary angiography and interventions. *Jacc:Cardiovascular interventions* 7: 567-574.

Airaksinen, J. 2006, *Sepelvaltimotaudin diagnostiikka Teoksessa P. Aarnio, J. Airaksinen, E. Armstrong, A. L. J. Harjula, J. Juntunen, T. Juvonen, R. Lassila, M. Naukkarinen, R. O. Roine, M. Syväne, B. Taajamaa, I. Uurto & A. Ylitalo (toim.) Angiologia. Recallmed, Gummerus kirjapaino, Jyväskylä, 88-109.*

Akaike, H. 1974. A new look at statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* AU-19: 716–722.

Anttila, P. 2014. Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. Viitattu 19.6.2018. <https://metodix.fi/2014/05/17/anttila-pirkko-tutkimisen-taito-ja-tiedon-hankinta/#6.4.2%20M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4llinen%20kuvaus>.

Ashley, E. & Niebauer, J. 2003. *Cardiology explained. Remedica, 45–46.*

Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., Christensen, R. H. B., Singmann, H., Dai, B., Scheipl, F. & Gronthendieck. G. 2019. Package lme4. Viitattu 14.10.2019. <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/lme4.pdf>.

Barton, K. 2019. Package MuMIn. Viitattu 14.10.2019. <https://cran.r-project.org/web/packages/MuMIn/MuMIn.pdf>.

Blanco Sequeiros, R. 2017. Sydämen anatomia ja kuvantamismenetelmät. Teoksessa R. Blanco Sequeiros, S. K. Koskinen, H. Aronen, N. Lundbom, R. Vanninen, & O. Tervonen (toim.) Kliininen radiologia, Duodecim kustannus. Viitattu 14.6.2018. <http://www.oppiporssi.fi/op/krd00401/do>.

Burnham K. P. & Anderson D. R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach 2nd edition. Springer Science + Business Media, LLC, New York.

Delewi, R., Hoehers, L. P., Råmuddal, T., Henriques, J. P. S., Angerås, O., Stewart, J., Robertsson, L., Wahlin, M., Petursson, P., Piek, J. J., Albertsson, P., Matejka, G. & Omerovic, E. 2013. Clinical and procedural characteristics associated with higher radiation exposure during percutaneous coronary intervention and coronary angiography. *Circulation: Cardiovascular interventions* 6: 501-506.

Doh, J.-H., Koo, B.-K., Nam, C.-W., Kim, J.-H., Min, J. K., Nakazato, R., Silalahi, T., Prawira, H., Choi, H., Lee, S. Y., Namgung, J., Kwon, S. U., Kwak, J.-J. & Lee, W. R. 2014. Diagnostic value of coronary CT angiography in comparison with invasive coronary angiography and intravascular ultrasound in patients with intermediate coronary artery stenosis: results from the prospective FIGURE-OUT (Functional imaging criteria for guiding review of invasive coronary angiography, intravascular ultrasound, and coronary computed tomographic angiography) study. *European heart journal – cardiovascular imaging* 15: 870 – 877. Viitattu 5.11.2018. [https://watermark.silverchair.com/jeu009.pdf?token=AQEC-](https://watermark.silverchair.com/jeu009.pdf?token=AQEC-AHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAmgwgGjKbGkqh-kiG9w0BBwagggJVMiICUQIBADCCAKoGCSqGSib3DQEHATAeBglghkgBZQMEAS4wEQQMo-zuqdBxnelTtD916AgEQgIICG1gXiCGSzN6_1Nx3l1ZBWvyRPoUMElrS1dJQKKjOnHA25Uh1tl-OMGbuygY7Mv7QD_tDsbTwx2EZu2QRRcB2dWnzR4dhcKSt_d4lutgKRvKd_oQUm7omfz-6JRx9nJaKwiwKjm5TKS-7-51iWh06Zy96pq_RgZB9LMLOD4jrUfwunsy5q0kOFK5k9-my3_nCaE3RanEurIvHPUAkY_9gogL0ScY8xk5COGFSdmrO21Ne-ju-zrnqTR9Ugw3dpvcRUCKaqu7-X9N41fl15FKiLLYFy_UE-9Cnk-IPUBRbfPV8BnaaXOoZRX-sAoLXyodwgPhlq6SA64nqcrTNVFrHawFU7_ZD_ggfUOOpXSq-gKo2LJG1yGd-pt10A8uJ5kRK9bXaLs0uEdgKWht6EibJs5_Rvoi0GYci2fMZ-9qZOnRa2da66n2iL-WzOOP1u7t6ycPzfFu9bNg7RGtnvJi9QY5frYjxW7Uj9j4DGJuXcCwNgQ_Lv2mV4JlwxwOK-kOGLTqJsoocgWJyQzmo5qrsK5wWweMLvJNiXe7FaQ8QSJ-jiz3nrNOUEA7E31Qu7TZuO1iySnKxUbHa8069C5TKuSIHFWM7tNnVObc-0bl3zL4uaNnrr2OK7Nnm0sIS0vd2fv21EZk6FnDL2PuldIhUGgtZFUExvszrX-aMq5LmQIm8sWVKluAZIoYqHyUCqNwoV3g3NLk4ClomMLWk8)

AHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAmgwgGjKbGkqh-kiG9w0BBwagggJVMiICUQIBADCCAKoGCSqGSib3DQEHATAeBglghkgBZQMEAS4wEQQMo-zuqdBxnelTtD916AgEQgIICG1gXiCGSzN6_1Nx3l1ZBWvyRPoUMElrS1dJQKKjOnHA25Uh1tl-OMGbuygY7Mv7QD_tDsbTwx2EZu2QRRcB2dWnzR4dhcKSt_d4lutgKRvKd_oQUm7omfz-6JRx9nJaKwiwKjm5TKS-7-51iWh06Zy96pq_RgZB9LMLOD4jrUfwunsy5q0kOFK5k9-my3_nCaE3RanEurIvHPUAkY_9gogL0ScY8xk5COGFSdmrO21Ne-ju-zrnqTR9Ugw3dpvcRUCKaqu7-X9N41fl15FKiLLYFy_UE-9Cnk-IPUBRbfPV8BnaaXOoZRX-sAoLXyodwgPhlq6SA64nqcrTNVFrHawFU7_ZD_ggfUOOpXSq-gKo2LJG1yGd-pt10A8uJ5kRK9bXaLs0uEdgKWht6EibJs5_Rvoi0GYci2fMZ-9qZOnRa2da66n2iL-WzOOP1u7t6ycPzfFu9bNg7RGtnvJi9QY5frYjxW7Uj9j4DGJuXcCwNgQ_Lv2mV4JlwxwOK-kOGLTqJsoocgWJyQzmo5qrsK5wWweMLvJNiXe7FaQ8QSJ-jiz3nrNOUEA7E31Qu7TZuO1iySnKxUbHa8069C5TKuSIHFWM7tNnVObc-0bl3zL4uaNnrr2OK7Nnm0sIS0vd2fv21EZk6FnDL2PuldIhUGgtZFUExvszrX-aMq5LmQIm8sWVKluAZIoYqHyUCqNwoV3g3NLk4ClomMLWk8.

Fetterley, K. A., Lennon, R. J., Bell, M. R., Holmes, D. R. & Rihal, C. S. 2011. Clinical determinants of radiation dose in percutaneous coronary interventional procedures. Influence of patient size, procedure complexity and performing physician. *JACC: Cardiovascular Interventions* 4: 336 – 343.

Golafshani, N. 2003. Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *The Qualitative Report*. 8 (4). 597-607. Viitattu 31.8.2018, <http://nsuworks.nova.edu/tqr/vol8/iss4/6>.

Grueber, C. E., Nakagawa, S., Laws, R. J. & Jamieson, I. G. 2011. Multimodel inference in ecology and evolution: challenges and solutions. *Journal of evolutionary biology* 24: 699-711.

Hansson, G. K. 2005. Inflammation, atherosclerosis and coronary artery disease. *The New England journal of medicine* 352:1685-1695.

Harrison, D., Ricciardello, M. & Collins, L. 1998 Evaluation of radiation dose and risk to the patient from coronary angiography, *Australian and New Zealand Journal of Medicine* 28: 597-603.

Hartikainen, J. 2014. Sydäninfarktin hoidon tulokset ja kustannukset Suomessa. Viitattu 12.6.2018. <http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo10788.pdf>.

Heikkilä, T. 2010. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita.

Hietala, R. & Jokivuori, P. 2015. Määrällisiä tarinoita – monimuuttujamenetelmien käyttö ja tulkinta. Docendo. Viitattu 17.7.2019, <http://kirja.elisa.fi/ekirja/maarallisia-tarinoita-monimuuttujamenetelmien-kaytto-ja-tulkinta>.

Hirshfield, J. W., Balter, S., Bringker, J.A., Kern, J. K., Klein, L. W., Lindsay, B. D., Tommaso, C. L., Tracy, C. M. & Wagner, L. K. 2004. ACCF/AHA/HRS/SCAI clinical competence statement on physician knowledge to optimize patient safety and image quality in fluoroscopically guided invasive cardiovascular procedures. *Journal of the American college of cardiology*. 44: 2259-2282.

Hirshfeld, J. W., Balter, S., Brinker, J. A., Kern, M. J., Klein, L. W., Lindsay, B. D., Tommaso C. L., Tracy, C. M., & Wagner, L. K. 2005. ACCF/AHA/HRS/SCAI clinical competence statement on physician knowledge to optimize patient safety and image quality in fluoroscopically guided invasive cardiovascular procedures: a report of the American college of cardiology foundation/American

heart association/American college of physicians task force on clinical competence and training. Circulation 111: 511–532.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2015. Tutki ja kirjoita. Tammi.

Jokivuori, P. & Hietala, R 2015. Määrällisiä tarinoita. Monimuuttujamenetelmien käyttö ja tulkinta. 2. painos. Helsinki: Docendo.

Kananen, J. 2015. Online research for preparing your thesis. Jyväskylä: Jamk university of applied sciences.

Karjalainen, P. & Romppainen, H. 2016. Sepelvaltimoangiografian suoritus. Kardiologia. Viitattu 14.6.2018 <http://www.oppiportti.fi/op/kar01094/do#T2>.

Kettunen, R. 2011a. Sepelvaltimokierto ja sepelvaltimoiden anatomia. Teoksessa M. Mäkijärvi, R. Kettunen, A. Kivelä, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Duodecim Oy, Helsinki, 31-33.

Kettunen, R. 2011b. Sepelvaltimotaudin eri asteet. Teoksessa M. Mäkijärvi, R. Kettunen, A. Kivelä, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Duodecim Oy, Helsinki, 249-250.

Kettunen, R. 2011c. ST-nousuinfarktin ja ei ST-nousuinfarktin synty. Teoksessa M. Mäkijärvi, R. Kettunen, A. Kivelä, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Duodecim Oy, Helsinki, 265-266.

Kettunen, R. 2011d. Sepelvaltimotaudin epidemiologia Teoksessa M. Mäkijärvi, R. Kettunen, A. Kivelä, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Duodecim Oy, Helsinki, 250-252.

Kettunen, R. 2011e. Sepelvaltimotaudin vaarna arviointi. Teoksessa M. Mäkijärvi, R. Kettunen, A. Kivelä, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Duodecim Oy, Helsinki, 254-256.

Kettunen, R. 2011f. Äkillinen sydänperäinen rintakipu. Teoksessa M. Mäkijärvi, R. Kettunen, A. Kivelä, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Duodecim Oy, Helsinki, 269.

Kettunen, R. 2011g. Ei-ST-nousuinfarktin tai muun äkillisen sepelvaltimokohtauksen hoito. Teoksessa M. Mäkijärvi, R. Kettunen, A. Kivelä, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Duodecim Oy, Helsinki, 270-271.

Kettunen R. 2014a. Vakaan angina pectoriksen oireet. Viitattu 11.6.2018. http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00121.

Kettunen 2014b Sepelvaltimotaudin vaaratekijät. Sydäntaudit. Viitattu 12.6.2017. <http://www.terveysportti.fi/dtk/pit/koti>.

Kovanen, P. & Pentikäinen, M. 2016. Ateroskleroosin kehittyminen. Teoksessa J. Airaksinen, K. Aalto-Setälä, J. Hartikainen, H. Huikuri, M. Laine, J. Lommi. P. Raatikainen & A. Saraste (toim.) Kardiologia. Duodecim Oy. Viitattu 18.6.2018. <https://www.oppiportti.fi/op/kar01066/do>.

Kuipers, G., Delewi, R., Velders, X. I., Vis, M. M., van der Schaaf, R. J., Koch, K. T., Henriques, J.P., de Winter, R.J., Baan, J., Tijssen, J. G. & Pick, J. J. 2012. Radiation exposure during percutaneous coronary interventions and coronary angiograms performed by the radial compared with the femoral route. *JACC:cardiovascular intervention* 4: 752-757.

Kuula, A. 2011. Tutkimusetiikka: aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Vastapaino, Tampere.

Lange, H. W. & von Boetticher, H. 2006. Randomized comparison of operator radiation exposure during coronary angiography and intervention by radial of femoral approach. *Catheter cardiovascular intervention* 67:12-16.

Lauerma, K. 2005. Sydän ja verisuonet. Teoksessa S. Soimakallio, L. Kivisaari, H. Manninen, E. Svedström, & O. Tervonen (toim.) *Radiologia*. s.179-238, WSOY, Helsinki.

Mahesh, M. 2001. Fluoroscopy: Patient radiation exposure issues. *RadioGraphics* 21: 1033–1045.

Mäkelä, T. & Katisko, J. 2008. Säteilyannokseen vaikuttavat asiat – perusasioita, Säteilyturvapäivät. Viitattu 18.6.2018. www.sadeturvapaivat.fi/file.php?255.

Mäkinen, M. & Soini, Y. 2012 Sepelvaltimotauti. Teoksessa M. Mäkinen, O. Carpén, V.-M. Kosma, V.-P. Lehto, T. Paavonen & F. Stenbäck (toim.) Patologia, Duodecim kustannus. Viitattu 18.6.2018. http://www.oppiportti.fi/op/pat00214/do?p_haku=sepelvaltimotauti#q=sepelvaltimotauti.

Nummi, T. 2005. Sekamallit. Viitattu 17.10.2019. <https://sis.uta.fi/tilasto/sekamallit/moniste/SekamallitPDF.pdf>.

Oksanen, J. 2003. Kiinteät ja satunnaiset vaikutukset. Viitattu 18.10.2019. <http://cc oulu.fi/~jarioksa/opetus/rekola/html-opas/node57.html>.

Paile, W. 2000. Ionisoivan säteilyn haitat. Duodecim 116: 660-663.

Paile, W. 2002. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Teoksessa W. Paile (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Säteilyturvakeskus. Helsinki.

Parkkila, S. 2016a. Sydämen eteiset ja kammiot. Teoksessa J. Airaksinen, K. Aalto-Setälä, J. Hartikainen, H. Huikuri, M. Laine, J. Lommi. P. Raatikainen & A. Saraste (toim.) Kardiologia. Duodecim Oy. Viitattu 14.6.2018. <https://www.oppiportti.fi/op/kar01002/do>.

Parkkila, S. 2016b. Sydämen vernkierto. Teoksessa J. Airaksinen, K. Aalto-Setälä, J. Hartikainen, H. Huikuri, M. Laine, J. Lommi. P. Raatikainen & A. Saraste (toim.) Kardiologia. Duodecim Oy. Viitattu 14.6.2018. <https://www.oppiportti.fi/op/kar01002/do>.

Parviainen, T. 2008. Henkilökunnan säteilyannokset kardiologisissa röntgentutkimuksissa ja toimenpiteissä. Pro-gradu tutkielma, terveydenhuollon hallinto. Kuopion yliopisto.

Picano, B & Vano, E. 2011. The radiation issue in cardiology: the time for action is now. Cardiovascular Ultrasound 9:35. Viitattu 18.7.2019. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3256101/>.

Pinheiro, J. C. & Bates, D. M. 2001. Mixed-effects models in S and S-PLUS. Springer, New York, Yhdysvallat. 528 s.

Perfect-raportti 2014. Viitattu 12.6.2018.
http://www.terveytemme.fi/perfect/atlas/ami_table/report_Sairaanhoitopiirit_i15.html.

Ranta, E., Rita, H & Kouki, J. 1999. Biometria – Tilastotiedettä ekologeille, 7. painos, Yliopistopaino: Helsinki. 569 s.

Rantala, M. & Perhonen, M. 2015. Sydän- ja verisuonisairaudet. Teoksessa J. Arokoski, M. Mikkelsen, T. Pohjolainen, E. Viikari-Juntura (toim.) Fysiatria. Duodecim kustannus. Viitattu 18.6.2018 http://www.oppiportti.fi/op/fys00023/do?p_haku=sepelvaltimotauti#q=sepelvaltimotauti.

Reunanen, A. 2008. Kroonisen sepelvaltimotaudin epidemiologia ja riskitekijät. Teoksessa J. Heikkilä, M. Kupari, J. Ariaksinen, H. Huikuri, M. S. Nieminen & K. Peuhkurinen (toim.) Kardiologia, Kustannus oy Duodecim, Jyväskylä, 328-338.

R Development Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Wien, Itävalta. Viitattu 14.10.2019. <http://www.R-project.org>.

Sandborg, M., Fransson, S. G. & Pettersson, H. Evaluation of patient-absorbed doses during coronary angiography and intervention by femoral and radial artery access. European radiology 14: 653-658.

Saukko E., Grönroos J. M., Salminen P., Henner A. & Nieminen M. T. 2018. Patient radiation dose and fluoroscopy time during ERCP: a single-center, retrospective study of influencing factors. Scandinavian Journal of Gastroenterology 53: 495-504.

Sepelvaltimotautikohtaus: epästabili angina pectoris ja sydäninfarkti ilman ST-nousuja. Käypä hoito -suositus. 2014. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 11.6.2018. <https://www.kaypahoito.fi/hoi04058>.

Suomen Kardiologinen Seura. 2016. Kardiologia lukuina. Viitattu 18.6.2018. <https://www.fincardio.fi/seura/kardiologia-lukuina/>.

Sun, Z., AbAziz, A. & Yusof, A. K. M. 2013. Radiation-induced noncancer risks in interventional cardiology: optimisation of procedures and staff and patient dose reduction. *BioMed research international*. Viitattu 29.10.2019. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3762166/>.

Suramo, I. 1998. Röntgentutkimuksen tekniikka. Teoksessa C.-G. Standertskjöld-Nordenstam, M. Kornamo, E. M. Laaksonen, S. Soimakallio & I. Suramo. *Kliininen radiologia*. Duodecim kustannus oy. Helsinki, 30-33.

Syvänne, M. 2014. Sydän. fi, Sydän- ja verisuonitautien tutkimukset. Viitattu 17.6.2018 <https://sydan.fi/sydansairaudet-ja-hoito/sydan-ja-verisuonitautien-tutkimukset>.

Syvänne, M., Tierala, I., Kunnamo, I., Heikkilä, J. 2008. ST-nousuinfarktin hoito. Teoksessa J. Heikkilä, M. Kupari, J. Airaksinen, H. Huikuri, M. S. Nieminen & K. Peuhkuri (toim.) *Kardiologia*. Duodecim kustannus Oy, Helsinki, 471-502.

Säteilylaki. 2018. 9.11.2018/856. Viitattu 16.7.2019. <https://www.stuklex.fi/fi/ls/20180859#L2>.

Säteilyturvakeskus (STUK). 2005. Potilaan säteilyannoksen vertailutasot kardiologisessa radiologiassa Päätös 28.12.2005. Viitattu 18.6.2018. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/fi_FI/stohjeet/_files/85769141816396151/default/Paatos-pdf-Potilaan_sateilyaltistuksen_vertailutasot_kardiologisessa_radiologiassa_paatos_ja_ohje.pdf.

Säteilyturvakeskus (STUK) 2016. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot kardiologiassa. Päätös 20.12.2016 Viitattu 22.10.2019. <https://www.stuk.fi/documents/12547/103352/Potilaan+s%C3%A4teilyaltistuksen+vertailutasot+kardiologiassa/3add3bd6-6ff7-44a5-9a8b-077a0378b340>.

Säteilyturvakeskus (STUK) 2018. Säteilyn käytön turvallisuus kardiologiassa. STUK opastaa. Viitattu 16.7.2019. <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136835/STUK-opastaa-Kardiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Säteilyturvakeskus (STUK) 2019. Liite 5. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot kardiologiassa. Viitattu 5.11.2019. https://www.stuklex.fi/fi/STUK-S-4-2019_liite.pdf.

Tierala, I. & Mäkijärvi, M. 2018. Sepelvaltimoiden varjoainekuvaus akuutissa sepelvaltimotautikohtauksessa, Akuuttihoito-opas. Viitattu 13.6.2018. https://www.terveysportti.fi/dtk/aho/koti?p_artikkeli=aho00126&p_haku=sepelvaltimotauti.

Tilastokeskus. 2017. Sepelvaltimotautikuolleisuus pieneni edelleen. Terveys, kuolemansyyt. Viitattu 4.6.2018. http://www.tilastokeskus.fi/til/ksyyt/2016/ksyyt_2016_2017-12-29_kat_002_fi.html.

Trompmedical 2019. Annoskeräysohjelmisto Radimetrics. Viitattu 25.10.2019. <https://www.trompmedical.com/fi/tuotteet/kategoriat/annoskeraysohjelmisto/>.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2013. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 3. Viitattu 5.11.2019. https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2019.pdf.

Vikman S., Laine, M., Tierala, I., Heikkilä J. 2008 Epävakaan angina pectoriksen ja ei-ST-nousuinfarktin hoito. Teoksessa J. Heikkilä, M. Kupari, J. Airaksinen, H. Huikuri, M. S. Nieminen & K. Peuhkuri (toim.) Kardiologia. Duodecim kustannus Oy, Helsinki, 457-470

Varghese, A., Livingstone, R. S., Varghese, L., Kumar, P., Srinath, S. C., George, O. K. & George, P. V. 2016. Radiation doses and estimated risk from angiographic projections during coronary angiography performed using novel flat detector. Journal of applied clinical medical physics 17: 433-441.

Vano, E., Goicolea, J., Galvan, D., Gonzalez, L., Meiggs, L., Ten, I. & Macaya, C. 2001. Skin radiation injuries in patients following repeated coronary angioplasty procedures. Viitattu 29.10.2019. <https://www.birpublications.org/doi/abs/10.1259/bjr.74.887.741023>.

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

Yli-Mäyry, S. 2011. Sepelvaltimokuvausten aiheet, kiireellisyys ja suunnittelu. Teoksessa M. Mäkijärvi, R. Kettunen, A. Kivelä, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Duodecim Oy, Helsinki, 62-63.

Ylitalo, A. & Ikäheimo, J. 2008. Sydämen kajoavat tutkimukset. Teoksessa J. Heikkilä, M. Kupari, J. Airaksinen, H. Huikuri, M. S. Nieminen & K. Peuhkuri (toim.) Kardiologia. Duodecim kustannus Oy, Helsinki, 265-281.

Zuur, A. F., Ieno, E. N. & Elphick, C. S. 2010. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in ecology and evolution* 1: 3-14.

Tutkimuksen muuttujat. Kategorisista muuttujista esitetty prosenttiosuus sekä lukumäärä suluissa ja jatkuvista muuttujista keskiarvo +/- S.D.

Muuttuja	N=2616
Ikä (v)	67,49 (10,79)
Sukupuoli, mies	59% (1544)
BMI (kg/m ²)	28,09 (4,99)
Diabetes	
ei	70% (1842)
kyllä	8% (202)
ei tiedossa	22% (572)
Tupakointi	
ei	62% (1625)
kyllä	14% (357)
ex	15% (398)
ei tiedossa	9% (236)
Verenpainetauti	
ei	35% (923)
kyllä	59% (1545)
ei tiedossa	6% (148)
Dyslipidemia	
ei	21% (552)
kyllä	68% (1790)
ei tiedossa	10% (274)
Aiempi PCI	
ei	24% (638)
kyllä	75% (1972)
ei tiedossa	0,2% (6)
Aiempi CABG	
ei	9% (240)
kyllä	91% (2374)
ei tiedossa	0,1% (2)

Kiireellisyys	
Elektiivinen	72% (1887)
Päivystys	7% (174)
Samalla sairaalajaksolla	21% (555)
Agiolöydös	
0	68% (1789)
1	10% (252)
2	7% (171)
3	12% (326)
LM	0,5% (15)
Muu	0,2% (63)
Punktiopaikka	
Femoralis	11% (290)
Radialis	84% (2196)
Femoralis-Radialis	4% (96)
Femoralis-Femoralis	0,2% (7)
Radialis-Radialis	1% (24)
Brachialis	0,1% (3)
Hoitopäätös	
Ei hoitoa sepelvaltimotautiin	36% (950)
Lääkehoito	43% (1125)
Perkutaaninen toimenpide	8% (212)
Kirurgia	13% (329)