

Säteilyaltistuksen optimointi sepelvaltimoiden TT- angiografiatutkimuksissa

Kirjallisuuskatsaus

Päivi Keinänen

Opinnäytetyö

| | |
|--|----------------------------|
| Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala | |
| Koulutusohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma | |
| Työn tekijä(t) Päivi Keinänen | |
| Työn nimi Säteilyaltistuksen optimointi sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksissa-kirjallisuuskatsaus | |
| Päiväys 7.12.2011 | Sivumäärä/Liitteet 38/3 |
| Ohjaaja(t) Lehtori Eeva-Riitta Harju | |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia ammattikorkeakoulu, Kuopio | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena ja tavoitteena oli löytää tutkimusartikkeleista ne menetelmät ja keinot, joilla säteilyaltistusta saataisiin vähennettyä sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksissa. Sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimus on kasvava tutkimusmenetelmä, joka antaa vähäisellä säteilyaltistuksella korkean diagnostisen tarkkuuden sepelvaltimoiden tilasta.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin käyttäen kirjallisuuskatsausta. Kirjallisuuskatsauksessa aineisto työhön kerättiin eri tietokannoista käyttämällä englanninkielisiä alkuperäistutkimuksia (n=8). Tutkimusten analysoinnissa apuna käytin sisällönanalyysiä soveltaen, jolloin sain järjesteltyä artikkelit johtopäätöksiä varten erilliseen taulukkoon, joka toimii samalla tuotoksena opinnäytetyössä ja on näin hyödynnettävissä opetuksessa Savonia ammattikorkeakoulussa radiografian ja sädehoidon koulutusohjelmassa.</p> <p>Opinnäytetyössä tuloksissa kävi ilmi, että säteilyaltistuksen optimointiin on nykypäivänä käytettävissä monia hyviä ja toimivia menetelmiä. Tehokkaimmat tavat säteilyaltistuksen optimointiin on putkijännittteen eli kV:n vähentäminen ja EKG-tahdistuksen hyödyntäminen osana tutkimusta.</p> <p>Hyviä jatkotutkimusehdotuksia olisivat esimerkiksi laitevalmistajien kehittämät uudet matala-annosohjelmat ja niiden toimivuus säteilyaltistuksen optimoinnissa. Myös ylipainoisten potilaiden saaman säteilyaltistuksen tutkiminen ja optimointi olisi hyvä jatkotutkimusaihe.</p> | |
| Avainsanat Tietokonetomografia, Säteilyaltistus, Sepelvaltimoiden TT-angiografia, Optimointi | |
| | |

| | | | |
|--|-----------|------------------|------|
| Field of Study Social Services, Health and Sports | | | |
| Degree Programme Degree Programme of Radiography and Radiationtherapy | | | |
| Author(s) Päivi Keinänen | | | |
| Title of Thesis Optimization of radiation exposure in coronary CT angiography, literary review | | | |
| Date | 7.12.2011 | Pages/Appendices | 38/3 |
| Supervisor(s) Senior lecturer Eeva-Riitta Harju | | | |
| Client Organisation/Partners Savonia University Of Applied Sciences | | | |
| <p>Abstract</p> <p>The purpose and aim of this study was to find research articles which give the methods and ways to reduce the radiation exposure during coronary CT (computed tomography) angiography. Coronary computed tomography angiography is a growing research method which gives in a low amount of radiation high diagnostic accuracy of coronary status.</p> <p>This thesis was carried out by using a literature review. In this literature review the material was collected from different databases by using the English-language original research (n = 8). In the analysis of the articles I used the content analysis as a help to organize the articles for conclusions to a separate table which also serves as the output of the thesis, and is thus utilized in teaching Savonia University of Applied Sciences of radiography and radiation therapy training program.</p> <p>The results of the thesis showed that these days there are many good and effective methods for radiation exposure optimization. The most effective ways to optimize the radiation exposure is reduced tube voltage (kV) and the use of ECG-synchronized method as a part of the research.</p> <p>Good suggestions for further research would be For example the manufacturers developed new low-dose programs and those effectiveness in optimizing radiation exposure. Also overweight patients received radiation exposure during the study and optimization would be a good topic for further research.</p> | | | |
| Keywords Computed tomography, Radiation dose, Coronary CT angiography, Optimization | | | |
| | | | |

SISÄLTÖ

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | SÄTEILY JA SEN KÄYTTÖ LÄÄKETIETEELLISESSÄ KUVANTAMISESSA | 8 |
| 2.1 | Säteily ja sen lääketieteellinen käyttö | 8 |
| 2.2 | Röntgensäteily ja tietokonetomografia | 9 |
| 2.3 | Tietokonetomografia sepelvaltimoiden tutkimisessa..... | 11 |
| 2.4 | Säteilyn terveysvaikutukset | 11 |
| 3 | SÄTEILYTURVALLISUUS JA SÄTEILYSUOJELU..... | 13 |
| 3.1 | Lainsäädäntö | 13 |
| 3.2 | Säteilysuojelun yleiset periaatteet | 14 |
| 3.3 | Optimointi TT-tutkimuksissa | 15 |
| 3.4 | Säteilytyöntekijän säteilysuojelu..... | 16 |
| 3.5 | Tutkimustilojen säteilyturvallisuus | 17 |
| 4 | TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET | 19 |
| 5 | AINEISTO..... | 20 |
| 5.1 | Menetelmä ja aineiston keruu | 20 |
| 5.2 | Aineiston kuvaus..... | 21 |
| 6 | TULOKSET..... | 25 |
| 7 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 28 |
| 8 | POHDINTA | 29 |
| 8.1 | Tulosten tarkastelu | 29 |
| 8.2 | Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys | 29 |
| 8.3 | Oma oppiminen ja jatkotutkimusehdotukset | 31 |
| | LÄHTEET..... | 33 |

LIITTEET

Liite 1 Tiedonhaku 25.8.2011

Liite 2 Tutkimusten tulokset

1 JOHDANTO

Vuonna 2008 Suomessa tehtiin yli 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta, joista TT-tutkimukset käsittivät 8,3 % tästä luvusta eli 325 163 kappaletta. Lämpivalaisu- tai TT-ohjauksessa tehtyjä toimenpiteitä oli 0,8 %. TT-tutkimusten määrä on lisääntynyt vuodesta 2005 23 % ja yleisin tutkimus sekä lapsilla että aikuisilla on ollut pään TT. Sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksia tehtiin vuonna 2008 yhteensä 682 kpl. Yleisimmin suoritettu natiiviröntgentutkimus on ollut keuhkojen natiiviröntgen eli thorax. (Tenkanen-Rautakoski 2010.)

Tekniikan kehittyessä ja varsinkin uuden monileiketekniikan myötä TT-tutkimusten määrä on kasvanut viime vuosien aikana selvästi. Uusien tutkimussovellusten, nopeutuneiden kuvausaikojen ja parantuneen kuvanlaadun myötä myös tutkimuskohtaiset säteilyannokset ovat nousseet. Tämän takia annosten pienentämiseen tutkimusten aikana on hyvä kiinnittää huomiota, sillä nykyisin siihen löytyy tehokkaita vaihtoehtoja. (Kortesniemi 2005.)

Työssä tarkoituksena on etsiä tutkimusten ja artikkeleiden pohjalta menetelmiä, jotka vaikuttavat yleisesti säteilyaltistukseen TT-tutkimuksissa. Tavoitteena on löytämään tutkimusaineistosta ne keinot, joilla säteilyaltistusta saadaan optimoitua pienemmäksi tutkimuksissa. Erityisesti työssä keskitytään sydämen sepelvaltioiden eli koronarisuonien kuvantamiseen TT:n avulla (koronaari CTA, coronary computed tomography angiography) ja kuinka juuri kyseisessä tutkimuksessa optimointia voidaan toteuttaa. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja aineisto koottiin käyttäen tutkimusartikkeleita, jotka tehtiin vuosien 2007–2011 aikana.

Työssä keskeisinä käsitteinä käytin sanoja säteilyaltistus, tietokonetomografia ja optimointi. Säteilyaltistuksella tarkoitetaan työntekijälle tai potilaalle aiheutuvaa altistusta ionisoivalle säteilylle (Säteilyasetus 1991; Säteilylaki 1991.) Tietokonetomografialla tarkoitetaan röntgenkuvausmenetelmää, jossa kohteesta muodostetaan poikkeileikkauskuvia useasta eri suunnasta (Jauhiainen 2003/2007, 37–44.) Optimoinnilla tarkoitetaan haitallisen säteilyaltistuksen pitämistä mahdollisimman alhaisena tutkimuksen aikana (Säteilylaki 1991.)

Työ tehtiin Savonia ammattikorkeakouluun Radiografian- ja sädehoidon koulutusohjelmaan hyödynnettäväksi opetusmateriaalina. Työtä voidaan hyödyntää osana ope-

tusta ja tukea näin röntgenhoitajien ymmärtämistä kyseisestä asiasta ja kehittää ammattitaitoa, sillä röntgenhoitajan merkitys TT-tutkimusten optimoinnissa on tutkimuksen suorittajana tärkeä. Omana tavoitteena työssä oli lisätä tietoutta säteilyaltistuksen optimoinnin menetelmistä sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksista ja näin kehittää omaa ammattitaitoa.

2 SÄTEILY JA SEN KÄYTTÖ LÄÄKETIETEELLISESSÄ KUVANTAMISESSA

2.1 Säteily ja sen lääketieteellinen käyttö

Elinympäristöömme kuuluu luonnostaan säteilyä, joka jaetaan ionisoivaan tai ionisoimattomaan säteilyyn. Säteily voidaan jakaa myös hiukkassäteilyksi, jota on esimerkiksi alfa- ja beetasäteily, sekä sähkömagneettiseksi säteilyksi, jota käytetään kuvaamaan yleisesti sähkömagneettisen kentän aaltoliikettä. (STUK 2007; STUK 2011c.)

Ionisoivaksi säteilyksi kutsutaan säteilyä, joka pystyy energiallaan irrottamaan kohteeksi joutuneen aineen atomeista elektroneja tai rikkomaan sen molekyylejä, ja aiheuttamaan näin atomien ionisaatioita ja viritymistä (STUK 2010; Mustonen & Salo 2002, 28). Ionisaatioksi kutsutaan tapahtumaa, jossa atomi tai molekyyli saa varauksen vastaanottamalla tai luovuttamalla elektronin (Mustonen & Salo 2002, 28; STUK 2011c). Ionisoivaksi säteilyksi lasketaan röntgensäteily, alfa- ja beetasäteily, jotka kuuluvat hiukkassäteilyyn, sekä gammasäteily, joka on sähkömagneettista aaltoliikettä (STUK 2010).

Ionisoimattomasta säteilystä puhutaan silloin, kun sen energia ei ole riittävän suuri irrottamaan atomeista elektroneja (STUK 2005, 4). Ionisoimattomaksi säteilyksi kutsutaan sähkömagneettista aaltoliikettä tai sähkömagneettisia kenttiä, johon luokitellaan kuuluvaksi ultraviolettisäteily, näkyvä valo, infrapunasäteily, radiotaajuinen säteily ja pienitaajuiset sähkö- ja magneettikentät (STUK 2005, 3; STUK 2007).

Lääketieteellisessä käytössä ionisoivaa säteilyä käytetään ihmisten hyödyksi ja röntgentutkimuksilla on suuri merkitys sairauksien tunnistamisessa (STUK 2010d). Säteilyn lääketieteellisellä käytöllä tarkoitetaan röntgentutkimusta, isotooppitutkimusta, isotooppihoitoa, sädehoitoa sekä muuta tutkimus- tai hoitotoimenpidettä, jossa kohteena oleva henkilö tarkoituksellisesti altistetaan ionisoivalle säteilylle (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 2000). Ionisoivalla säteilyllä tehtävät tutkimukset lisäävät kuitenkin riskiä sairastua syöpään ja tämän takia röntgentutkimusten käyttöä tulee harkita tarkoin, sillä perusteella tuleeko tutkimuksesta enemmän hyötyä kuin haittaa. Säteilyturvakeskus eli STUK tutkii jatkuvasti lääketieteellisen säteilyn käyttöä ja valvoo potilaiden sekä henkilökunnan saamia säteilyannoksia, jotta ne jäisivät mahdollisimman pieniksi. (STUK 2010d.)

2.2 Röntgensäteily ja tietokonetomografia

Säteilyn lääketieteellisen käytön mullistus tapahtui vuonna 1895 Wilhelm Conrad Röntgenin julkistaessa uuden keksintönsä, jonka hän nimesi X-säteiksi. Tästä alkoi kehitys, joka mahdollisti ympäri maailman tapahtuneen kehitystyön niin erilaisten sovellusten kokeilun myötä kuin myös laiteteknisen kehittymisen. Myöhemmin Röntgenin keksintöä alettiin kutsua maailmalla röntgensäteiksi keksijänsä kunniaksi. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 15.) Röntgensäteilyn lääketieteellinen merkitys huomattiin pian merkittäväksi diagnostiikan kannalta ja sen käyttö lääketieteessä perustuu siihen, että röntgensäteily läpäisee kudosta ja muodostaa siitä varjokuvan (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 15; Kortensniemi 2005).

Röntgensäteily luokitellaan kuuluvaksi sähkömagneettiseen säteilyyn, jota tuotetaan röntgenputkessa röntgengeneraattorin avulla. Röntgengeneraattorin tehtävänä on kehittää elektronien irrottamiseen tarvittava virta ja synnyttää elektronien kiihdyttämistä varten tasajännite. (Jurvelin 2005, 33.) Röntgenputki valmistetaan tavallisesti lasista, jonka sisällä tyhjiössä ovat putken katodi ja anodi. Katodina putkessa toimii volframista valmistettu hehkulanka, jota kuumennetaan 2000 °C:een, jolloin se emittoi elektroneja. Röntgenputkessa säteilyntuottoaika säädetään suurjännitteen avulla, jolloin sähkökenttä vetää katodilta irronneet elektronit anodille. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 32; Jurvelin 2005, 32.)

Kun elektronit törmäytetään anodille suurella nopeudella, syntyy röntgensäteilyä sähköisen fokuksen alueella. Samalla vapautuu suuri määrä lämpöä, ja tämän takia anodimateriaalin on kestävä suuret lämpötilavaihtelut. Anodin tehonsietokykyä on parannettu rakentamalla se viistopintaiseksi, pyöriväksi lautaseksi. Anodin pyörimisellä saadaan fokus tasaisesti vaihtamaan paikkaa fokusradalla. Sähköiseksi fokukseksi sanotaan anodissa aluetta, johon elektronit törmäävät hetkellisesti. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 32–33; Jurvelin 2005, 33.)

Röntgensäteily jaetaan syntytapansa perusteella karakteristiseen röntgensäteilyyn ja jarrutussäteilyyn. Karakteristinen röntgensäteily syntyy viritystilojen purkautuessa anodin atomien elektroniverhossa. Jarrutussäteilyä puolestaan syntyy elektronien liike-energian pienentyessä nopeasti. Pienempienergiset kvantit eli karakteristinen röntgensäteily suodatetaan röntgensäteilystä pois diagnostiikkalaitteissa, sillä se ei vaikuta kuvan muodostumiseen, vaan absorboituisi potilaaseen aiheuttaen turhaa annosta. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 22 & 24; Jurvelin 2005, 34.)

Tietokonetomografia eli TT, joka maailmalla tunnetaan nimellä CT eli computed tomography, on röntgenkuvausmenetelmä, jossa röntgensäteilyä hyödynnetään kuvaustaessa kohteesta satoja erisuuntaisia projektiokuvia. Näistä kerätyistä projektiokuvista saadaan rekonstroitua eli muodostettua kohteen leikekuva (Jauhiainen 2003/2007.) Tietokonetomografiassa eri rakenteet eivät kuvaudu päällekkäin samalla tavalla kuin tavallisessa natiiviröntgenkuvauksessa ja sen eri projektioidissa, vaan näkyvät poikittaissuuntaisena leikekuvana potilaasta (Jurvelin 2005, 39; Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 72). Näistä kuvista pystytään erottamaan tarkasti ja hyvin eri kudokset niiden poikkeavista vaimennuskertoimista johtuen. Tarvittaessa lisäkontrastia eri kudosten välille tutkimuksissa saadaan käyttämällä jodipitoista varjoainetta, jolloin mm. verisuonet tehostuvat ja erottuvat kuvista. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 72.)

TT:n eli tietokonetomografian osalta merkittävin kehitys tapahtui vuonna 1972, kun Hounsfield patentoi ensimmäisen prototyypin TT-laitteesta. TT:n keksiminen oli yksi radiologian suurimmista kehitysaskelista, ja vuonna 1973 valmistui ensimmäinen kaupallinen TT-laite. Vuonna 1979 Hounsfield ja Cormack saivat Nobelin palkinnon TT:n eteen tehdystä kehitystyöstä. Suomeen ensimmäinen TT-laite hankittiin vuonna 1978. (Ala-Kurikka & Noponen 2003, 4; Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 18.)

Röntgenputken kiertäessä potilasta TT-kuva muodostuu kolmivaiheisessa prosessissa. Kuvan skannaus vaiheessa röntgenputki ja detektorit pyörivät potilaan ympäri, jolloin eri suunnasta otettujen projektioiden summana saadaan yksi leike (slice), joka vastaa yhtä intensiteettiprofiilia raakakuvassa. Aksiaalikuvausessa seuraava kuva saadaan siirtämällä leikepaksuuden verran (slice thickness) pöytää (Jauhiainen 2003/2007). Kuvausta tehtäessä Pitch-parametri kertoo kuinka monta leikepaksuutta pöytä siirtyy yhden putken kierroksen aikana (Jurvelin 2005, 40). Kehittyneemmässä spiraali- tai helikaalikuvausessa (helical scan), ns. kolmannen sukupolven laitteessa, jota nykyisin käytetään, potilaspöytä liikkuu tasaisesti putken pyöriessä. Tällä menetelmällä saadaan yksittäisen leikkeen sijasta kuvattua spiraalimainen tilavuus, josta voidaan laskea ja muodostaa kaiken suuntaiset ja paksuiset leikkeet. (Jauhiainen 2003/2007.)

Kun raakadata on kerätty, rekonstruoidaan projektiokuvista tietokoneella laskemalla digitaalinen kuvamatriisi, johon jokaiseen pikseliin liittyy eri harmaansävyarvo. Tämä menetelmä on suodatettu takaisinprojektiio (filtered back-projection) (Jauhiainen

2003/2007). Jokainen pikseli esitetään niin sanottuna TT-lukuna eli Hounsfieldin lukuna, jossa ilma saa arvokseen -1000H ja vesi 0H (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 72). Kudosten Hounsfieldin luvut vaihtelevat 0H-1000H:n välillä (Jurvelin 2005, 39).

2.3 Tietokonetomografia sepelvaltimoiden tutkimisessa

Sepelvaltimot eli koronaarivaltimot ovat sydämen pinnalla olevia valtimoverisuonia, joiden tehtävänä on huolehtia sydämen hapensaannista ja ravinnosta. Sepelvaltimot lähtevät aortan tyvestä ja jakautuvat vasempaan ja oikeaan sepelvaltimeen (Mustajoki 2011.) Sepelvaltimoiden ahtautuminen eli ateroskleroosi aiheuttaa rasiskipua rinnassa suonen ollessa osittain tukossa ja totaalitukos johtaa sydäninfarktiin eli sydänlihaksen kuolion. (Mustajoki 2010).

Tietokonetomografiaa sepelvaltimoiden tutkimisessa käytetään varjoainetehostuksen kanssa, jolloin tutkimuksella pystytään selvittämään sepelvaltimoiden päähaarojen ahtaumia ja seinämien paksuuntumisia (Lauerma 2005, 188). Tutkimuksesta aiheutuva säteilyaltistus on huomattavasti pienempi verrattuna tavalliseen katetriangiografiaan ja komplikaatioiden riski on pienempi. (Hänninen ym. 2010).

2.4 Säteilyn terveysvaikutukset

Ionisoivan säteilyn osuessa kiinteään aineeseen, se luovuttaa kohteeseen energiaansa ja pystyy energiallaan irrottamaan atomista elektronin ja rikkomaan kemiallisia rakenteita. Erityisesti ionisoiva säteily voi vaurioittaa solun perimää eli DNA:ta. DNA-vauriot syntyvät säteilyn osuessa yleisemmin DNA-molekyylin vieressä olevaan vesimolekyyliin hajottaen sen ja muodostaen vapaan radikaalin eli molekyylin, jossa on pariton vapaa elektroni. Vapaan radikaalin ja DNA:n reaktiossa DNA:n rakenneosat muuttuvat ja DNA-juosteet katkeavat. Säteilyvauriot soluissa ja kudoksissa saavat alkunsa juuri näistä DNA:n rakenteen muutoksissa ja ne voivat esiintyä joko yhdessä DNA-juosteessa tai molemmissa juosteissa. Vauriot, joita säteily aiheuttaa voivat johtaa perimän vaurioitumiseen, solun kuolemaan, solun muuntumiseen syöpäsolun esiasteeksi, jakaantumiskyvyn menetykseen tai vaurion korjaamiseen ja normaalin toiminnan jatkumiseen. (Mustonen & Salo 2002, 29–31; Paile ym. 1996, 20.)

Säteilystä aiheutuvat terveysvaikutukset jaetaan kahteen eri ryhmään: stokastisiin haittoihin ja deterministisiin haittoihin. Deterministinen vaikutus on suora ja johtuu laajasta solutuhosta suuren säteilyaltistuksen jälkeen. Vamman vakavuuteen vaikuttavat säteilyannos ja säteilylaji, altistuneen alueen laajuus ja altistunut kudokset sekä annoksen ajallinen jakautuminen. Tavallisin deterministinen haitta on ihovaurio, joka aiheutuu säteilyn absorboitumisesta osaksi ihoon ja ihonalaiskudokseen. Ensimmäisenä merkinä siitä on ihon punoitus, joka ilmenee jo muutaman tunnin kuluessa altistuksesta. (Paile 2005, 78–82.)

Stokastinen eli satunnainen haitta aiheuttaa muutoksen yhdessä jakautumiskykyisessä solussa. Se voi aiheutua kuinka pienestä säteilyaltistuksesta tahansa, eikä näin ole riippuvainen saadusta säteilyannoksesta, sillä jo yksikin fotoni tai hiukkanen pystyy aiheuttamaan DNA-molekyylin katkoksen. Useimmiten DNA-molekyylin katkos on korjattavissa, mutta korjaus voi myös epäonnistua, jolloin perimänmuutokset läpikäynyt solu alkaa jakautua ja syntyy solukloonit. Ajan kuluessa ja jakautuessaan tästä solukloonista voi kehittyä hyvän- tai pahanlaatuinen kasvain. (Paile 2002, 45–46; Paile 2005, 78–82.)

3 SÄTEILYTURVALLISUUS JA SÄTEILYSUOJELU

3.1 Lainsäädäntö

Suomessa säteilyn käyttöä valvoo Säteilylain (592/91) nojalla Säteilyturvakeskus, jonka tehtävä on Säteilyasetuksen mukaan toimia Euratom-perustamissopimuksen mukaan valvontalaitoksena, sekä huolehtia säteilyturvallisuusvalvonnan toimeenpääntöön kuuluvista viranomaistehtävistä, yhteystehtävistä ja raportointitehtävistä (Säteilyasetus 1991; STUK 2009). Säteilyturvakeskus eli STUK on sosiaali- ja terveysministeriön hallinnon alainen toimija ja sen toiminta-ajatuksena on suojella tulevia sukupolvia, ihmisiä, ympäristöä ja yhteiskuntaa säteilyn haitallisilta vaikutuksilta (STUK 2008; STUK 2011a). Säteilyn lääketieteellistä käyttöä Suomessa ohjaavat lainsäädäntö ja Säteilyturvakeskuksen laatimat ST-ohjeet, sekä STUK tiedottaa julkaisut. Lisäksi Suomessa viranomaisten antamia ohjeita ohjaavat kansainväliset direktiivit ja muut suositukset sekä ohjeistukset, joita esimerkiksi ICRP (International Commission on Radiological Protection) tuottaa tutkitun tiedon perusteella. (Suomen Röntgenhoitajaliitto 2006, 6-7.)

Itse Säteilylain tarkoituksena on estää ja rajoittaa säteilystä aiheutuvia terveydellisiä ja muita haittavaikutuksia, ja se koskee säteilyn käyttöä ja kaikkia muita toimintoja, joista aiheutuu tai voi aiheutua terveyden kannalta haitallista altistumista säteilylle. Samalla laki määrää muun muassa toiminnanharjoittajan velvollisuuksista, säteilyn mittauksista, säteilylaitteista, turvallisuusluvista sekä säteilytyöntekijöiden suojelusta, johon kuuluu työntekijöiden luokittelu erillisiksi ryhmiksi ja annosrekisterin pito. (Säteilylaki 1991.)

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä säätelee ionisoivan säteilyn käyttöä potilaan tutkimisessa tai hoitamisessa, seulonnassa tai muussa joukkotarkastuksessa, tieteellisissä tutkimuksissa, joissa terveelle henkilölle tai potilaalle tehdään toimenpiteitä, työhön liittyvissä terveystarkastuksissa ja oikeuslääketieteellisissä toimenpiteissä. Lisäksi tätä asetusta sovelletaan sellaisen henkilön säteilyaltistukseen, joka muun kuin oman ammattinsa vuoksi vapaaehtoisesti auttaa säteilylle altistuvaa henkilöä toimenpiteen aikana. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 2000.)

Säteilyturvakeskuksen laatimat säteilyn käytön ja säteilytoiminnan turvallisuutta koskevat yleiset ohjeet, ST-ohjeet, määräävät ne menettelytavat ja toimenpiteet, joita

noudattamalla toteutuu säteilylain mukainen turvallisuustaso. ST-ohjeissa annetaan myös täydentäviä ja tarkentavia ohjeita ylikansallisista lainsäädännöistä ja Euroopan yhteisöjen direktiivien täytäntöönpanoista. (STUK 2011b.)

3.2 Säteilysuojelun yleiset periaatteet

Säteilysuojelun tavoitteena on varmistaa, että säteilyä käytetään lääketieteessä turvallisesti (STUK 2009). Lisäksi säteilysuojelulla pyritään suojaamaan yksilöä ja hänen jälkeläisiään, sekä koko ihmiskuntaa säteilyn haitalliselta vaikutukselta rajoittamatta kuitenkaan sen hyödyllistä käyttöä suoritettaessa säteilylle altistavia toimenpiteitä (Suomen Röntgenhoitajaliitto 2006, 8). Säteilysuojelun yleiset periaatteet perustuvat kansainvälisen säteilytoimikunnan ICRP:n suositukseen, ja jotta säteilyn käyttö olisi hyväksyttävää, tulisivat säteilysuojelun yleiset peruseriaatteet oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteet toteutua jokaisessa tutkimuksessa. (STUK 2009).

Oikeutusperiaatteessa säteilyaltistuksesta saatava hyöty on suurempi kuin siitä aiheutuva haitta (STUK 2009). Säteilylle altistavan toimenpiteen oikeutuksen arviointi on tehtävä etukäteen ja ensisijaisesti sen tekee lähettävä lääkäri, joka ottaa huomioon myös muut käytettävissä olevat vaihtoehtoiset menetelmät toimenpiteelle ja kirjoittaa lähetteen. Läheteessä tulee käydä ilmi tutkimus- tai hoitoindikaatio. (Järvinen 2005, 83–84.)

Säteilysuojelun optimointiperiaatteella (ALARA-periaate, As Low As Reasonably Achievable) tarkoitetaan sitä, että säteilyaltistus pysyy tutkimuksen aikana niin pienenä kuin se kohtuudella on mahdollista (STUK 2009). Optimoinnissa tarkoituksena ja tavoitteena on välttää tarpeetonta säteilyaltistusta, mutta saada samalla tutkimuksen tavoite täytettyä. Optimoinnissa tulee ottaa huomioon oikean laitteen valinta ja oikea toimenpiteen tekotapa, jotta saataisiin riittävä diagnostinen tieto, potilaan säteilyaltistuksen määrittäminen sekä laadunvarmistus. (Järvinen 2005, 84.)

Yksilönsuojaperiaatteessa työntekijän ja potilaan säteilyaltistus ei saa ylittää vahvistettuja enimmäisarvoja, annosrajoja (STUK 2009). Lisäksi röntgenlaitteiden käyttötilat, itse laitteet ja turvajärjestelmät, sekä työskentelytavat on toteutettava lainsäädännössä määritetyllä tavalla, jotta säteilyaltistuksen annosrajoja ei ylitetä. (Järvinen 2005, 84.)

3.3 Optimointi TT-tutkimuksissa

TT-kuvauksen optimointia toteuttaessa täytyy ottaa huomioon menetelmän säteilyn epätasainen annosjakauma kudoksissa. Kuvauksesta syntyvä annos on kuitenkin verrannollinen käytettyyn putkivirtaan eli mA:han ja putkivirran ja ajan tuloon eli mAs:iin. Putkijännite eli kV-parametri vaikuttaa kuvan kontrastiin, jolloin enemmän säteilyä vaimentavalla kudoksella on syytä käyttää suurempaa kV-arvoa. Annosta ja kuvan kohinaa saadaan siis paljon optimoitua säätämällä mA(s):ia, sekä oikeanlaisen leikepaksuuden valitsemisella. Monileike-CT:ssä pitch-arvo eli leikkeiden lukumäärä yhden putken rotaation aikana kertaa leikepaksuus, vaikuttaa muodostuvaan annokseen siten, että suurempi pitch vastaa pienempää annosta. (Kortesniemi 2006a.)

Automaattinen mA-modulointi on tehokas tapa optimoida annosta ja menetelmä on monipuolistunut uusimmissa laitteissa. Moduloinnin avulla koko kuvattavan alueen kudoksiin pyritään saamaan mahdollisimman tasainen annosjakauma kudoksen rakenteesta ja geometriasta riippumatta. Näin erot säteilyn vaimenemisessa tasoittuvat ja kuvanlaatu, sekä annosjakauma parantuu. (Kortesniemi 2006a.)

Sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksissa eli koronaari CTA (coronary computed tomography angiography)-tutkimuksissa säteilyaltistuksen optimointia on tutkittu monissa eri julkaisuissa sen kasvavan suosion myötä. Tutkimuksen suosio on noussut sen korkean diagnostisen tarkkuuden ja noninvasiivisuuden myötä (Leipsic 2010b, 801). Viime aikoina on kehitetty lukuisia tekniikoita, joilla säteilyaltistusta saadaan optimoitu ja pienennetty tutkimusten aikana (Leipsic ym. 2010b, 801). Säteilyaltistusta saadaan optimoitua sepelvaltimoiden TT-angiografiassa käytettäessä EKG-tahdistettua tutkimusta. EKG-gated tutkimuksessa kone ohjelmoidaan tahdistamaan ja kuvaamaan tutkimus tiettyssä vaiheessa EKG-käyrää esim. jokaisen R-aallon kohdalla. EKG-triggered tutkimuksessa kone ohjelmoidaan puolestaan kuvaamaan kokonaan yksi EKG-sykli esim. R-R väli (Blanke ym. 2010, 209). Tutkimuksia on tehty myös kuvausarvoja optimoimalla siten, että putkijännite on säädetty 120 kV:hen ja 100kV:hen sekä tästä alaspäin, jolloin eri kuvasarvojen kuvia ja annoksia on voitu vertailla keskenään (Hausleifer ym, 2010; Rogalla ym, 2010). Matala-annos protokollien pelätään kuitenkin vaikuttavan diagnostisten kuvien laatuun. (Pfleiderer ym. 2009, 1197).

TT-tutkimuksissa elinkohtaisia pinta-annoksia voidaan vähentää käyttämällä vismutista valmistettuja sädesuojaimia. TT:ssä suojia voidaan käyttää ilman diagnostisen kuvanlaadun kärsimättä ja näin vähentää pinta-annoksia kriittisissä elimissä jopa 50 %. Vaikka vismuttisten sädesuojusten ansiosta pinta-annoksia on saatu pienemmiksi, on kuitenkin tärkeää muistaa optimoinnissa myös yksinkertaiset menetelmät. Esimerkiksi pään alueen kuvauksissa gantryn kallistuksella ja silmien poisrajaamisella kuvauksentästä, silmien sädeannosta saadaan vähennettyä huomattavasti ilman suojuksiakin. Yhdessä rajauksen ja suojien kanssa annossäästö on huomattava. (Kortseniemi 2006b.)

3.4 Säteilytyöntekijän säteilysojelu

Säteilyasetus määrittelee säteilytyöksi työn, jossa säteilyaltistus voi ylittää jonkun säädetyistä enimmäisarvoista. Säteilyasetuksen mukaan säteilytyöntekijän säteilyaltistuksen efektiivinen arvo ei saa ylittää arvoa 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana, eikä koskaan 50 mSv vuoden aikana (Säteilyasetus 1991.) Efektiivisellä annoksella tarkoitetaan säteilylle altistuneiden elinten ja kudosten ekvivalenttiannosten painotettua summaa eli toisin sanoen säteilyn terveydellisesti aiheuttamaa kokonaishaittaa. Ekvivalenttiannoksella tarkoitetaan säteilystä elimen tai kudokseen massayksikköä kohti keskimäärin siirtyneen energian ja säteilyn painotuskertoimen tuloa eli toisin sanoen säteilyn aiheuttamaa haittaa tietylle elimelle tai kudokselle. (Säteilyasetus 1991; STUK 2011c.)

Säteilytyöntekijät tulevat Säteilylain, Säteilyasetuksen ja ST-ohje 7.5 mukaan jakaa säteilyluokkaan A ja B. Säteilyluokkaan A kuuluvan työntekijän säteilyaltistusta on seurattava henkilökohtaisesti ja järjestettävä annostarkkailu, sillä työstä aiheutuva efektiivinen annos on tai voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa. Säteilyluokkaan B kuuluvat ne säteilytyöntekijät, jotka eivät kuulu luokkaan A. Säteilyluokkaan B kuuluvien työntekijöiden annostarkkailu on järjestettävä siten, että annokset ovat tarvittaessa määritettävissä. (Säteilylaki 1991; Säteilyasetus 1991; ST 7.5 2007.)

Toiminnan harjoittajalla on lisäksi velvollisuus järjestää säteilytyöntekijöille säteilyaltistuksen seuranta, terveystarkkailu ja annostarkkailu. Säteilyaltistuksen seurannalla tarkoitetaan annostarkkailua ja työolojen tarkkailua ja se on järjestettävä työn laajuuden ja laadun mukaan. Annostarkkailulla tarkoitetaan säteilytyöntekijän henkilökohtaisen säteilyaltistuksen määrittämistä ja annoksen mittaamista, sekä saatujen annosten kirjanpitoa. Työntekijän terveystarkkailun tarkoituksena on varmistaa työnteki-

jän soveltuminen säteilytyöhön, seurata työntekijän terveydentilaa ja määrittää säteilyaltistuksen terveydellinen merkitys annosrajojen ylittyessä. (ST 7.1, 2007; ST 7.4, 2008; ST 7.5, 2007.)

3.5 Tutkimustilojen säteilyturvallisuus

ST-ohjeet määräävät ja esittävät vaatimukset säteilylähteiden käyttötiloille ja niitä ympäröiville tiloille. ST-ohje 1.6 ja 1.10 määrää, että säteilytyöskentelyssä työskenteilytilat ovat tarvittaessa jaettava tarkkailualueisiin, valvonta-alueisiin tai/ja luokittelemattomaksi alueeksi (ST 1.6, 2009; ST 1.10, 2011). Valvonta-alueella tarkoitetaan aluetta, jossa noudatetaan erityisiä turvaohjeita ja turvatoimia säteily- ja kontaminaation riskin takia, ja jonne pääsyä valvotaan. Valvonta-alueella säännöllisesti tai tilapäisesti työskentelevän efektiivinen annos voi olla tai on suurempi kuin 6 mSv vuodessa tai silmän mykiön ekvivalenttiannos suurempi kuin 45 mSv tai jalkojen, käsien tai ihon ekvivalenttiannos suurempi kuin 150 mSv. Tarkkailualueella työolosuhteita tarkkailaan säteilyltä suojaamiseksi. Tarkkailualueella työskentelevän efektiivinen annos voi olla 1 mSv, silmän mykiön ekvivalenttiannos 15 mSv tai jalkojen, käsien tai ihon ekvivalenttiannos 50 mSv. (ST 1.6, 2009.)

Valvonta-alueiksi luokitelluille alueille asiaton pääsy on estettävä kulunvalvonnalla, lukituksella tai rakenteilla. Huoneisiin johtavilla alueilla on lisäksi oltava säteilyvaaraa osoittavat merkinnät, jotka varoittavat ionisoivan säteilyn vaaroista. Huoneiden välittömässä läheisyydessä tulee olla merkkivalot, joista keltainen tai valkoinen valo kertoo säteilylaitteen olevan toimintavalmiudessa, ja punainen valo säteilylaitteen tuottaman säteilyä. Tilat, joiden säteilysuojukset eivät täytä jatkuvan oleskelutekijän arvoa on merkattava kyltein. (ST 1.10, 2011.)

Käyttötilojen ja niitä ympäröivien tilojen säteilysuojukset ovat rakennettava ja suunniteltava niin, että säteilyaltistus jää mahdollisimman pieneksi, eikä ylitä tarkkailualueen 6 mSv vuodessa tai 0,3 mSv luokittelemattomalla alueella vuodessa suunnattuja annosrajoja (STUK 2007; ST 1.10, 2011). Toiminnanharjoittajan on vastattava rakenteellisten suojausten riittävydestä, sekä siitä, että ne rakennetaan oikein ja suunnitellusti. Säteilysuojusten on katettava vähintään se ala, johon primäärisäteily voi kohdistua. Yleisimmin primäärisäteilyn suunnassa tarvitaan 3mm lyijyä tai 300mm betonia. Vuotosäteilystä ja sironneesta säteilystä suojaamaan riittää 2mm lyijyä tai 200mm betonia. Tilat ovat suojattava lyijyllä tai betonilla vähintään 2 metrin korkeuteen asti. Lisäksi ovet ja tiloihin asennettavat potilastarkkailuikkunat on suojattava

lyijyllä. Käyttötiloihin suojusten tarvittavia paksuuksia voi pienentää sijoittamalla tilat paikkoihin, joiden lähellä ei ole muuta toimintaa, eikä jatkuvaa oleskelua, sekä sijoittamalla säteilylähteen oikein valvonta-alueella. (ST 1.10, 2011.)

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää tutkimusten ja artikkeleiden pohjalta säteilyaltistuksen optimoinnin keinoja ja menetelmiä sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksissa. Tavoitteena on löytää röntgenhoitajille käytettäväksi ne keinot, joilla säteilyturvallisuutta saataisiin lisättyä sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksissa.

Tutkimuskysymykset:

1. Mitkä asiat vaikuttavat säteilyaltistukseen sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksissa?
2. Millaisia menetelmiä on säteilyaltistuksen optimointiin sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksissa?

5 AINEISTO

5.1 Menetelmä ja aineiston keruu

Opinnäytetyön aineiston keruu menetelmänä käytin kirjallisuuskatsausta. Kirjallisuuskatsaus on menetelmä, jossa jo olemassa olevista tutkimuksista ja tuloksista kootaan toisen asteen tutkimus eli kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuuskatsauksessa tarkoituksena on näyttää mistä näkökulmista ja miten kyseistä asiaa on jo aiemmin tutkittu, sekä kuinka jo todetut tutkimustulokset liittyvät suunnitteilla olevaan tutkimukseen. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 123–124.) Kirjallisuuskatsauksessa tieto on koottu ja rajattu johonkin aiheeseen, joka vastaa kysymykseen eli tutkimusongelmaan. (Leino-Kilpi 2007, 2). Kirjallisuuskatsauksessa hyvin muotoiltu tutkimuskysymys on tärkeä ja vaatii tarkan mietinnän, jotta tiedettäisiin millaisia tutkimuksia tulisi löytää. Tiedonhaun yhteydessä on tärkeää sen toistettavuus ja järjestelmällisyys, sekä poissulkukriteereiden asettaminen, jotta ei-toivotut tutkimukset jäisivät hakujen ulkopuolelle. (Autti-Rämö & Grahn 2006, 46.)

Aineiston työhön keräsin käyttäen kahta tutkimuskysymystä ja poissulkukriteerejä. Aineistohaun tulokset erittelin erilliseen taulukkoon (LIITE 1). Ensimmäisenä tietokantana informaation kanssa käytin Medic-tietokantaa. Hakua tehdessäni käytin hyväksi MeSH-sanoja. MeSH (Medical Subject Headings) – termit on Yhdysvaltain lääketieteellisen kansalliskirjaston asiansanjärjestelmä, jotka kuvaavat julkaisun sisältöä ja niitä käytettäessä hakutulokset ovat rajattua ja haluttuja. (Autti-Rämö & Grahn 2006, 49–51). Omiksi MeSH-termeiksi valitsin ”Tomography, X-Ray Computed” and Radiation*. Hakusanat yhdistin toisiinsa operaattoreilla and ja not, jolloin sain rajattua haluttuja artikkeleita mukaan hakuun ja rajattua ei-haluttuja sen ulkopuolelle (Autti-Rämö & Grahn 2006, 51). Rajaukseksi laitoin vuodet 2005–2011, jolloin hakutulokseksi Medic-tietokannasta sain 17 eri artikkelia. Näistä artikkeleista 3 oli analysoitavia ja käytettäviä tutkimukseeni. Koska ensimmäisen tietokannan hakutulokset olivat niukat, kokeilin seuraavaksi Pubmed-tietokantaa. Hakusanat tietokannassa pysyivät samana kuin aiemminkin, mutta aiheen rajasin käsittämään sanat Trial, meta-analysis ja randomized controlled trial. Kieleksi english ja ikäraajaksi all adults 19+. Lisäksi aikarajaksi rajasin vuodet 2007–2011. Tulokseksi sain 256 kpl eri artikkeleita.

Koska hakusanoilla löytyi paljon artikkeleita, rajasin hakusanoja vielä lisäämällä MeSH-sanana dosage hakusanaksi. Näin tulokset saatiin putoamaan 132 kpl. Koska

otsikoiden perusteella tuloksissa oli paljon artikkeleita, joita en voinut käyttää, rajasin hakuja vielä sanoilla NOT cancer ja NOT child, jolloin hakutulokseksi tuli 49 artikkelia.

Koska aineistoa löytyi vieläkin hyvin paljon, kohdensin hakuani vielä käyttäen MeSH-sanoja coronary artery disease/radiography*. Tästä hausta sain tulokseksi 52 artikkelia, jotka kävin läpi otsikoiden perusteella. Otsikoiden ja abstraktien perusteella valitsin työhöni käytettäväksi 11 artikkelia, joista 8 artikkelia löysin ja sain käsiini käytettäväksi osana työtäni. Analyysia aloin tekemään siis 8 sepelvaltimoiden CT-angiografiaa käsittelevistä tutkimuksista.

Ensimmäinen haun suoritin siis käsittämään kaikki tietokonetomografiaa ja sädeanosta käsittelevät artikkelit. Koska hakuja tuli paljon, jatkoin haun rajaamista tekemällä vielä 2 eri lisähakua lisäämällä rajauskriteereitä jokaiseen hakuun. Hakusanat ja tietokannoista saadut tulokset havainnollistin työn loppuun erilliseen liitteeseen, jolloin haku on tarvittaessa toistettavissa (LIITE 1).

5.2 Aineiston kuvaus

Koska kirjallisuuskatsaus kuuluu teoreettisen tutkimuksen piiriin, aineiston analyysissa apuna käytin sisällönanalyysiä (Tuomi & Sarajärvi 2009, 123). Sisällönanalyysi on tekstianalyysi, jossa etsitään tekstin merkitystä. Sisällönanalyysissä aineisto saadaan kerättyä ja järjesteltyä johtopäätöksiä varten (Tuomi & Sarajärvi 2009, 105–106). Työn tekemisen aloitin lukemalla tutkimukset läpi ja kokoamalla niistä taulukon (LIITE 2), jotta sain aineistosta kerättyä tärkeimmät asiat analyysia ja johtopäätöksiä varten.

Tutkimukset oli tehty eri puolilla maailmaa Saksassa, Kanadassa, Yhdysvalloissa, Sveitsissä, Itävallassa ja Espanjassa. Tutkimusten otoskoot vaihtelivat suuresti. Saksalaisten, itävaltalaisien ja espanjalaisten yhteistyönä tehdyssä tutkimuksessa oli mukana 400 potilasta (Hausleifer ym 2010, 1117), saksalaisten ja kanadalaisten yhteistyönä tehdyssä 40 potilasta (Rogalla ym. 2010, 936), saksalaisten tutkimuksessa 390 potilasta (Pfleiderer ym. 2010, 1198), Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa potilaita mukana oli 4862 (Raff ym. 2010, 2343), toisessa saksalaisessa tutkimuksessa 685 potilasta (Bischoff ym. 2009, 1496), kahdessa yhdysvaltalaisien ja kanadalaisien toteuttamissa tutkimuksissa oli mukana melkein samat tekijät ja potilaita näissä tutkimuksissa mukana oli 574 ja 50 (Leipsic ym. 2010a, 657 & Leipsic ym. 2010b, 803) ja sveitsiläisten tekemässä tutkimuksessa otos oli 100 potilaasta (Alkadhi ym. 2010, 934). Tutkimukset, joiden otoskoot olivat pienet, ei voi pitää yhtä luotettavina

kuin suurempien otostutkimusten tuloksia, jolloin se on hyvä huomioida tulosten eritelyssä. Melkein kaikissa tutkimuksissa potilaiden valikoinnissa käytettiin hyödyksi erilaisia poissulkukriteerejä, jolloin otosryhmät saatiin mahdollisimman tasaisiksi tulosten kannalta. Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa tuloksissa painotettiin suurimman osan potilaista olleen huomattavasti ylipainoisia, ja lisäksi materiaalia kerättiin 40 eri sairaalasta, jolloin sen luotettavuutta voi myös punnita verrattuna muihin tutkimuksiin, joissa otosryhmät olivat tasavertaisia.

Tutkimuksien luotettavuutta lisäsivät tarkat potilaiden poissulkukriteerit. Kolmessa tutkimuksessa potilaan sydämen syke ja rytmi olivat ratkaisevassa tekijässä tutkimukseen hyväksymiselle (Hausleifer ym. 2010, 1114; Pflederer ym. 2010, 1198; Leipsic ym. 2010a, 677). Kahdessa tutkimuksessa potilaan painon täytyi olla alle 90 kg tai BMI:n alle 30kg/m² ja lisäksi yhdessä tutkimuksessa BMI:n tuli olla alle 35kg/m² (Hausleifer ym. 2010, 1114; Pflederer ym. 2010, 1198 & Leipsic ym. 2010a, 677). Kahdessa tutkimuksessa potilaiden täytyi olla vähintään 18-vuotiaita (Rogalla ym. 2010, 934 & Leipsic ym. 2010a, 677). Neljässä tutkimuksessa painotettiin, ettei potilaalla saanut olla allergiaa jodipitoiselle varjoaineelle tai aikaisempaa reaktiota sen saamisesta (Pflederer ym. 2010, 1198; Rogalla ym. 2010, 934; Alkadhi 2010, 934 & Leipsic ym. 2010b, 802). Yhdessä tutkimuksessa potilaan halukkuus osallistua tutkimukseen ja sopimuksen allekirjoittaminen ennen tutkimuksen alkua oli peruste hyväksymiselle (Rogalla ym. 2010, 934). Tosin kaikissa tutkimuksissa hyväksytyt tutkittavat olivat allekirjoittaneet tutkimusluvut ja ne, jotka niitä eivät hyväksyneet, pois suljettiin tulostenkeräysvaiheessa tutkimuksista ulos.

Neljässä tutkimuksessa painotettiin, ettei naispuolinen tutkittava saanut olla raskaana tutkimuksen suorittamisen aikana (Pflederer ym. 2010, 1198; Rogalla ym. 2010, 934; Leipsic ym. 2010a, 677 & Leipsic ym. 2010b, 802). Yhdessä tutkimuksessa potilaan kyky noudattaa kuultuja hengitysohjeita oli kriteeri tutkimukseen hyväksymiselle (Rogalla ym. 2010, 934). Kahdessa tutkimuksessa saadun i.v.kanyylin koko vaikutti tutkimukseen osallistumiseen ja kolmessa tutkimuksessa painotettiin, ettei potilaalla saanut olla aikaisempaa sydäninkfarttia, stenttiä, stenttigrastia tai tehtyä ohitusleikkausta (Pflederer ym. 2010, 1198; Rogalla ym. 2010, 934; Alkadhi 2010, 934 & Leipsic ym. 2010b, 802). Lisäksi yhdessä tutkimuksessa tutkimuspotilas suljettiin tutkimuksesta pois jos hänen ADP-mitta oli yli 30,5cm laitteiden teknisten ominaisuuksien vuoksi (Rogalla ym. 2010). Myös munuaisten normaali toiminta oli tutkimukseen osallistumiselle kriteerinä (Pflederer ym. 2010, 1198; Alkadhi 2010, 934 & Leipsic 2010a, 677 & Leipsic 2010b, 802).

Tutkimuksissa hyödynnettiin paljon EKG-tahdistusta, jota toteutettiin kahdella eri tavalla: EKG-gated ja EKG-triggered. Näiden kahden eri menetelmän välillä on suuri ero, joka tulee esille myös tutkimuksissa, sillä näitä kahta menetelmää on verrattu toisiinsa määrittäessä säteilyaltistusta ja kuvanlaatua. EKG-gated tutkimuksessa kone ohjelmoidaan tahdistamaan ja kuvaamaan tutkimus tiettyssä vaiheessa EKG-käyrää esim. jokaisen R-aallon kohdalla. EKG-triggered tutkimuksessa kone ohjelmoidaan puolestaan kuvaamaan kokonaan yksi EKG-sykli esim. R-R väli. (Blanke ym.2010, 209–210.)

EKG-tahdistuksessa tutkimusten yhteydessä puhutaan prospektiivisestä tahdistuksesta ja retrospektiivisestä tahdistuksesta. Prospektiivisellä EKG-tahdistuksella tarkoitetaan signaalin keräyksen aloittamista aina tietyn ajan kuluttua EKG:n R-piikistä. Retrospektiivisessä EKG-tahdistuksessa signaalia kerätään koko ajan tallentaen sitä ja lopuksi EKG-käyrän perusteella valitaan oikeaan aikaan kerätty signaali kuvaan. (Jauhiainen 1999.)

Tutkimuksissa käytettiin hyödyksi hyvin erilaisia variaatioita tutkimusprotokollista. Pflederer ym. 2010 tutkimuksessa potilaat jaettiin kolmeen ryhmään: ensimmäinen ryhmä käsitti 56 potilasta joilla kuvausarvot olivat 100 kV:tä ja 330mAs:ia. Lisäksi tutkimus suoritettiin prospektiivista ja retrospektiivistä EKG-triggered-menetelmää hyväksi käyttäen aksiaalikuvausena. Toinen ryhmä käsitti 55 potilasta kuvausarvoilla 100kV:tä ja 330mAs:ia. Protokollaan yhdistettiin lisäksi spiraalikuvaus ja EKG-gated-menetelmä, sekä min-dose matala-annos ohjelma. Kolmas ryhmä käsitti 65 potilasta, joilla käytettiin normaalia 120 kV:n ja 400 mAs:in spiraaliprotokollaa. Rogalla ym. 2010 jakoivat potilaat kahteen eri ryhmään: 20 potilaalla käytettiin tutkimuksessa hyväksi painoindeksiä ja manuaalista putkivirran mukauttamista eli modulointia, josta 6 potilaista kuvattiin käyttäen 440 mA:a, 9 käyttäen 510 mA:a ja 5 käyttäen 510 mA:a perustuen painoindeksiin. 20 potilaalla putkivirta mukautettiin rintakehän paksuuden, ATP:n (anteriorposterior-etutakasuunta) mukaan.

Hausleiter ym. 2010 jakoivat potilaat 100kV:n ja 120 kV:n protokollaan, joissa hyödynsivät retrospektiivista EKG-gated ja prospektiivista EKG-triggered menetelmiä. Raff ym. 2009 eivät jakaneet potilaita erityisiin protokollaryhmiin, vaan toteuttivat optimoinnin yksilöllisesti noudattaen yleisiä ohjeita, kuten kuvausalueen pitämistä mahdollisimman pienenä, sydämen sykkeen alentamista lääkkeillä, EKG-tahdistuksen hyödyntämistä putkivirran moduloinnissa ja putkijännitteen alentamista niillä potilailla,

joilla se oli mahdollista. Bischoff ym. 2009 jakoivat potilaat prospektiivisesti tahdistettavaan EKG-triggered (N=99)- ja retrospektiivisesti tahdistettavaan EKG-gated (N=586)- ryhmiin. Leipsic ym. 2010a käyttivät 331 potilaalla FBP-ohjelmaa (filtered back projection) eli takaisinprojisointiohjelmaa ja 243 potilaalla GE Healthcare valmistajan omaa ASIR (Adaptive Statistical Iterative Reconstruction) matala-annoksista kuvausohjelmaa. Leipsic ym. 2010b jakoivat potilaat sattumanvaraisesti kahteen ryhmään, jossa 24 potilaalla putkijännitettä vähennettiin joko 80 tai 100 KvP:hen painoindeksiä mukaillen ja 26 potilaalla käytettiin standardikaavaa 100–120 KvP:tä painoindeksi huomioiden. Molemmilla ryhmillä tutkimus tahdistettiin prospektiivisesti EKG-käyrään. Alkadhi ym. 2010 käyttivät tutkimuksessa kuvausarvoina 100Kv ja 320 mA, josta 50 potilaalla käytettiin hyväksi EKG-gated tutkimusta ja Step-and-shoot mode:a ja 50 potilaalla käytettiin EKG-gated ohjelmaa käyttäen suurta pitch-arvoa, jolloin se saatiin kuvattua yhden sydämen sykkeen aikana.

Kaikissa tutkimuksissa oli tarkasti selitetty ja kerrottu tutkimuksen vaiheet ja laitteet, joilla tutkimukset oli suoritettu, jolloin niiden toistettavuus on mahdollista. Tutkimuksissa oli hyödynnetty lääkityksenä β -salpaajia, jotta sydämen syke saataisiin laskettua halutulle tasolle ja pysymään mahdollisimman tasaisena tutkimuksen aikana, sekä nitraatteja, joiden tarkoituksena on laajentaa verisuonia juuri ennen tutkimusten aloittamista. Neljässä tutkimuksessa kerrottiin varjoaineen käytön tarkka määrä, ja näistä neljästä tutkimuksesta kahdessa kerrottiin lisäksi varjoaineen ruiskutusnopeus. Yhdessä tutkimuksissa mainittiin käytetyn varjoaine, sekä sen vahvuus. Kolmessa tutkimuksessa käytetystä varjoaineesta ja määrästä ei löydy tietoa.

6 TULOKSET

Jokaisessa tutkimuksessa tutkimusindikaationa oli epäily sepelvaltimotaudista, joka ilmeni epätyypillisenä rintakipuna, muutoksina EKG-käyrässä tai potilailla oli matalatai keskitason riski sairastua sepelvaltimotautiin. Kaikki kahdeksan artikkelia käsittelivät sädeannoksen optimoinnin menetelmiä ja sen vaikutusta säteilyaltistukseen ja kuvan laatuun.

Hausleifer ym. 2010 tutkimuksessa säteilyaltistukseen vaikuttivat putkijännite, syke ja potilaan paino. Tutkimuksessa säteilyaltistusta optimointiin käyttämällä 100kV:n putkijännitettä, jota verrattiin 120 kV:n normaaliin kuvausmenetelmään. Tutkimuksessa muut kuvasparametrit jätettiin muuttamatta, tosin eri EKG-tahdistusmenetelmien käyttö putkivirtaan mukauttaen oli suositeltua tutkimuksissa, johon se soveltui käytettäviksi. Tutkimuksessa pystyttiin osoittamaan luotettavasti, että 100kV:n putkijännitteen käyttö tutkimuksessa laski säteilyaltistusta 31 % EKG-gated ja EKG-triggered avusteisena verrattuna normaaliin 120Kv:n kuvausprotokollaan. Kuvanlaadussa tutkimuksessa ei huomattu eroavaisuuksia kummankaan protokollien välillä ja esille tulleet ei-diagnostiset kuvat johtuivat liikkeen aiheuttamista epätarkkuuksista eli liikeartefaktoista ja matalasta varjoainekontrastista verisuonistossa.

Leipsic ym. 2010a tutkimuksessa säteilyaltistukseen vaikutti alhainen BMI:n eli painoindeksi, sekä alhainen ja tasainen syke. Tutkimuksessa säteilyaltistusta optimointiin ASIR-protokollalla, jossa käytettiin 100 kV:n putkijännitettä, mikä johti matalamman putkivirran käyttöön ja näin säteilyaltistuksen pienenemiseen kyseisellä tutkimusmenetelmällä. Kuvanlaadussa tutkimuksessa ei löytynyt eroavaisuuksia sen jälkeen kun kuvausprotokollat ja potilaat saatiin vakioiduiksi, erona oli vain ASIR-ohjelmassa käytetty pienempi putkivirta. Tutkimuksessa ASIR-ohjelman todettiin edustavan uutta tekniikkaa säteilyannoksen toimivassa optimoinnissa.

Leipsic ym. 2010b tutkimuksessa säteilyaltistukseen vaikuttivat potilaan paino, sillä tutkimuksessa hyödynnettiin kuvausarvojen valintaa painoindeksin mukaan, EKG-gated tahdistuksen käyttö, sekä putkijännite. Säteilyaltistuksen optimoinnissa putkijännitteen vähentäminen vaikutti huomattavasti säteilyaltistukseen normaaliin protokollaan verrattuna. Kuvanlaatuun alennettu putkijännite vaikutti siten, että kuvan kohina lisääntyi, mutta kontrasti ja kuvasignaali olivat paremmat. Lopputuloksissa putkijännitteen pienentäminen tavalliseen protokollaan verrattuna johtaa merkittävään annossäästöön kuvien diagnostisen laadun pysyessä samana.

Alkadhi ym. 2010 tekemässä tutkimuksessa säteilyaltistukseen vaikutti eniten sydämen syke, sillä sen perusteella tutkittavat jaettiin tutkimusryhmiin. Suuria ja tuloksiin vaikuttavia eroja ei protokollaryhmien välillä löytynyt, eikä kuvien laadussa tai kuvien diagnostisessa tulkittavuudessa ryhmien välillä löytynyt eroja. Muutamassa tutkimuksessa kuvanlaatu oli huono liikeartefaktasta johtuen, kalkkeutuneista suonista ja kuvan kohinasta johtuen, eikä niiden perusteella diagnoosia voitu tehdä. Säteilyaltistuksen optimoinnissa suurin ero havaittiin potilaiden saamassa efektiivisessä annoksessa SAS-ohjelman ja suuren pitch-arvon välillä. Suurempi pitch-arvo vähensi huomattavasti potilaalle aiheutuvaa säteilyaltistusta tutkimuksessa.

Bischoff ym. 2009 tekemässä tutkimuksessa säteilyaltistukseen todettiin vaikuttavan kuvasparametrien, sykkeen, potilaan painon ja EKG-tahdistuksen käyttö. Tutkimuksessa todettiin säteilyaltistuksen optimoinnissa 68 % annossäästö prospektiivisesti tahdistetussa EKG-triggered menetelmässä niillä potilailla, joilla oli alhainen ja tasainen sydämen syke. Vaikka sädeannoksen väheneminen oli merkittävä toiseen ryhmään verrattuna, ei kuvan laadussa tai diagnostisuudessa ollut ryhmien välillä merkityksellistä eroa.

Rogalla ym. 2010 säteilyaltistukseen todettiin merkittävästi vaikuttavan potilaan painon ja rintakehän mitan ja EKG-tahdistuksen käytön. Tutkimuksessa säteilyaltistuksen optimointiin APD-mitan käyttö putkivirran mukauttamisessa tarjosi yksinkertaisen tavan kuvanlaadun ylläpitämiseen ja yksilöllisen säteilyaltistuksen vähentämiseen pienikokoisilla potilailla. Menetelmä sopi myös isompi kokoisille potilaille, sillä kuvanlaatu saatiin sen avulla huomattavasti paremmaksi.

Pflederer ym. 2009 tutkimuksessa säteilyaltistukseen todettiin vaikuttavan potilaan painon, sykkeen, EKG-tahdistuksen käytön, kuvausarvojen ja varjoaineen määrän. Tutkimuksessa säteilyaltistuksen optimoinnissa prospektiivisen EKG-triggered tahdistuksen käytön verrattuna retrospektiivisesti tahdistetun tutkimuksen käyttöön todettiin vähentävän efektiivistä annosta 86 % normaaliin 120kV:n ja 400 mAs:n- protokollaan verrattuna. Tutkimuksessa kuitenkin mainittiin prospektiivisen EKG-triggered tahdistuksen käytön huonontavan kuvanlaatua

Raff ym. 2010 tutkimuksessa säteilyaltistukseen todettiin vaikuttava potilaan painon, kuvasparametrien, kuvausalueen koon, sykkeen ja EKG-tahdistuksen käytön. Tutkimuksessa säteilyaltistuksen optimointiin todettiin tehokkaaksi EKG-tahdistuksen mukauttaminen putkivirtaan, sekä korkean sydämen sykkeen alentaminen lääkkeillä ja

putkijännitteen vähentäminen niillä potilailla, joilla se oli mahdollista. Pitkään kestänyt tutkimus osoitti sen, että osavaltion laajuisesti kehitetty yksilöllinen annosten vähentämishjelma kannatti, sillä sen ansiosta ja käytettävissä olevien teknisten menetelmien ansiosta säteilyaltistus väheni 48 % jo heti tutkimuksen alussa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustuloksista voidaan löytää vastaukset aiemmin esitettyihin tutkimuskysymyksiini. Johtopäätöksenä kaikista tutkimuksista voin sanoa, että nykypäivänä löytyy monia tehokkaita ja hyviä vaihtoehtoja säteilyaltistuksen optimointiin sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksissa. Säteilyaltistuksen vähentäminen ei kuitenkaan ole vaikuttanut kuvien laatuun niitä huonontavasti, vaan ne ovat olleet diagnostisia eli tulkittavia.

Säteilyaltistukseen tutkimuksissa oli vaikuttanut sydämen syke, potilaan paino, EKG-tahdistuksen käyttö, varjoaine sekä käytettävät kuvausohjelmat ja kuvausarvot. Suurin vaikutus tutkimuksissa säteilyaltistukseen oli EKG-tahdistuksen eri muotojen käytöllä sekä kuvasarvojen erityisesti putkijännitteen säätölemisellä. Potilaan yksilöllisen koon mukaan valitut kuvausarvot vaikuttivat myös huomattavasti säteilyaltistukseen sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksissa.

Säteilyaltistuksen optimointiin sopivia menetelmiä on putkijännitteen eli kV-parametrin vähentäminen, yhdistämällä joko EKG-gated tai EKG-triggered menetelmät osaksi putkivirran modulointia, vähentää putkivirtaa eli mA:ta, käyttää hyödyksi suurta pitch-arvoa sekä käyttää hyödyksi laitevalmistajien omia matala-annosohjelmia esim. GE Healthcare:n ASIR-kuvausohjelmaa. Parhaimmaksi menetelmäksi optimoinnin kannalta tutkimuksissa nousi EKG-tahdistuksen mukauttaminen putkivirran kanssa, jota oli hyödynnetty jokaisessa tutkimuksessa.

8 POHDINTA

8.1 Tulosten tarkastelu

Opinnäytetyössäni oli tarkoitus etsiä vastauksia kahteen tutkimuskysymykseeni. Johtopäätöksistä voin todeta, että tutkimuksissa todetut menetelmät tukevat aikaisemmin teoriassa esitettyjä keinoja säteilyaltistuksen optimoinnissa. Yleisesti tutkimuksissa huomattiin pienemmän putkijännitteen käytön laskevan samalla myös putkivirtaa, joka on suoraan verrannollinen saatuun säteilyaltistukseen, kuten myös muissa aikaisemmissa lähteissä on todettu. Tutkimuksissa hyödynnetty EKG-tahdistuksen muuttaminen putkivirtaan laski myös säteilyaltistusta huomattavasti tavalliseen tutkimusprotokollaan verrattuna.

Potilaan koon ja sydämen sykkeen todettiin vaikuttavan merkittävästi säteilyaltistukseen tutkimuksissa. Yleisesti potilaan koon vaikutuksen näkee kuvasta laadusta heti kuvan ollessa laadultaan huono ja rakeinen, sekä diagnoosin kannalta riittämätön. Potilaan paino vaikuttaa myös säteilyaltistukseen, sillä suurempi koko vaatii aina suuremmat kuvausarvot, mikä puolestaan kasvattaa potilaalle aiheutuvaa säteilyaltistusta. Sydämen syke vaikuttaa myös potilaan säteilyaltistukseen ja saatuun kuvanlaatuun ja diagnostisuuteen.

Mielestäni tutkimusten tulokset tukivat hyvin toistensa havaintoja ja niistä saatuja johtopäätöksiä. Jokaisessa tutkimuksessa tulokset perustuivat hyvin samankaltaisiin menetelmiin ja niissä yhdisteltiin eri menetelmiä tehokkaasti potilaiden parhaaksi. Tutkimukset osoittavat mielestäni sen, kuinka pienet asiat, kuten esim. yhden kuvausarvon muuttaminen vaikuttaa suuresti potilaan saamaan lopulliseen säteilyaltistukseen.

8.2 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksen luotettavuutta ja toistettavuutta tarkastellaan useasti validiteetin eli luotettavuuden ja reabiliteetin eli toistettavuuden avulla (Tuomi & Sarajärvi 2009, 136). Omassa työssäni pidän tutkimuksen toistettavuutta melko hyvänä, joskaan en täydellisenä. Toistettavuus voi tulla kärsimään siitä, että karsin valitut tutkimusartikkelit 52 hakutuloksen joukosta otsikoiden ja abstraktien perusteella. Tämän karsinnan tein asettamieni tutkimuskysymyksien avulla. Tutkimuksen luotettavuutta mitataan myös

sillä, onko tutkija pyrkinyt ymmärtämään tai johtamaan harhaan lukijoita puolueellisuudellaan (Tuomi & Sarajärvi 2009, 135–136). Omassa työssäni pyrin puolueettomuuteen parhaani mukaan. Harhaanjohtamista tai väärinymmärrystä tutkimuksessa on voinut aiheuttaa kieli, sillä tutkimusartikkeleiden ollessa englannin kielellä, jouduin opettelemaan todella paljon uutta ja ennestään tuntematonta sanastoa. Jos ymmärsin tai käänsin jonkun asian artikkeleissa väärin, ja toin asian vääristyneenä esille analysoidessa ja tarkastellessa tuloksia, en tehnyt sitä tarkoituksen mukaisesti. Näin ollen pyrin koko työn ajan pitämään yllä luotettavuutta käännosten suhteen.

Koska katsauksessa käytetään hyväksi tarkasti rajattuja hakusanoja, rajataan tarkasti ajallisesti ja analysoidaan tarkasti muotoillun kysymysten avulla, voidaan tutkimusta pitää luotettavana (Johansson 2007, 4; Stolt & Routasalo 2007, 58). Tutkimuksen luotettavuus on voinut kuitenkin kärsiä siitä, ettei kaikkia haluttuja ja olennaisia artikkeleita ole löytynyt, vaikka hakulauseke on laadittu hyvin. Tämä on voinut johtua keskeisen asiasanan puutteesta (Autti-Rämö & Grahn 2006, 51). Katsauksen teossa valittujen tutkimusten laatu tulisi ottaa huomioon, mikä lisää niiden luotettavuutta. (Stolt & Routasalo 2007, 62).

Omassa työssäni käytin hyväksi tarkkoja hakusanoja ja tarvittaessa tein lisähakuja, jotta sain ylimääräiset hakutulokset karsittua pois. Näin tutkimuksen luotettavuus siltä osin lisääntyi, tosin olen voinut jättää huomioimatta työhöni sopivia artikkeleita tarvittun asiasanan puuttuessa tai arvioidessa otsikoita ja abstrakteja väärin. Työhön hyväksytyjen tutkimusten luotettavuuteen kiinnitin huomiota niitä lukiessa ja pidän niitä luotettavina, sillä kaikki tutkimukset tukivat muita tutkimuksia tuloksissaan ja niiden pohdinnoissa viitattiin muihin samankaltaisiin tutkimuksiin.

Tutkimuseettisissä säännöissä ja sopimuksissa painotetaan suuresti sitä, millaisia keinoja tutkija saa tutkimuksessaan käyttää. Tämän lisäksi jo pelkän tutkimusaiheen valinta on eräänlainen eettinen kysymys tutkijalta, sillä se määrittelee miksi tutkimusta ylipäänsä tehdään ja kenen ehdoilla. (Tuomi, Sarajärvi 2009, 126–129.) Suomessa tutkimuksen menetelmän arviointi kliinisessä toteutuksessa vaatii erillisen eettisen toimikunnan arvioinnin, jotta sitä voidaan lähteä toteuttamaan (Halila & Autti-Rämö 2007, 124).

Valitsemani tutkimukset olivat mielestäni eettisesti oikein toteutettuja, sillä kaikki tutkimukset olivat hyväksytyt paikallisessa lautakunnassa, eettisessä toimikunnassa, sairaalan tutkimuskomiteassa tai useassa edellä mainitussa toimielimessä. Jokainen

tutkimus sai tutkimuksessa käytettäviltä potilailta kirjallisen suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta ja kuvausinformaation hyödyntämisestä osana tutkimusta. Ne potilaat, jotka eivät suostuneet allekirjoittamaan sopimusta, suljettiin tutkimuksesta ulkopuolelle. Mielestäni tutkimuksen eettisyyttä korosti myös se, että siinä haluttiin löytää ne menetelmät ja keinot, joilla säteilyaltistusta saataisiin kyseisessä tutkimuksessa optimoitua. Katetriangiografiaan verrattuna sepelvaltimoiden tutkiminen TT:n avulla johtaa huomattavaan annossäästöön, joten myös tämän takia protokollien vaikutuksen tutkiminen säteilyaltistukseen on eettisesti mielestäni oikeutettu. Oma työni oli mielestäni eettisesti toteutettu, sillä tein ohjaussopimuksen ja tekijänoikeussopimuksen koulun kanssa, sekä sain tutkimusluvan koululta. Nämä sopimukset on hyväksytty ja allekirjoitettu niin ohjaavan opettajan kuin koulutuspäällikön toimesta.

8.3 Oma oppiminen ja jatkotutkimusehdotukset

Aloittaessani tekemään kirjallisuuskatsausta jouduin perehtymään ensin alan kirjallisuuteen, jotta saisin jonkinlaisen käsityksen kirjallisuuskatsauksesta yleensä ja varsinkin sen tekemisestä. Tämä oli ensimmäinen kerta, kun sovelsin kyseistä menetelmää osana omaa työtäni. Työn aloitusvaiheessa aihe oli vielä hiematon ja se muotoutui lopulliseen muotoonsa vasta myöhemmässä vaiheessa, kun sain tehtyä tiedonhaut ja kerättyä aineiston. Erilaiset tietokannat ja niiden erilaiset hakustrategiat tulivat tutuiksi ja opin käyttämään, sekä arvioimaan niitä kriittisesti. Tietokannoista löytämäni tutkimusartikkelit olivat englanninkielisiä ja jouduin paneutumaan sekä käyttämään runsaasti aikaa niiden suomentamiseen ja ymmärtämiseen. Näin työmääräni työhön ja sen kuormittavuus kasvoi merkittävästi. Artikkeleiden lukeminen kuitenkin auttoi minua laajentamaan omaa ammattisanastoani, sillä kyseistä sanastoa ei ole tullut esille missään yhteydessä näin laajassa ja merkityksellisessä muodossa. Kääntäminen auttoi myös paljon ammatillisessa mielessä, sillä jatkuvasti kehittyvä alamme uusien tietojen löytäminen juuri englanninkielellä julkaistuista artikkeleista.

Opinnäytetyössä tutkimuksien pohjalta tehtyä taulukkoa voi hyödyntää opetuksessa esimerkkinä vaihtelevista keinoista säteilyaltistuksen optimoinnissa kyseisessä tutkimuksessa. Taulukosta koen eniten olevan hyötyä silloin, kun kiinnostus TT-tutkimuksia kohtaan on suuri ja aiheeseen riittää mielenkiintoa perehtyä tarkemmin. Tärkeintä taulukosta on huomata, kuinka pienet asiat vähentävät esim. putkijännitteen vähentäminen ja EKG-tahdistuksen käyttö vähentävät säteilyaltistusta merkittävästi.

Kehitettävää toiminnassani löysin seuraavaa kertaa ajatellen paljonkin. Rajaisin ensi kerralla työni jo heti alussa tarkemmin käsittämään pienemmän kokonaisuuden ja tekisin tiedonhaun vasta sitten, sillä nyt tein tiedonhakua monessa eri vaiheessa ja rajasin työtäni sitä mukaa, mitä löysin tietoa. Tämä osakseen haittaa tiedonhaun toistettavuutta tämä tutkimuksen osalta. Käyttäisin seuraavalla kerralla enemmän aikaa myös kotimaisten tutkimusten löytämiseen, sillä nyt kaikki tutkimukset olivat ulkomalaisia ja olivat kielellisesti välillä ongelmallisia käännettäviksi. Näin kotimainen tutkimus tukisi ulkomaisia tutkimuksia ja auttaisi käännoistyössä.

Opinnäytetyön työstäminen oli ajoittain hyvin hankalaa ja raskasta. Työmäärä helpotui eniten silloin, kun sain rajattu aiheen käsittämään pelkästään sepelvaltimoiden TT-angiografiaa ja poistamalla kaiken ulkopuolisen suomennettavan aineiston. Koen työn tekemisen olleen kuitenkin itselleni todella opettava ja antoisa kokemus, ja koska se oli hyvin käytännön läheinen, koen saaneeni sen tekemisestä paljon apua ja ymmärrystä omaa ammatillista kehittymistäni ajatellen.

Sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimuksen aikana saatavaa säteilyaltistusta ja kuvanlaadun suhdetta on tutkittu viime vuosien aikana paljon ja siitä on julkaistu monia eri tutkimuksia. Koska laitteet kehittyvät huimaa vauhtia ja laitevalmistajat kehittelevät jatkuvasti uusia matala-annos ohjelmia laitteisiinsa, olisi näiden uusien ohjelmien tutkiminen ja testaaminen hyvä jatkotutkimusten aihe. Lisäksi koska tutkimuksissa on käytetty hyvinkin tarkkoja kriteereitä potilaiden poissulkemisessa esim. ylipainon suhteen, olisi hyvä tutkia myös näiden potilaiden saamaa säteilyaltistusta, sillä nykyisin hyvin moni potilas on ylipainoinen ja näin ollen saavat normaalikokoiseen verrattuna huomattavasti suuremman annoksen.

LÄHTEET

Ala-Kurikka, J & Noponen, K. 2003. Monileiketietokonetomografia. Oulun Yliopisto, 4. Lainattu 2.11.2011.

http://www.medicine oulu.fi/ltek/arkisto/16_Monileiketietokonetomografia.pdf

Alkadhi, H., Stolzmann, P., Desbiolles, L., Baumueller, S., Goetti, R., Plass, A., Scheffel, H., Feuchtner, G., Falk, V., Marincek, B. & Leschka, S. 2010. Low-dose, 128-slice, dual-source CT coronary angiography: accuracy and radiation dose of the high-pitch and the step-and-shoot mode. *Heart* 2010;96, 933–938.

Autti-Rämö, I & Grahn, R. 2007. Kirjallisuushaku. Teoksessa Mäkelä, M., Kaila, M., Lampe, K. & Teikari, M. (toim.) Menetelmien arviointi terveydenhuollossa. Helsinki, Duodecim, 47–61.

Bischoff, B., Hein, F., Meyer, T., Krebs, M., Hadamitzky, M., Martinoff, S., Schömig, A. Hausleiter, J. 2009. Comparison of Sequential and Helical Scanning for Radiation Dose and Image Quality: Results of the Prospective Multicenter Study on Radiation Dose Estimates of Cardiac CT Angiography (PROTECTION) I Study. *AJR* 2010; 194, 1495–1499

Blanke, P., Bulla, S., Baumann, T., Siepe, M., Winterer, J.T., Euringer W., Schäfer, A-O., Kotter, E., Langer, M. & Pache, G. 2010. Thoracic Aorta: Prospective Electrocardiographically Triggered CT Angiography with Dual-Source CT—Feasibility, Image Quality, and Dose Reduction. *Radiology* 2010; 255, 207–217.

Halila, R & Autti-Rämö, I. 2007 Eettiset, sosiaaliset ja juridiset näkökulmat. Teoksessa Mäkelä, M., Kaila, M., Lampe, K. & Teikari, M. (toim.) Menetelmien arviointi terveydenhuollossa. Helsinki, Duodecim, 116–125.

Hausleiter, J., Martinoff, S., Hadamitzky, M., Martuscelli, E., I. Pschierer, I., Feuchtner, G.M., Catala´n-Sanz, P., Czermak, B., Meyer, T.S., Hein, F., Bischoff, B., Kuse, M., Schömig, A. & Achenbach, S. 2010. Image Quality and Radiation Exposure with a Low Tube Voltage Protocol for Coronary CT Angiography. *Cardiovascularimaging* 2010; 3, 1113-1123.

Hänninen, H, Kivistö, S & Suvanne, M. 2010. Sepelvaltimoiden kajoamaton kuvantaminen tietokonetomografialla: kenelle, milloin ja miksi. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*. 2010;126, 847–849.

Jauhiainen, T. 1999. Sydämen ei-angiologiset tutkimusmenetelmät. Suomen radiologiyhdistys. Viitattu 24.11.2011. <http://www.sry.fi/index.php?79>

Jauhiainen, J. 2003/2007. Röntgenkuvaus, digitaalinen kuvaus ja tietokonetomografia. Lainattu 2.11.2011. 37–44.

<http://www.oamk.fi/~jjauhai/opetus/mittalaitteet/mittalaitteet07-v1.1.pdf>

Johansson, K. 2007. Kirjallisuuskatsaukset-huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M & Ääri, M. (toim.) *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen*. Turun Yliopisto: Turku, 3-5.

Jurvelin, J. 2005. Radiologiset kuvantamismenetelmät. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) *Radiologia*. WSOY: Helsinki, 13, 32–36, 39–40.

Järvinen, H. 2005. Säteilysuojelun yleiset periaatteet ja säteilysuojelusäännöstön vaatimukset. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) *Radiologia*. WSOY: Helsinki, 82–84.

Kortesniemi, M. 2005. TT-kuvausten putkivirran automaattinen modulointi säteilyn käytön optimoinnin työkaluna. *Radiografia* 05/2, 10–13.

Kortesniemi, M. 2006a. Säteilyannos ja sen optimointi monileike-TT:ssä. Lainattu 2.11.2011.

<http://physicomedicae.fi/julkaisut/muut-julkaisut/83-tt-annokset-ja-optimointi.html>

Kortesniemi, M. 2006b. Vismutti suojaa TT-tutkimuksissa. *Radiografia* 06/1, 10-12.

Lauerma, K. 2005. Sydän ja verisuonet. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) *Radiologia*. WSOY: Helsinki, 179–138.

Leino-Kilpi, H. 2007. Kirjallisuuskatsaus-tärkeää tiedon siirtoa. Teoksessa Johans-

son, K., Axelin, A., Stolt, M & Ääri, M. (toim.) *Systeemillinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen*. Turun Yliopisto:Turku, 2.

Leipsic, J., LaBounty, T., Heilbron, B., K. Min, J.K., Mancini, G., Lin, F., Taylor, C., Dunning, A. & Earls, J. 2010a. Estimated Radiation Dose Reduction Using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction in Coronary CT Angiography: The ERASIR Study. *AJR* 2010; 195, 655–660.

Leipsic, J., LaBounty, T., Heilbron, B., Mancini, G., Lin, F., Taylor, C., Dunning, A. & Earls, J. 2010b. A Prospective Randomized Controlled trial to Assess the Diagnostic Performance of Reduced Tube Voltage for Coronary CT Angiography. *AJR* 2011; 196, 801–806.

Mustajoki, P. 2010. Valtimotauti (ateroskleroosi). Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 21.11.2011. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00095

Mustajoki, P. 2011. Sepelvaltimotauti. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 21.11.2011. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00077&p_haku=sydän

Mustonen, R & Salo, A. 2002. Säteily ja solu. Teoksessa Paile, W (toim.) *Säteilyn terveysvaikutukset*. STUK:Helsinki, 28–41. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja4/_files/12222632510021056/default/kirja4_luku2.pdf.

Paile, W. 2002. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Teoksessa Paile, W (toim.) *Säteilyn terveysvaikutukset*. STUK:Helsinki 45–46. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja4/_files/12222632510021057/default/kirja4_03.pdf

Paile, W. 2005. Säteilyn biologiset vaikutukset. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) *Radiologia*. WSOY: Helsinki, 78–82.

Paile, W., Mustonen, M., Saiomaa, S. & Voutilainen, A. 1996. Säteily ja elollinen kohde. Teoksessa *Säteily & terveys*. Säteilyturvakeskus. Helsinki, 20.

Pflederer, T., Jakstat, J., Marwan, M., Schepis, T., Bachmann, S., Kuettner, A., Anders, K., Lell, M., Muschiol, G., Ropers, D., Daniel, W. G. & Achenbach, S. 2010. Radiation exposure and image quality in staged low-dose protocols for coronary dual-source CT angiography: a randomized comparison. *Eur Radiol* 2010; 20, 1197–1206.

Raff, G., Chinnaiyan, K., Share, D., Goraya, T., Kazerooni, E., Moscucci, M., Gentry, R. & Abidov, A. 2009. Radiation Dose From Cardiac Computed Tomography Before and After Implementation of Radiation Dose–Reduction Techniques. *JAMA* 2009; 301, 2340–2348.

Rogalla, P., Blobel, J., Kandel, S., Meyer, H., Mews, J., Kloeters, C., Kashani, H., Lembcke, A. & Paul, N. 2010. Radiation dose optimisation in dynamic volume CT of the heart: tube current adaptation based on anterior–posterior chest diameter. *Int J Cardiovasc Imaging* 2010; 26, 933–940.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. 10.5.2000. Lainattu 2.11.2011. <http://www.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/20000423>

Suomen Röntgenhoitajaliitto. 2006. Lainsäädännöstä. Säteilyturvallisuus kliinisessä radiografiassa Teoksessa: Henkilökunnan ja potilaan säteilynsuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä. Suomen Röntgenhoitajaliitto, 6- 8.

ST-ohje 1.6. 2009. Säteilyturvallisuus työpaikalla. Lainattu 2.11.2011. <http://www.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST1-6>

ST-ohje 7.1. 2007 Säteilyaltistuksen seuranta. Lainattu 2.11.2011. http://www.finlex.fi/data/normit/2745-7_1.pdf

ST-ohje 7.4. 2008. Säteilyannosten rekisteröinti. Lainattu 2.11.2011. http://physics oulu.fi/fysiikka/oj/761117P/2007_syksy/ST7-4.pdf

ST-ohje 7.5. 2007. Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu. Lainattu 2.11.2011. http://www.finlex.fi/data/normit/3475-7_5.pdf

ST-ohje 1.10. 2011. Säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelu. Lainattu 2.11.2011. <http://www.finlex.fi/data/normit/37457-ST1-10.pdf>

- Stolt, M. & Routasalo, P.** 2007. Tutkimusartikkelin valinta ja käsittely. Teoksessa Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M & Ääri, M. (toim.) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun Yliopisto:Turku, 58–70.
- STUK.** 2005. Ionisoimaton säteily ja ihminen. Viitattu 4.11.2011.
http://www.stuk.fi/julkaisut/katsaukset/pdf/ionisoimaton_sateily.pdf
- STUK.** 2007. Tilat ja rakenteellinen suojaus. Päivitetty 1.10.2007. Lainattu 2.11.2011.
http://www.stuk.fi/proinfo/vaatimukset_kaytolle/fi_FI/tilat/
- STUK.** 2008. Strategia. päivitetty 27.11.2008.
http://www.stuk.fi/stuk/strategia/fi_FI/strategia2007/
- STUK.** 2009. Säteilysuojelun periaatteet. Päivitetty 27.4.2009. Lainattu 2.11.2011.
http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/fi_FI/suojelu/
- STUK.** 2010. Ionisoiva säteily. Päivitetty 16.9.2010. Lainattu 2.11.2011.
http://www.stuk.fi/sateilytietoa/mitaonsateily/fi_FI/ionisoiva/
- STUK.** 2011a. STUK palveluksessasi. Päivitetty 9.3.2011. Lainattu 2.11.2011.
http://www.stuk.fi/stuk/fi_FI/palveluksessasi/
- STUK.** 2011b. ST-ohjeet. Päivitetty 5.7.2011. Lainattu 2.11.2011.
http://www.stuk.fi/proinfo/saannosto/fi_FI/st_ohjeet/
- STUK.** 2011c. Sanasto. Päivitetty 20.1.2011.
http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sanasto/fi_FI/sanasto2/
- STUK.** 2011d. Säteilyn käyttö terveydenhuollossa. Viitattu 4.11.2011.
http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/terveydenhuolto/fi_FI/index/
- Säteilyasetus.** 20.12.1991. Lainattu 2.11.2011.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19911512>
- Säteilylaki.** 1991. Lainattu 2.11.2011.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>

Tapiovaara, M., Pukkila, O & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa Salomaa, S., Pukkila, O., Ikäheimonen, T., Pöllänen, R., Weltner, A., Paile, W., Sandberg, J., Nyberg, H., Marttila, O., Lehtinen, J & Karvinen, H. (toim.) Säteilyn käyttö. Säteilyturvakeskus: Hämeenlinna, 15,18, 32, 44–47 ,71–72.

Tenkanen-Rautakoski, P. 2010. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2008. Helsinki:Säteilyturvakeskus. Lainattu 2.11.2011.
http://stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/b_sarja/fi_FI/stuk-b121/_files/83742168008229275/default/stuk-b121.pdf

Tuomi, J & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Kustannusosakeyhtiö Tammi, 103–104, 123–124, 125–133, 134–149.

TIEDONHAKU 25.8.2011

| TIETOKANTA | HAKUSANAT (MeSH-TERMIT) | RAJAUS | OTSIKOT | ANALYSOITAVAT ARTIKKELIT OTSIKOIHIN PERUSTUEN |
|--------------------|--|--|---------|---|
| Medic | tomography, x-ray computed and radiation* | -vuodet 2005-2011 | 17 | 3 |
| Pubmed | tomography, x-ray computed and radiation | -vuodet 2007-2011 -meta-analysis, trial, randomized controlled trial -english -all adults 19+ | 256 | Lisähaku jatkona, liian laaja aineisto |
| Pubmed Lisähaku | tomography, x-ray computed and radiation, dosage | -vuodet 2007-2011 -meta-analysis, trial, randomized controlled trial -english -all adults 19+ | 132 | Lisähaku, liian laaja aineisto |
| Pubmed Lisähaku | tomography, x-ray computed and radiation, dosage, not child, not cancer, Coronary Artery Disease/radiography | 2007-5/2011 -meta-analysis, trial, randomized controlled trial -english -all adults 19+ | 52 | 11 hyväksyttyä otsikoiden perusteella, joista 8 artikkelia löysin |

TUTKIMUSTEN TULOKSET

| Tutkimuksen tekijät ja vuosi ja paikka | Tutkimus | Tutkimuksen tarkoitus | Aineisto | Keskeiset tulokset |
|---|--|--|--|--|
| J. Hausleiter, S. Martinoff, M. Hadamitzky, E. Martuscelli, I. Pschierer, G. M. Feuchtner, P. Catala n-Sanz, B. Czermak, T. S. Meyer, F. Hein, B. Bischoff, M. Kuse, A. Schömig, S. Achenbach 2010 Saksa, Itävalta, Espanja | Image Quality and Radiation Exposure With a Low Tube Voltage Protocol for Coronary CT Angiography | Tarkoituksena oli arvioida sädeannoksen ja kuvanlaadun suhdetta käyttäen 100KvP-protokollaa ja 120KvP-protokollaa koronaari CTA-tutkimuksissa | N=400 202 tutkittavalle käytettiin 100 KvP-protokollaa 198 tutkittavaa käytettiin 120 KvP-protokollaa | Obeesittomilla potilailla käytettäessä 100 KvP-protokollaa sepelvaltimoiden CTA-tutkimuksissa, vähentyi säteilyaltistus 31 % kuvanlaadun kärsimättä |
| P. Rogalla, J. Blobel, S. Kandel, H. Meyer, J. Mews, C. Kloeters, H. Khashani, A. Lembecke, N. Paul 2010 Kanada, Saksa | Radiation dose optimisation in dynamic volume CT of the heart: tube current adaptation based on anterior-posterior chest diameter | Työn tarkoituksena oli vertailla putkivirran ja painoindeksin mukauttamista sekä rintakehän APD:n (anteriorposterior) ja putkivirran mukauttamista sädeannokseen. | N=40, 11 naista ja 29 miestä Kaikilla potilailla käytettiin samanlaisia kuvauslaitteita ja kuvausparametrejä. Ryhmä 1: 20 potilaalla käytettiin tutkimuksessa hyväksi painoindeksiä ja manuaalista putkivirran mukauttamista: 6 potilaista kuvattiin käyttäen 440 mA:a, 9 käyttäen 510 mA:a ja 5 käyttäen 510 mA:a perustuen painoindeksiin Ryhmä 2: 20 potilaalla putkivirta mukauttaminen rintakehän paksuus, ATP (anteriorposterior) parametriä hyväksi käyttäen | Putkivirran mukauttaminen rintakehän paksuuden mukaan oli ylivoimaisesti parempi keino putkivirran manuaaliseen mukauttamiseen mukauttamisen perustuen verrattuna ja rajoitti näin tarpeetonta säteilyä samalla saaden silti mahdollistaen diagnostisen kuvan erikokoisilla kuvattavilla |
| T. Pflederer J. Jakstat M. Marwan T. Schepis S. Bachmann A. Kuettner K. Anders M. Lell G. Muschiol D. Ropers W. G. Daniel S. Achenbach 2010 Saksa | Radiation exposure and image quality in staged low-dose protocols for coronary dual-source CT angiography: a randomized comparison | Tarkoituksena on arvioida matalaannos protokollaa koronaari CTA:ssa ja käyttää tarvittaessa standardi protokollaa, jos kuvat eivät ole luotettavat diagnoosin tekemiseen | N=390, josta tutkimukseen hyväksyttiin 176 Potilaat jaettiin kolmeen ryhmään ryhmä 1: EKG ja kuvausarvot 100 kV, 330 mAs ryhmä 2: EKG, 100 kV, 330 mAs ja MinDose ryhmä 3: Standardi spiraali CTA 120 kV, 400 mAs | Monia tehokkaita tapoja alentaa säteilyaltistusta. Tutkimuksessa menetelmän 1 käyttäminen verrattuna menetelmään 3 vähensi säteilyannosta 89 % . Menetelmässä 1 on kuitenkin huonompi kuvanlaatu verrattuna menetelmään 2 ja enemmän ei-diagnostisia kuvia. |
| G. Raff, K. Chinnaiyan, D. Share, T. Goraya, E. Kazerooni, | Radiation Dose From Cardiac Computed Tomography Before and After Im- | Tarkoituksena on selvittää matalaannos ohjelman yhteyttä vähentyneeseen säteilyan- | N=4862 Tutkimuksessa kaikilla potilailla käytettiin hyväksi skannausalueen pitäminen mahdol- | Tutkimus soitti, että saatavilla olevien säteilyaltistuksen optimointi keinojen johdonmukaiseen |

| | | | | |
|--|--|---|---|--|
| M. Moscucci, R. Gentry, A. Abidov 2009 Yhdysvallat | plementation of Radiation Dose- Reduction Tech- niques | nokseen koronaari CTA-tutkimuksissa ja sen vaikutus kuvanlaatuun | lisimman pienenä, sydämen sykkeen hidastaminen halutulle tasolle, EKG-tahdistuksen käyttö ja putkivirran vähentä- minen sopivilla potilailla. | soveltamiseen liittyi selvä sädeannoksen väheneminen ilman kuvan laadun huononemista |
| B. Bischoff, F. Hein, T. Meyer, M. Krebs, M.Hadamitzky, S. Martinoff, A.Schömig, J. Hausleiter 2009 Saksa | Comparison of Sequential and Helical Scanning for Radiation Dose and Image Quality: Results of the Prospective Multicenter Study on Radiation Dose Estimates of Cardiac CT An- giography (PROTECTION) I Study | Tarkoituksena oli selvittää EKG- trigattuna tehdyn tutkimuksen vaiku- tusta kuvan laatuun ja sädeannoksen vaikutukseen | N=685 tutkimuksessa 99 tutkimusta tehtiin EKG- trigattuna ja 586 EKG-gated | Ekg-tahdistettu tutkimus vähentää huomattavasti sätei- lyannosta kuvanlaa- tua huonontamatta, verrattane standar- dina tehtyyn tutki- mukseen potilailla joilla on tasainen ja alhainen syke. |
| J. Leipsic, T. LaBounty, B. Heilbron, J. K. Min, G. Mancini, F.Lin, C. Taylor, A. Dunning J. Earls 2010 Kanada, Yhdys- vallat | Estimated Radia- tion Dose Reduction Using Adaptive Statistical Iterative Reconstruction in Coronary CT Angiography: The ERASIR Study | Tutkimuksen tar- koituksena oli tut- kia kuinka GE- laitteessa oleva ASIR-ohjelma (Adaptive Statisti- cal) Iterative Recon- struction) vaikuttaa sädeannokseen | N=574 331 potilaalla käytettiin FBP- ohjelmaa (filtered back projec- tion) 243 potilaalla käytettiin ASIR-ohjelmaa | ASIR-ohjelma edustama uusi tek- niikka, joka mah- dollistaa putkivirran vähentämisen ja sädeannoksen ma- daltamisen verrat- tuna FBP- ohjelmaan |
| J. Leipsic, T. LaBounty, G. Mancini B. Heilbron, C.Taylor, M.Johnson, C. Hague, J. Earls, A. Ajlan, J.. Min, 2010 Yhdysvallat, Kanada | A Prospective Ran- domized Controlled Trial to Assess the Diagnostic Performance of Reduced Tube Voltage for Coronary CT Angi- ography | Tutkimuksen tar- koituksena oli sel- vittää putkijännit- teen vähentämisen vaikutusta diagnos- tiseen kuvaan | N=50 potilaat jaettiin sattumanvarai- sesti kahteen ryhmää: 24 potilaalla putkijännitettä vähennettiin joko 80 tai 100 KvP:hen 26 potilaalla käytettiin stan- dardikaavaa 100–120 KvP:tä | Putkijännitteen alentaminen aiheut- taa potilaalle pie- nemmän efektiivisen annoksen, mutta kuva on silti dia- gnostinen |
| H. Alkadhi, P. Stolzmann, L. Desbiolles, S.Baum Mueller, R. Goetti, A. Plass, H. Scheffel, G. Feuchtner, V Falk, B. Marincek, S. Leschka 2010 Sveitsi | Low-dose, 128- slice, dual-source CT coronary angiography: accu- racy and radiation dose of the high-pitch and the step-and-shoot mode | Tutkimuksen tar- koituksena on ver- tailla kahta matala- annos ohjelmaa ja sädeannosta verrat- tuna katetri angio- grafiaan | N=100, kuvausarvoina käytet- tiin 100Kv ja 320 mA 50 potilaalla käytettiin hyväksi EKG-gated tutkimusta ja Step- and-shoot mode 50 potilaalla käytettiin EKG- gated ohjelmaa käyttäen suur- ta pitch-arvoa | Molemmat mene- telmät tarjoavat hyvän tarkkuuden stenoosien eli ahta- umien toteami- seen sepelvalti- moissa. Suuren pitch-arvon todettiin kuitenkin vähentävän mer- kittävästi sädean- nosta. |

