

Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Katri Haverinen ja Anne-Mari Jaatinen

Annoskeräyssovelluksen hyödyt tietokone- tomografiatutkimuksissa

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja AMK

Radiografia ja sädehoito

Opinnäytetyö

18.4.2019

Tekijä(t) Otsikko	Katri Haverinen ja Anne-Mari Jaatinen Annoskeräyssovelluksen hyödyt tietokonetomografiatutkimuksissa
Sivumäärä Aika	27 sivua+ 1 liite 18.4.2019
Tutkinto	Röntgenhoitaja AMK
Tutkinto-ohjelma	Radiografia ja sädehoito
Suuntautumisvaihtoehto	Radiografia ja sädehoito
Ohjaaja(t)	Lehtori Sanna Törnroos Lehtori Heidi Varonen
<p>Tietokonetomografiatutkimusten määrä on kasvanut viimeisten 30 vuoden aikana huomasti. Vuonna 2015 Suomessa tehtiin 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta, joista noin 11% oli tietokonetomografiatutkimuksia. Säteilyannokset ovat selvästi suurempia, kuin esimerkiksi natiiviröntgenkuvissa. Euratom määrittelee, että vuoden 2018 loppuun mennessä tulee kaikkia tietokonetomografiatutkimusten potilasannoksia pystyä analysoimaan. Opinnäytetyössämme selvitämme annoskeräyssovelluksen käytön hyötyjä annosten analysoinnissa. Tavoitteena oli tuottaa tietoa annoskeräyssovelluksen hyödyistä keskittyen tutkimuskysymykseen: Mitä hyötyä annoskeräyssovelluksista tietokonetomografiatutkimuksissa on?</p> <p>Toteutimme opinnäytetyömme kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, jonka analyysin lähteaineiston saimme vertaisarvioituista tutkimusartikkeleista. Aineiston haku toteutettiin käyttämällä PubMed, Ovid Medline ja Cochrane-tietokantoja. Haku toteutettiin tarkoin mietityillä hakusanoilla, kieliksi valitsimme englannin ja suomen sekä rajasimme haun vuosiin 2015-2019. Aineistoomme valikoitui seitsemän kansainvälistä tutkimusta sisäänotto- ja poissulkukriteerein. Analysoimme aineistomme sisällönanalyysia mukaillen.</p> <p>Annoskeräyssovelluksen käytöllä koettiin olevan paljon hyötyä, etenkin potilaiden sädeannoksen pienentämisessä sekä annosten seurannassa pitkällä aikavälillä. Tutkimusten yhteinen tekijä ja tavoite oli saada TT-tutkimusten annokset mahdollisimman pieniksi säilyttäen kuitenkin riittävä diagnosoitavissa oleva kuvanlaatu. Tutkimuksissa haluttiin tuoda esille myös nykyisin käytössä olevia työkaluja annoshallintaan.</p> <p>Opinnäytetyömme on suunnattu tietokonetomografian perusteet ymmärtävälle radiografia-alan ammattilaiselle tai opiskelijoille. Ajatuksena on myös herättää keskustelua radiografian ammattilaisten keskuudessa annosten analysoinnin tärkeydestä osana potilaiden säteilyturvallisuutta ja annosoptimointia.</p>	
Avainsanat	annoskeräys, sovellus, hyöty, tietokonetomografia, potilas

Author(s) Title	Katri Haverinen, Anne-Mari Jaatinen Benefits of Dose Management Software in Computed Tomography Studies
Number of Pages Date	27 pages + 1 appendix 18 April 2019
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Radiography and Radiotherapy
Specialisation option	Radiography and Radiotherapy
Instructor(s)	Sanna Törnroos, Senior Lecturer Heidi Varonen, Senior Lecturer
<p>During the past 30 years, the amount of computed tomography examinations has increased. Year 2015, in Finland was carried out 3,9 million x-ray examinations and about 11% of them were computed tomography examinations (CT). The radiation doses are clearly higher in CT than native x-ray imaging. Euratom Directive defines, that radiological departments are obliged to register and record patient doses, and it is needed to ensure the transfer of this information to the report. In this thesis we inspected the benefits of dose management software at computed tomography. The aim was to produce information of dose management software and its benefits, focusing on the research question: What are the benefits of using the dose management software in computed tomography studies?</p> <p>This thesis was executed as a descriptive literature review. The theoretical source of data consisted of seven peer-reviewed, international, scientific articles. The reference material was obtained from databases: PubMed, Ovid Medline and Cochrane. The search was put into practice with well thought search terms, language was English or Finnish and years selected between 2015-2019. The results were analyzed via content analysis.</p> <p>The application of dose management software was experienced very useful; in reducing the radiation exposure of patients and tracking the doses in the long run. The common factor of the researches was to decrease the radiation dose of CT while maintaining adequate quality of images. The articles presented the modern tools of dose management.</p> <p>The thesis is aimed at radiography-professional or student who understands the basics of the computed tomography. The aim is also to attract attention to the importance of dose management among professionals.</p>	
Keywords	dose management, application, benefit, computed tomography, patient

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tietokonetomografia (TT) toimintaympäristönä	2
2.1	Annoskeräyssovelluksen määrittely	2
2.2	Tietokonetomografian annossuureet	3
2.3	Annosten vertailutasot	6
2.4	2013/59/Euratom ja uusi säteilylaki	7
2.5	Haastattelu annoskeräyssovelluksen käytöstä Oulun yliopistollisessa keskussairaalassa	8
3	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja kohderyhmä	9
4	Opinnäytetyön toteutus kirjallisuuskatsauksena	9
4.1	Aineiston keruu	10
4.2	Aineiston analysointi	13
4.3	Analyysiin valitut artikkelit	14
5	Tulokset	15
5.1	Käyttöönottoon vaikuttaneet syyt	16
5.2	Käytöstä muodostuneet kokemukset ja hyödyt	17
5.3	Jatkotoimenpiteet ja tulevaisuuden suunnitelmat	19
6	Pohdinta	20
6.1	Johtopäätökset	21
6.2	Työn eettisyys ja luotettavuus	22
6.3	Jatkotyöskentely tai tutkimusehdotuksia	23
6.4	Oma ammatillinen kehittyminen	23
	Lähteet	25
	Liitteet	
	Liite 1. Aineiston analyysikehys	

1 Johdanto

Suomessa tehtiin vuonna 2015 noin 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta ja näistä noin 11% oli tietokonetomografiatutkimuksia. Määrä on kasvanut 35% vuodesta 2011. Yleisimpiä tutkimuksia olivat pään TT, vartalon laaja TT ja vatsan laaja TT. (Suutari 2016). Nämä alueet sisältävät paljon säteilyherkkiä elimiä, joten on tärkeitä huomioida potilaan säde-
rasitus.

Opinnäytetyömme tarkoituksena on selvittää annoskeräyssovellusten hyödyt tietokonetomografiatutkimuksissa. Aihe on mielenkiintoinen ja erittäin tärkeä, sillä röntgenhoitajalla on velvollisuus optimoida viimekädessä potilaan annos jo ennalta määritettyjen annosrajojen mukaisesti. (Salminen 2015). Annoskeräyssovellusten käytön ja tulosten ymmärtäminen sekä annosten seuraaminen on oleellinen osa potilaiden säteilyannosten optimointia ja säteilyturvallisuutta. TT-tutkimusten potilasannoksia pyritään pienentämään, ja suuren tutkimus määrän takia on tärkeää, että annoksia mitataan, seurataan ja analysoidaan erilaisin tavoin. Nykyisin on tarjolla esimerkiksi automaattisia annosseurantajärjestelmiä, jotka liitetään radiologiseen kuvauslaitteeseen. Näiden ohjelmistojen lähtökohtana on kuvatiedot, joihin on tallennettuna tutkimuksen annostiedot, kaikki kuvausparametrit ja potilastiedot. Jotta näitä tietoja voitaisiin hyödyntää, tarvitaan järjestelmä, joka poimii tarvittavat tiedot kuvatiedoista tai annosraporteista.

Opinnäytetyömme menetelmä on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jossa tutkitun tiedon perusteella selvitämme mitä hyötyä annoskeräyssovelluksista on. Tutkittua tietoa löytyy tällä hetkellä Keski-Euroopasta, missä annoskeräyssovelluksia on käytetty jo useamman vuoden ajan. Suomessa annoskeräyssovelluksia ei vielä laaja-alaisesti ole käytössä, mutta esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri käyttää alueensa sairaaloissa Radimetrics-sovellusta. Saadaksemme tietoa ja näkökulmaa sovellusten käytöstä Suomessa, haimme tutkimusluvan Oulun yliopistollisen sairaalaan ja haastattelimme sieltä erästä sairaalafysikkoa. Kirjallisuuskatsauksesta hieman poiketen, avaamme teoriaosuudessa annoskeräyssovelluksen käyttöä OYS:ssa ja siellä koettuja hyötyjä.

Opinnäytetyömme tavoite on kirjallisuuskatsauksen tulosten avulla laajentaa röntgenhoitajaopiskelijoiden ja muiden alalla työskentelevien tietoperustaa tietokonetomografian annoskeräysjärjestelmien hyödyistä TT-tutkimuksien säteilyannosten seuraamisessa ja analysoinnissa.

2 Tietokonetomografia (TT) toimintaympäristönä

TT-tutkimusten määrä on kasvanut huimaa vauhtia viimeisen 30 vuoden aikana. Suomessa tehtiin vuonna 2015 noin 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta ja näistä noin 11% oli tietokonetomografiatutkimuksia. Määrä on kasvanut 35% vuodesta 2011. Yleisimpiä tutkimuksia olivat pään TT, vartalon laaja TT ja vatsan laaja TT. Säteilyannokset tietokonetomografiatutkimuksissa ovat korkeammat kuin natiiviröntgentutkimuksissa. Pään TT-tutkimuksessa efektiivinen annos on 1,2 mSv, keuhkojen TT 4 mSv ja koko vartalon TT jopa 9 mSv. (Suutari 2016.) Annosten vertailutasot löytyvät osiosta 2.3 (taulukko 2). Esimerkiksi vartalon tietokonetomografiatutkimuksen alueella on paljon säteilyherkkiä elimiä ja siksi on erittäin tärkeätä, että annoksia analysoidaan potilasturvallisuutta ajatellen. Seuraavaksi käymme läpi opinnäytetyön kannalta keskeisimpiä käsitteitä. Tuomme teorian kautta esille annoskeräyssovelluksen tarkoitusta, säteilyannoksiin vaikuttavia tekijöitä ja niiden vertailutasoja.

2.1 Annoskeräyssovelluksen määrittely

Röntgensäteilyä käyttävien kuvauslaitteiden pitää ilmoittaa fysikaalinen annos siten, että potilaan tutkimuksessa saama annos voidaan tarvittaessa määrittää. Tietokonetomografialaitteissa säteilyaltistuksen mittaaminen perustuu fantomeissa säteilykeilan ominaisuuksien mittaamiseen. TT-laite ilmoittaa potilastutkimuksen annostietona mitatun painotetun annoksen ja pituuden tulon, DLP. Jos mitattava annos tunnetaan, pystytään potilaan efektiivisiä annoksia määrittämään matemaattisin keinoin. Efektiivinen annos kuvaa säteilyn aiheuttamaa biologista kokonaisriskiä. Radiologiset kuvat noudattavat DICOM-standardia, jolloin kuvatiedoissa on tallennettuna tutkimuksen annostiedot, kaikki kuvausparametrit ja potilastiedot. DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) on kansainvälinen standardi lääketieteellisten kuvantamistietojen lähettämiseen, tallentamiseen, hakuun, tulostamiseen, käsittelyyn ja näyttämiseen. (Dicom 2019; Ruohonen 2015.)

Nykyisin on tarjolla radiologisiin kuvauslaitteisiin liitettäviä automaattisia annosseuranta-järjestelmiä, jotka poimivat kiinnostavat tiedot DICOM-kuvatiedoista ja mahdollisista annosraporteista. Järjestelmän avulla näitä annostietoja voidaan käyttää analysointiin. Annoskeräyssovellukset keräävät, tallentavat ja laskevat annostietoja automaattisesti. Niiden avulla voidaan seurata potilaiden annoshistoriaa eri laitteilta ja tarkastaa tutkimuskohtaisesti kuvausparametrit ja annostiedot. Sovelluksen tarkoituksena on optimoida potilaiden säteilyannokset tietokonetomografiatutkimuksissa. (Ruohonen 2015.) Tämä

saadaan aikaan käyttämällä oikeanlaisia annoskeräyssovelluksia, jotka antavat tarkkoja ja yksityiskohtaisia tuloksia. Annoskeräyssovellusta voidaan käyttää auditoinnin apuna, jolloin voidaan arvioida, ovatko säteilyannokset nousu- vai laskusuuntaisia. Näihin tuloksiin voidaan reagoida oikealla tavalla. (Parakh – Korttesniemi – Schindera 2016.)

Annoskeräyssovellus toimii erilaisilla modaliteeteilla ja on riippumaton kuvauslaitteen merkistä ja mallista. Sitä voidaan käyttää vertailussa tutkimusten annostasojen kansallisiin standardeihin eli Suomessa STUK-vertailutasoon (STUK 2013.) Järjestelmät voidaan ohjelmoida lähettämään sähköpostihälytys ylittyneistä annosrajoista. Niiden avulla voidaan dokumentoida tuotettuja sädeannoksia, asettaa annosrajoja tutkimuksille, tarkastella tuottavuutta ja hallita tutkimusprotokollia. (Bayer 2019; Tromp Medical 2018.)

2.2 Tietokonetomografian annossuureet

Potilasannoksiin vaikuttavia parametrejä ovat jännite (kV), putkivirta (mA), leikepaksuus, leikeväli, ja suodatus. Annoskeräyssovelluksissa olevat parametrit ovat DLP, CTDI ja MSDA. Taulukossa 1 on listattu annossuureet, joita olemme käyttäneet tässä työssä.

Taulukko 1. Suomessa käytössä olevat annossuureet, ennen 31.12.2018 voimaan tulleita uusia kansainvälisesti käytössä olevia annossuureita. (Aarnio 2017; STUK 2004: 6,14.)

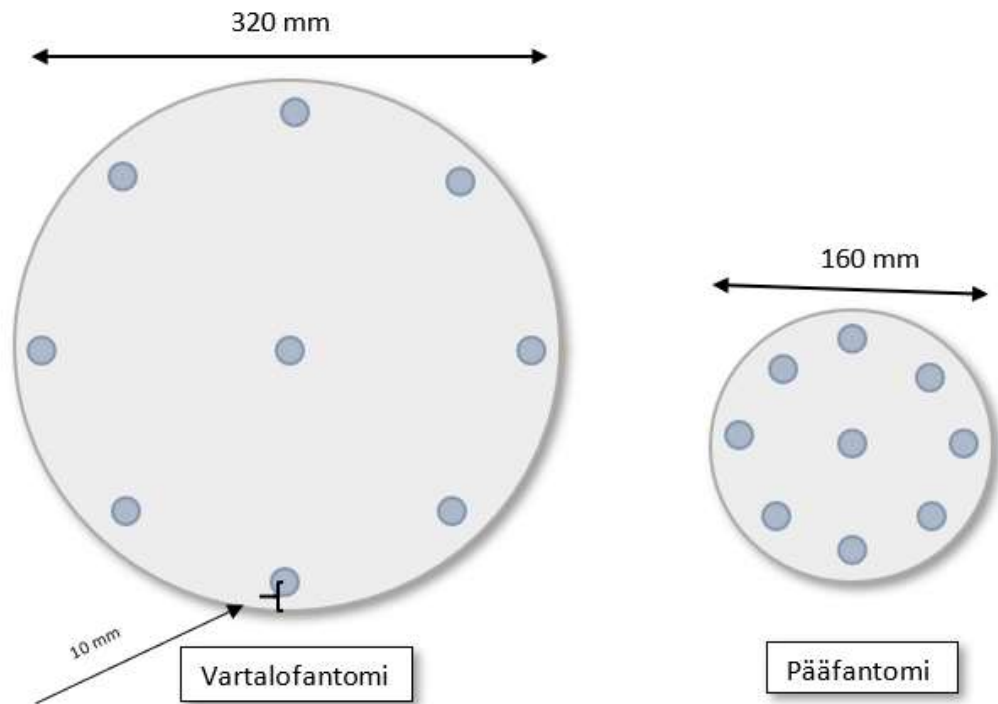
Suure	Selitys
ESD	Potilaan saama pinta-annos. Suureen yksikkö on gray (Gy). Voidaan mitata potilaan iholta tai fantomin pinnalle asetetulla mittarilla.
DAP	Potilaan saaman annoksen ja pinta-alan tulo. ($Gy \cdot cm^2$)
CTDI	TT -tutkimuksen tilavuuskeskiarvo. Suureen yksikkö on gray (Gy). Mitataan 10cm pitkällä ionisaatiokammilla 16cm tai 32cm fantomilla (kuvio 1)
DLP	Potilaan saama kokonaisannos. Annoksen ja pituuden tulo. Määritellään CTDI:n avulla ($DLP = CTDI_{vol} \cdot d$).
MSAD	Usean samanaikaisen leikkeen tuottama annos. Saadaan jakamalla koko tutkimuksen annoksen ja pituuden tulo DLP_w tutkitun alueen pituudella d ($MSAD_w = DLP_w / d$) Tarkoittaa käytännössä samaa kuin CTDI

Taulukossa 2 on 31.12.2018 voimaan tulleet kansainvälisesti jo käytössä olevat annossuureiden yksiköt. (Suutari 2015; Marttila; Kortensniemi 2012; STUK 2018.) Näitä emme kuitenkaan ole muualla tekstissä käyttäneet, sillä käyttämämme materiaali on julkaistu ennen muutoksien voimaan astumista.

Taulukko 2. Suomessa 31.12.2018 voimaan tulleet kansainvälisesti käytössä olevat tarkemmat annossuureet. (STUK Säteilymittausmääräys 2018; STUK 2004: 14.)

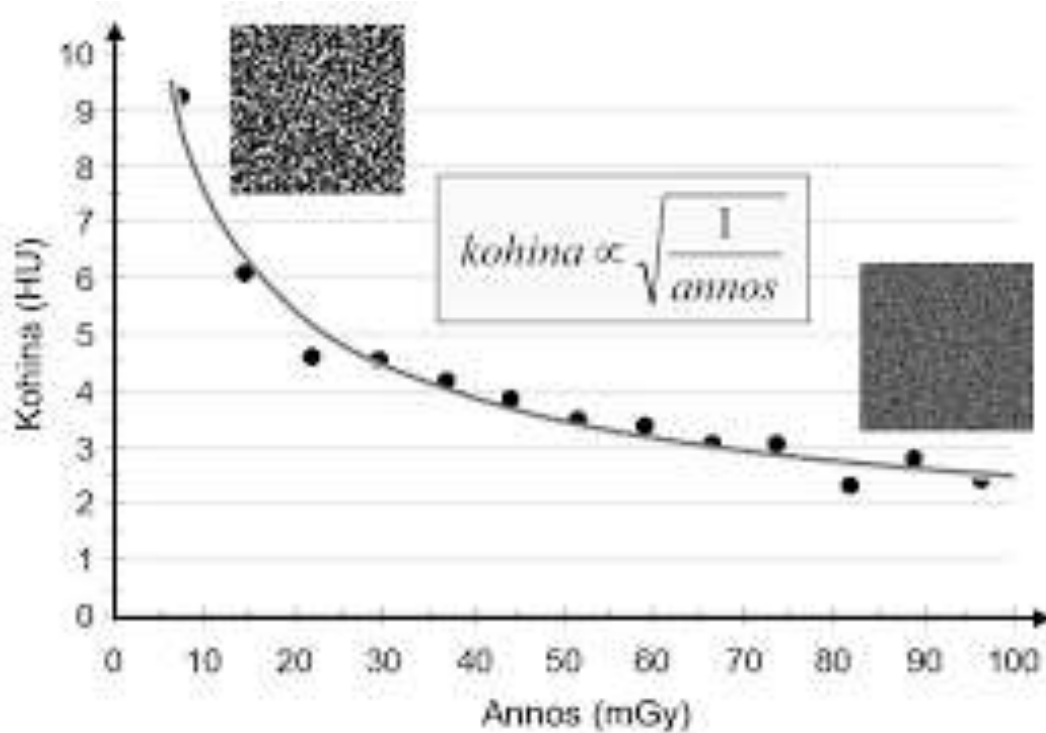
Suure	Selitys
ESAK (vrt. ESD)	Ilmakerma ihon pinnalta (pinta-annos). Säteilykeilan keskiakselin ja potilaan pinnan leikkauspisteessä oleva ilmakerma, joka sisältää myös potilaasta tähän leikkauspisteeseen siroavan säteilyn. Suureen yksikkö on gray (Gy).
KAP (vrt. DAP)	Ilmakerman ja pinta-alan tulo. Suureesta käytetään myös nimitystä annoksen ja pinta-alan tulo. Yksikkö on Gy*m ² yleisimmin kuitenkin nähtävissä yksiköllä Gy*cm ² .
CTKI (vrt. CTDI)	Tilavuuden TT-ilmakermaindeksi tai TT-annoksen tilavuuskeskiarvo, jonka yksikkö on Gy, yleisimmin mGy. Useista yksittäisistä aksiaalikuvausten tai helikaalikuvausten röntgenputken kierroksista koostuva TT -tutkimuksen tilavuuden TT -ilmakermaindeksi.
KLP (vrt. DLP)	Tomografiakuvauksissa käytetty suureen yksikkö on ilmakerman ja pituuden tulo eli Gy*m. Yleisimmin käytetään mGy*cm. Yksikkö kulkee kirjoissa annoksen ja pituuden tulo.
MSAD	Usean samanaikaisen leikkeen tuottama annos. Saadaan jakamalla koko tutkimuksen annoksen ja pituuden tulo DLP _w tutkitun alueen pituudella d ($MSAD_w = DLP_w / d$). Tarkoittaa käytännössä samaa kuin CTKI (vrt. CTDI)

Tietokonetomografian tuottamaa säteilyannosta kuvataan tyypillisesti suureilla CTDI (CT Dose Index, yksittäisen leikkeen annos), DLP (Dose Length Product, annoksen ja pituuden tulo) ja MSDA (Multiple Scan Average Dose, annoksen tilavuuskeskiarvo). CTDI mitataan ionisaatiokammioilla standardi PMMA -fantomissa, joka on valmistettu akryylimuovista (kuvio 1) ja se laskee arvion keskimääräiselle annokselle leikkeessä. Tämän yksikkö on milliGray (mGy). Kokonaisannokseen vaikuttaa edellisen tilavuuskeskiarvon lisäksi se, miten pitkältä matkalta potilasta on kuvattu. Sitä kuvataan lausekkeella $DLP_w = CTDI_{vol} \cdot d$, jossa d on alueen pituus. (Kajaluoto 2016.) Tämän yksikkö on mGy*cm. MSAD kuvaa usean samanaikaisen leikkeen tuottamaa annosta ja tarkoittaa käytännössä samaa kuin CTDI. Mikään näistä suureista ei kuvaa hyvin potilaan annosta. Ne eivät huomioi potilaan kokoa, sukupuolta ja muita eroavaisuuksia. (Lajunen 2014.) Nykyään kuvauslaitteet ilmoittavat CTDI_{vol}- ja DLP-arvon, eli keskimääräisen absorboituneen annoksen fantomissa.



Kuvio 1. Tietokonetomografian annossuuret perustuvat annosmittauksiin standardoituihin PMMA-fantomeihin. Fantomeja on kahta eri kokoa. (Omapiirros lähteestä STUK 2004.)

Tietokonetomografiakuvauksen tavoitteena on saada diagnostiset kuvat mahdollisimman pienellä sädeannoksella. Kuvauslaitteissa käytetään automaattista putkivirran (mA) modulaatiota, jossa kuvausjärjestelmä säätää putkivirtaa kohteen läpäisevyyden mukaan. Tällä pyritään pitämään kuvissa näkyvä kohina ja kuvien diagnostinen laatu vakiona. Tavoitteena on potilaan annossäästö. Sähkömäärän (mAs) kasvaessa potilaan annos kasvaa samassa suhteessa, samalla kuvan kohina pienenee käänteisen neliöjuuren mukaan (kuvio 2). (Kaasalainen 2012; Kortensniemi 2012.)



Kuvio 2. TT-kuvan kohinan pienentyminen käänteisen neliöjuuren mukaan (Kortesniemi 2012.)

2.3 Annosten vertailutasot

Vertailutasojen tehtävänä on luoda yhteiset tutkimuskäytännöt ja havaita jos tutkimuksista syntyy potilaille tavanomaista suurempi säteilyaltistus. Vertailutasoja ei käytetä yksittäisille potilaille, vaan ne perustuvat suuremman joukon keskimääräisen säteilyaltistuksen vertailuun. (STUK 2004).

Vertailuarvoa tietokonetomografiatutkimuspotilaiden säteilyannoksiin saamme vertailemalla toisen modaaliteetin säteilyannoksia TT-tutkimusten säteilyannoksiin. Vertailun vuoksi otamme natiiviröntgenin potilasannoksissa käytetyt suureet ESD:n (potilaan saama absorboitunutta annosta iholla, Gy) ja DAP:n (annoksen ja pinta-alan tuloa, Gy*cm²) (taulukko 1), TT -tutkimuksissa käytettyjen DLP:n, CTDI:n, MSAD:n rinnalle. (STUK 2004.)

Efektiiivinen annosvertailu antaa mahdollisuuden vertailla tietokonetomografiaa eri modaaliteettien välillä sekä itse tietokonetomografian eri tutkimusten välillä. Efektiiivinen an-

nos (mSv) kertoo potilaan saaman säteilyannoksen, säteilylle altistuneet elimet sekä elimien säteilyherkkyyden syövän kehittymiselle. (Smith-Bidman ym. 2009.) TT:n efektiivinen annos on selkeästi suurempi verrattuna esimerkiksi diagnostiikan natiiviröntgentutkimuksiin. TT-tutkimuksia tehdään Suomessa vuosittain noin 430 000 kappaletta ja niiden lukumäärä on vuosina 2011-2015 kasvanut peräti 35%. (Suutari 2016.) Mielestämme tämän takia on tärkeätä, että TT-tutkimusten todellisia annoksia seurataan säännöllisesti käyttäen apuna erillisiä annoskeräyssovelluksia. Alla olevassa taulukossa (taulukko 3) on verrattu eri TT-tutkimusten efektiivisiä annoksia natiiviröntgenin PA thorax -kuviin, taustasäteilyyn sekä Euroopan maiden keskimääräisiin efektiivisiin annoksiin. Tästä voimme selkeästi huomata TT:n suuret säteilyannokset, jotka voivat taustasäteilyyn verrattuna olla useita vuosia. (STUK 2017.)

Taulukko 3. Suomen eri TT-kuvauksien keskimääräisten efektiiviset annokset (mSv) verrattuna natiiviröntgenin PA thorax -kuviin, taustasäteilyyn ja Euroopan maiden keskimääräisiin annoksiin. (Kortesniemi – Lantto 2015.)

Tutkimus	Efektiivinen annos (mSv) Suomessa	Vastaavuus keuhkojen PA-röntgenkuvina	vastaavuus luonnon taustasäteilynä (kk tai v)	Efektiivinen annos muissa Euroopan maissa: Keskiarvon (vaihteluväli) (mSv)
Pään TT	1,2	80	4,5 kk	1,92 (0,28 – 3,98)
Kaulan TT	1,3	90	5 kk	2,52 (0,42 – 5,38)
Keuhkojen TT	3,9	260	1,2 v	6,56 (2,0 – 20,4)
rangan TT	5,6	370	1,8 v	7,72 (2,4 – 16,3)
Vatsan TT	6,7	450	2,1 v	11,3 (2,6 – 28,7)
Lantion TT	14,5	1000	4,5 v	7,2 (0,80 – 14,5)
Vartalon TT	8,8	600	2,8 v	14,8 (2,4 – 50,5)

2.4 2013/59/Euratom ja uusi säteilylaki

Viime vuonna täytäntöön pantu uusi säteilynsuojelun perusdirektiivi, 2013/59/Euratom, asettaa uusia vaatimuksia käytössä oleville laitteille. Kaikissa helmikuun 2018 jälkeen asennetuissa tietokonetomografialaitteissa tulee olla erillinen laite tai ominaisuus, joka ilmoittaa tutkimuksen päättyessä parametrit potilaan annoksen arvioimiseksi. Lisäksi niissä täytyy olla ominaisuus, jolla vaaditut tiedot siirretään rekisteröitäväksi. Röntgenosastojen täytyy rekisteröidä ja tallentaa potilaan annostiedot ja tarvittavat parametrit.

Jäsenvaltioiden on varmistettava diagnostisten vertailutasojen seuranta ja niiden säännöllinen uudelleentarkastelu ja käyttö radiologisten tutkimusten yhteydessä. (European Society of Radiology 2015.)

Suomessa direktiivi on pantu täytäntöön kansallisissa säädöksissä ja samalla on uudistettu säteilylaki. Laki sisältää mm. STUK:n määräykset säteilymittauksista, jotka määrittelevät missä ja milloin on tarpeen mitata potilaiden saamia säteilyannoksia. Potilaan saama säteilyaltistus on pystyttävä pyydettäessä määrittämään ja annosten määrittäminen tulee olla mahdollista myös jälkikäteen. Ionisoivan säteilyn mittauksista saadut tulokset tulee analysoida potilaiden, työtekijöiden ja väestön säteilyaltistuksen määrittämistä varten. (STUK 2016; STUK 2018.)

2.5 Haastattelu annoskeräyssovelluksen käytöstä Oulun yliopistollisessa keskussairaalassa

Meillä oli mahdollisuus tutustua Oulun yliopistollisen keskussairaalan käytössä olevaan Radimetrics-annoskeräyssovelluksen käyttöön. Sovellus on otettu käyttöön Oulussa ja Lapin keskussairaalassa yhteiskilpailutuksen yhteydessä vuonna 2017. Samaan ERVA-alueeseen kuuluvat myös Raahe ja Kokkola, jotka ovat myös liittyneet sovelluksen käyttöön yhteisvaikutusajaksi. Lisäksi Kajaanissa suunnitellaan tämän sovelluksen hankintaa vuonna 2019. Kuopion yliopistollisessa keskussairaalassa sovellus on testausvaiheessa. Muitakin annoskeräyssovelluksia on saatavilla, esimerkiksi Euroopassa on käytössä Dosewatch, DoseWise, Qaelum ja DoseTrack. Jokainen yksikkö miettii, millaisista annoskeräyssovelluksen ominaisuuksista on heille käytännössä hyötyä ja valinta tehdään sen mukaan. (Hakanen 2018; Kotiaho 2019.)

Annoskeräyssovelluksen etuna saadaan kerättyä suuremmat annostiedot paperikeräykseen verrattuna, koska ohjelmisto kerää tutkimustietoa kaikista siihen kytketyistä laitteista. Näin saatu annostenkeskiarvo on paremmin vertailukelpoinen kansallisiin tasoihin. Annoskeräysohjelmiston avulla on seurattu eri laitteiden välisiä annoseroja. Kuvanlaatua ja sen myötä annosta on voitu muokata yhteistyössä vastuuradiologin kanssa. TT-tutkimusten annoksia $CTDI_{VOL}$ ja DLP on verrattu potilaan koon mukaan suodatettuna. Radiologi pystyy vertaamaan kuvanlaatua ennemmin samankokoisilla potilailla, kuin erikoisilla potilailla tai eri laitteilla. Ohjelmiston avulla OYS:ssa havaittuihin säteilypoikkeamiin on voitu puuttua ja siten vaikuttaa kuvaustoimintaan. Hyvänä esimerkkinä on potilaan saama säteilyannos rutiinipään kuvauksessa, jossa erään TT-laitteen kuvauk-

sessä huomattiin, että potilaan saama annos oli huomattavasti suurempi, jos pää oli sivuttain. Tämän huomion seurauksena, kuvausparametrejä tullaan muuttamaan, jos päästä otetaan sivukuva. Hälytysrajoja ei ole asetettu TT-tutkimuksiin, koska potilaan koosta johtuva vaihtelu aiheuttaisi liian paljon turhia hälytyksiä. Jos potilaan saama säteilyannos ylittää vertailutason, sovellus ilmoittaa sen värikoodein. Sovellus ei kuitenkaan huomioi potilaan kokoa erikseen. Suurimpana haasteena sovelluksen käytössä on ohjelmiston teknisyys. Se on alun perin tarkoitettu spesialistien käyttöön ja sen käytön aloittaminen voi olla vaikeaa. Oulussa muutama röntgenhoitaja on saanut laajemman koulutuksen ohjelmiston käyttöön, mutta kaikki halukkaat pystyvät ohjelmaa käyttämään. (Kotiaho 2019.)

3 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja kohderyhmä

Opinnäytetyömme **tarkoituksena** on kuvailevan kirjallisuuskatsauksen keinoin tutkia annoskeräyssovellusten käytön hyötyjä tietokonetomografiatutkimuksissa. **Tavoitteena** on tuottaa tietoa annoslaskentasovelluksesta ja rajata ilmiö keskittyen **tutkimuskysymyksen**: Mitä hyötyä annoskeräyssovelluksista tietokonetomografiatutkimuksissa on? Opinnäytetyömme on **suunnattu** radiografia-alan ammattilaisille ja opiskelijoille, ja työn tuottamaa tietoa voi hyödyntää potilaiden säteilyturvallisuutta kehittäessä.

4 Opinnäytetyön toteutus kirjallisuuskatsauksena

Opinnäytetyömme tuotos on kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuuskatsaus on yksi opinnäytetyön muodoista. Siinä otetaan selvää, minkälaisia tutkimuksia tarkasteltavasta aiheesta on tehty ja mitä aiheesta tiedetään. Kirjallisuuskatsauksen eri tyyppisiä ovat: kuvaileva kirjallisuuskatsaus, systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi. Kuvailevaa kirjallisuuskatsausta käytetään usein hoitotieteen artikkeleissa ja tutkimuksissa. Se on yleiskatsaus, jolla pystytään kuvaamaan laajoja kokonaisuuksia, ja siitä puuttuvat yksityiskohtaiset säännöt. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa kuvataan aikaisempaa aiheeseen liittyvää tutkimusta, sen laajuutta ja määrää. Tutkimusaineisto perustuu systemaattista katsausta väljempään muotoon. Tutkinnan kohteena oleva ilmiö tai asia pyritään kuvaamaan laaja-alaisesti. (Salminen 2011; Stolt – Axelin – Suhonen 2016: 83, 24-26.)

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa on eri vaiheita: tutkimuskysymysten muodostaminen, tietokantojen ja hakutermien valinta, aineistoon perehtyminen ja seulontavaihe, tulosten tarkastelu ja analyysin tekeminen. (Salminen 2011).

4.1 Aineiston keruu

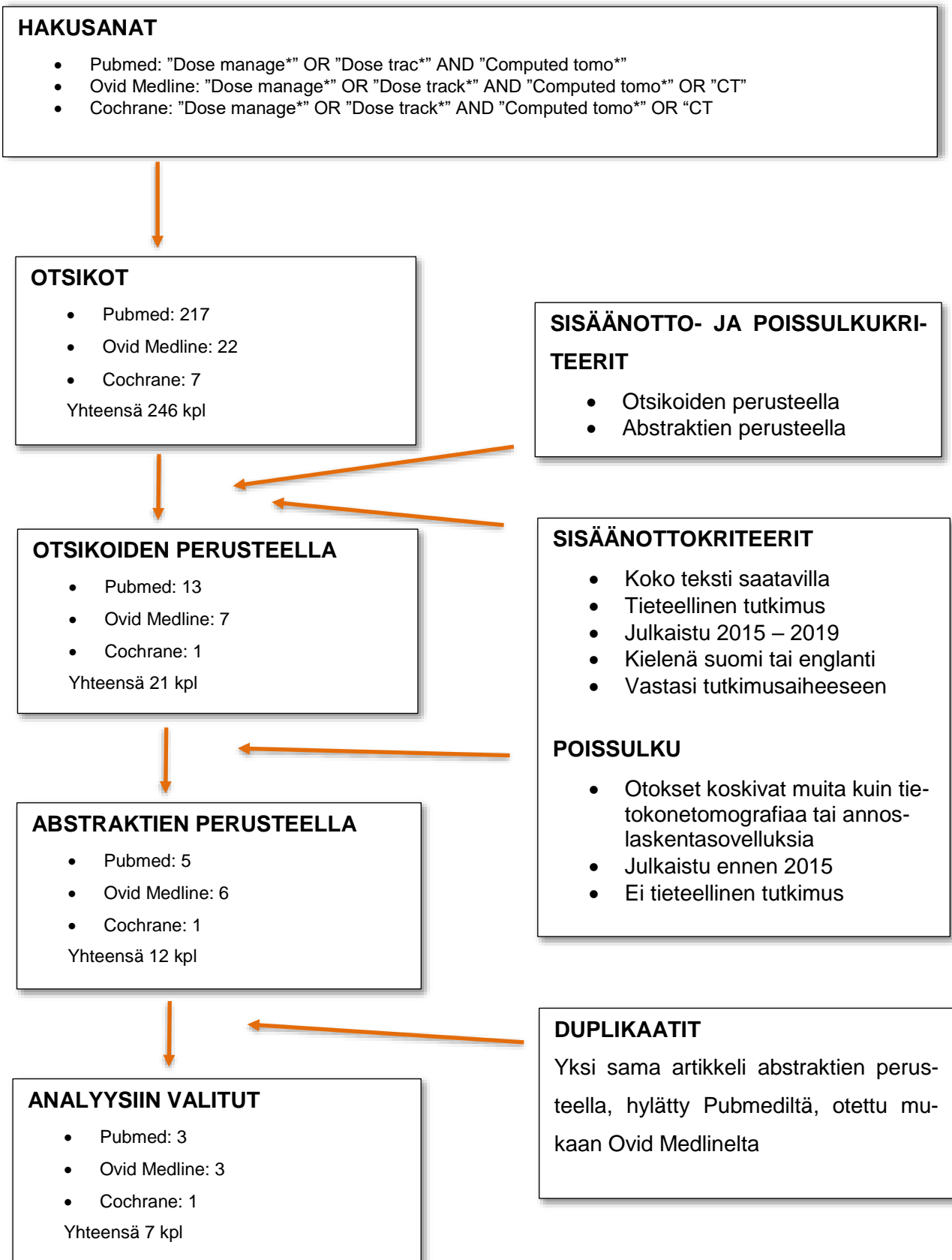
Kirjallisuuskatsauksen aineiston keruussa käytimme Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijoiden käytössä olevia sähköisiä tietokantoja: PubMed, Ovid Medline ja Cochrane. Ovid Medline on tietokanta, joka sisältää kattavan kokoelman hoitotyötä ja terveyttä koskevia julkaisuja. PubMed ja Cochrane ovat vapaasti saatavilla olevia lääke- ja terveystieteiden tietokantapalvelimia, joissa on kansainvälisiä tutkimuksia. Tietokantahaut tehtiin Helsingin yliopiston verkon tunnuksilla.

Tiedonhaussa käytettävät hakusanat perustuivat asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Alustavat haut teimme tammikuun alussa 2019. Aluksi käyttämämme hakusanat tuottivat suhteellisen pienen määrän tutkimuksia. Osallistuimme kirjallisuuskatsaus- ja tiedonhaun työpajaan ja saimme apua hakusanojen muokkaukseen. Lopulliset haut teimme helmikuussa 2019.

Käytimme kaikissa tietokannoissa samoja hakutermejä. Etsimme tutkimuksia ja artikkeleita tietokannoista hakutermeillä: "dose manage* OR dose track* "AND "computed tomo* OR CT". Tiedonhaun prosessi kuvataan kuviossa 3. Rajasimme haun koskemaan ainoastaan vertaisarvioituja tutkimuksia, mutta valittuamme tutkimukset, huomasimme joukossa olevan yhden kirjallisuuskatsauksen annoksen pienentämisestä ja yhden yleiskatsauksen. Halusimme keskittyä tuoreisiin tutkimuksiin, koska radiografia-ala on nopeasti kehittyvää ja uudistuvaa, ja rajasimme hakuihin julkaisuvuodet 2015-2019. Artikkelit tuli olla suomen- tai englanninkielisiä, mutta emme löytäneet yhtään suomenkielistä tutkimusta, joten kaikki valitut ovat englanninkielisiä.

PubMedin tietokannasta saimme hakusanoilla 217 osumaa, joista otsikoiden perusteella valitsimme 13. Vaikka käytimme hakusanoina "computed tomo*" tai "ct", moni tutkimus koski sädehoidon annoksia ja tämän vuoksi ne eivät vastanneet tutkimusaiheeseemme. Abstraktien perusteella valitsimme viisi tutkimusta ja näistä analyysiin otimme kolme. Ovid Medlineltä osumia tuli 22. Aluksi valitsimme otsikon perusteella seitsemän tutkimusta jatkokon. Abstrakteissa käytimme sisäänotto- ja poissulkukriteereitä ja valitsimme kuusi tutkimusta kokonaan luettavaksi. Näiden joukossa oli yksi duplikaatti eli sama tutkimus tuli esille myös PubMedin haussa, mutta otimme sen mukaan Ovid Medlineltä.

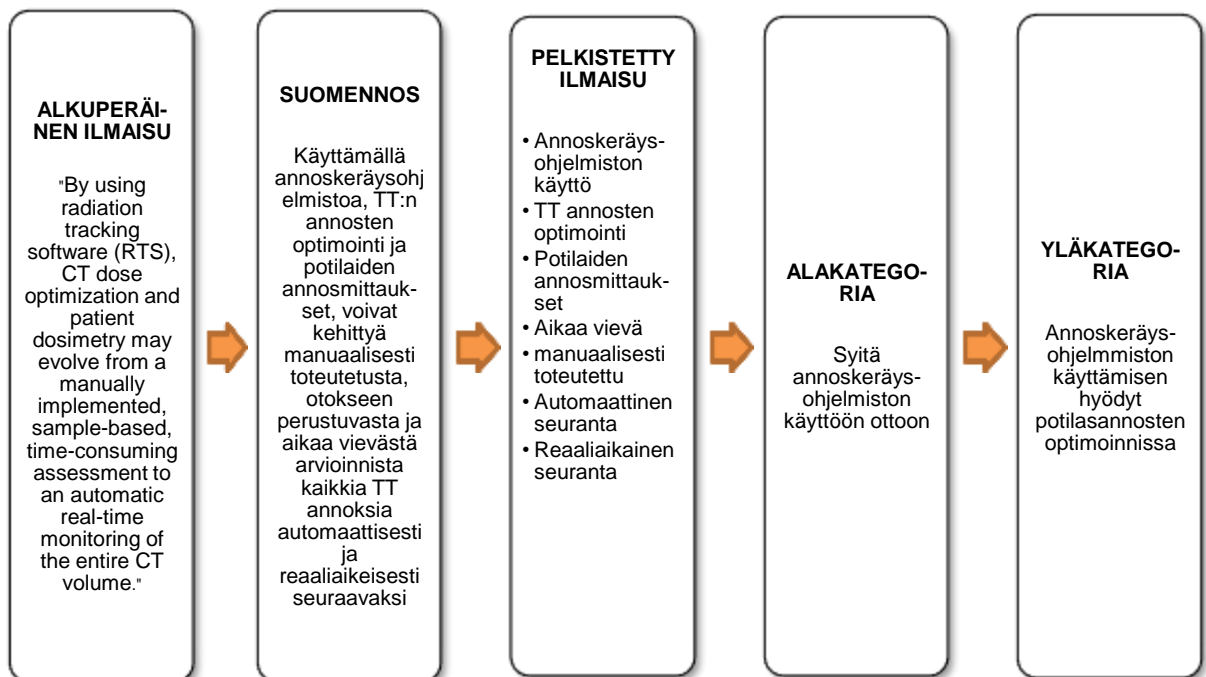
Analyysiin valitsimme lopulta kolme tutkimusta. Cochrane- tietokannasta osumia tuli seitsemän ja otsikon perusteella valitsimme yhden. Tämä valittiin myös analyysiin. Hakujen rajaamisesta huolimatta joukossa oli myös vanhempia ja muunkielisiä tutkimuksia, jotka jäivät sisäänottokriteereiden ulkopuolelle.



Kuvio 3. Aineiston haku sisäänotto- ja poissulkukriteereineen

4.2 Aineiston analysointi

Analysoimme aineistoa aineistolähtöisen sisällönanalyysin mukaisesti. Monissa laadullisen tutkimuksen menetelmissä käytetään sisällönanalyysia, jolla voidaan analysoida ja kuvata käytettyä materiaalia. Aineistolähtöisen analyysin vaiheita ovat; pelkistäminen, ryhmittely ja abstrahointi. (Kankkunen – Vehviläinen-Julkunen 2013: 133-136.) Aineistosta nostimme esiin tutkimuskysymyksen kannalta keskeisiä asioita, jotka pelkistettiin ja ryhmiteltiin. Näiden perusteella muodostimme ylä- ja alakategorioita (kuvio 4). Ja oimme analyysin tulokset teemoihin, sillä löysimme artikkeleista paljon yhtäläisyyksiä ja selkeitä teemoja. Valitsemamme teemat mietimme kuitenkin niin, että ne vastaavat tutkimuskysymykseemme. (Stolt – Axelin – Suhonen 2016: 29-32.) Kirjallisuuskatsauksessa käytetty aineisto on kuvailtu kokonaan taulukossa, joka on liitteenä (liite 1) sekä osiossa 4.3. Nostimme artikkeleista tutkimuskysymyksen avulla annoskeräysjärjestelmän käytön keskeisimpiä kohtia.



Kuvio 4. Esimerkki yhdestä tutkimusaineiston alkuperäisen ilmaisun pelkistämisestä ja luokittelusta.

4.3 Analyysiin valitut artikkelit

Tekijät	Teos	Linkki
Boos, J. – Meineke, O. – Bethge, O. T. – Antoch, G. – Kröpil, P. 2015	Dose Monitorin in Radiology Departments: Status Quo and Future Perspective. Verkkodokumentti	< https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0041-109514 >
De Bondt, Timo – Mulkens, Tom – Zanca, Federica – Pyferoen, Lotte – Casselman, Jan W. – Parizel, Paul M. 2016	Benchmarking pediatric cranial CT protocols using a dose tracking software system: a multicenter study	< https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27260340 >
Ghetti, C. – Ortenzia, O. – Palleri, F. – Sireus, M. 2016	Definition of local diagnostic reference levels in a radiology department using a dose tracking software	< https://academic.oup.com/rpd/article-abstract/175/1/38/2527833?redirectedFrom=fulltext >
Heilmaier, Christina – Treier, Reto – Merkle, Elmar Max – Alkadhi, Hatem – Weishaupt, Dominik – Scindera, Sebastian. 2018	National survey on dose analysis in computed tomography	< https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00330-018-5408-0 >
Heilmaier, C. – Zuber, N. – Bruijns, B. – Ceyrolle, C. – Weishaupt, D. 2015	Implementation of dose monitoring software in the clinical routine: first experiences	< https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26422417 >
Parakh, Anushri – Kortseniemi, Mika – Schindera, Sebastian T. 2016	CT Radiation Dose Management: A Comprehensive Optimization Process for Improving Patient Safety	< https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.2016151173 >
Zinsser, Dominik – Marcus, Roy – Othman, Ahmed E. – Bamberg, Fabian – Nikolaou, Konstantin – Flohr, Thomas – Notohamiprodjo, Mike. 2018	Dose Reduction and Dose Management in Computed Tomography – State of the Art	< https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0044-101261.pdf?articleLanguage=en >

5 Tulokset

Kirjallisuuskatsauksemme aineisto koostuu seitsemästä tutkimuksesta, joista kaksi oli saksalaista, yksi italialainen ja yksi sveitsiläinen. Lisäksi oli kolme tutkimusta, jotka oli toteutettu yhteistyössä eri maiden välillä: Belgian ja Ranskan, Sveitsin ja Ranskan sekä Sveitsin ja Suomen yhteistyön tuloksena. Liitteessä 1 näkyy vielä tarkemmin tutkimusten tekijät, paikka, julkaisuvuosi ja tutkimuksen tarkoitus. Lisäksi liitteessä eritellään tutkimusten toteutustapa, aineisto ja sen keruutapa sekä tutkimusten keskeiset tulokset. Näiden ohella liitteen 1 taulukossa on sarake ”tulokset vastauksena omaan tutkimuskysymykseen”, joka vastaa kirjallisuuskatsauksen esitettyyn tutkimuskysymykseen. Kirjallisuuskatsaustamme ohjasi kysymys: Mitä hyötyä annoskeräyssovellusten käytöstä on?

Artikkelien sisällön perusteella jaoinme analyysin kolmeen eri teemaan (kuvio 5): 1. Käyttöönottoon vaikuttaneet tarpeet ja syyt, 2. Käytöstä muodostuneet kokemukset ja hyödyt ja 3. Millaisia jatkotoimenpiteitä tai tulevaisuuden suunnitelmia sovelluksen käytölle suunniteltiin.

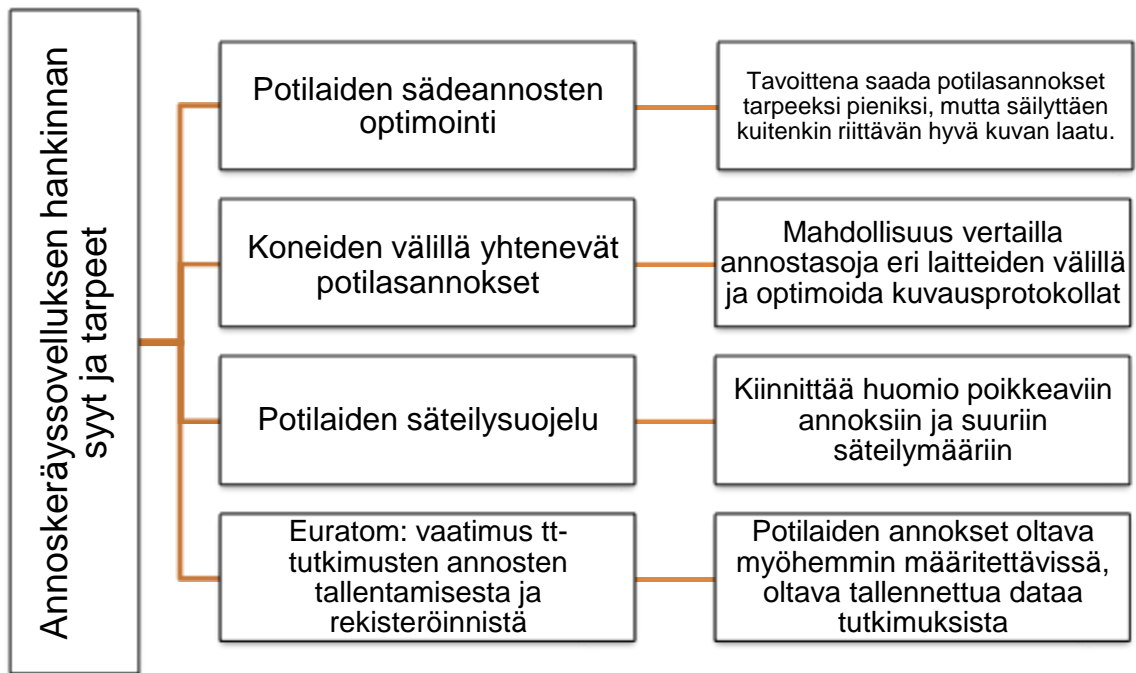


Kuvio 5. Artikkelien analyysissä nousseet kolme teemaa.

5.1 Käyttöönottoon vaikuttaneet syyt

Neljässä artikkelissa tulee esille erilaisia syitä annosseurantasovellusten käyttöönottoon. Artikkelissa oli todettu, että TT-tutkimusten määrä on noussut selvästi 30 vuoden aikana ja näin ollen myös potilaiden säderasitus on kasvanut. (Boos ym. 2015; Heilmaier ym. 2018; Heilmaier ym. 2015; Parakh ym. 2015; Zinsser ym. 2017). Kolmessa artikkelissa mainittiin Euratom-direktiivin (2013/59/EURATOM) vaikutus annoskeräyssovelluksen hankintaan. Direktiivi määrittelee, että säteilyturvallisuutta ja säteilyannoksia tulee analysoida jollakin tapaa vuoden 2018 loppuun mennessä ja tutkimusten mukaan osa yksiköistä on ottanut annoskeräyssovelluksen juuri tästä syystä käyttöön annosten tallentamiseksi ja rekisteröimiseksi (Boos ym. 2015; Ghetti ym. 2016; Heilmaier ym. 2018). Joissakin tutkimuksissa kumulatiivisten ja poikkeavien arvojen seuranta koettiin tärkeäksi osaksi annosten hallintaa (Parakh ym. 2015; Zinsser ym. 2017). Yhdessä tutkimuksessa tuotiin esille tieteellisen tiedon ja annosoptimoinnin klinisen käytännön välinen suuri ero, joka voidaan selittää annosseurannan puuttumisella (Parakh ym. 2015.) Aineistomme ainoassa lapsipotilaiden annoksiin liittyvässä artikkelissa syyksi ottaa käyttöön annoskeräyssovellus, mainittiin lapsipotilaiden annosten seuraaminen TT-kuvauksissa. Tarkoituksena oli seurata projektoiden ja jo valmiiksi asennettujen kuvausannosten vaikutusta potilaiden saamiin sädeannoksiin. (De Bondt ym. 2016.)

Tutkimusten yhteinen tekijä ja tavoite oli saada TT -tutkimusten annokset mahdollisimman pieniksi säilyttäen kuitenkin riittävä diagnosoitavissa oleva kuvanlaatu. Tutkimuksissa haluttiin tuoda esille myös nykyisin käytössä olevia työkaluja annoshallintaan. Kuviossa 6 havainnollistamme neljä tärkeintä annoskeräyssovelluksen käyttöön vaikuttanutta tekijää, jotka ilmenivät tutkimuksista.



Kuvio 6. Tarpeet ja syyt annoskeräyssovelluksen hankintaan. Neljä keskeisintä asiaa, jotka nousivat aineistosta.

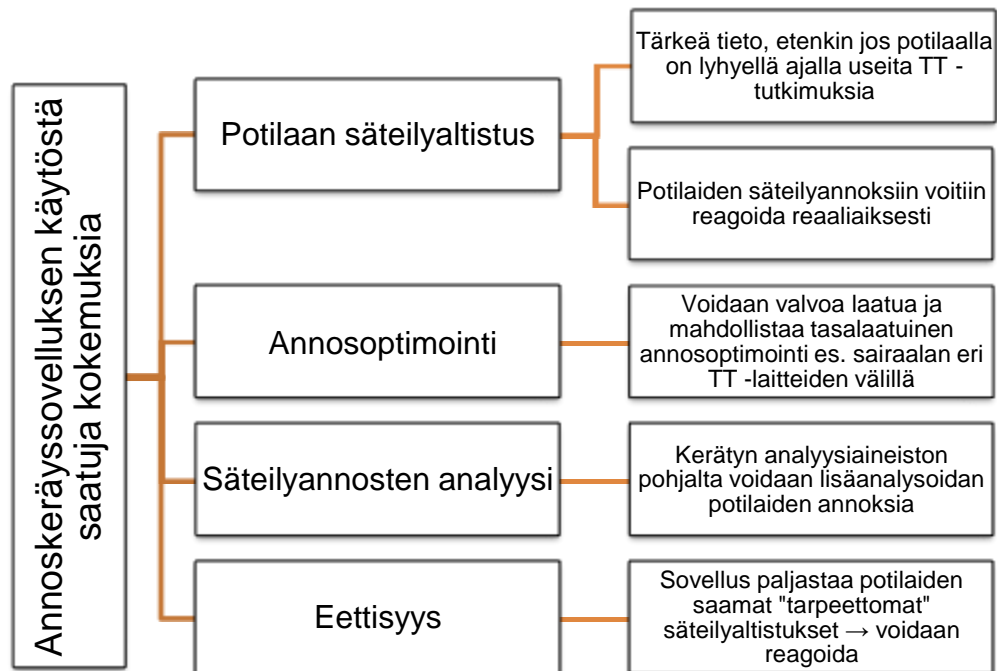
5.2 Käytöstä muodostuneet kokemukset ja hyödyt

Annoskeräyssovelluksen käytöllä koettiin olevan paljon hyötyä juuri potilaiden sädeannoksen pienentämisessä sekä annosten seurannassa pitkällä aikavälillä. Kuviossa 7 olemme havainnollistaneet neljä tärkeintä hyötyä, jotka tulivat esille tutkimuksista. Taulukossa 4 havainnollistamme vielä tutkimuksista nousseet annoskeräyssovelluksen hyödyt ja haasteet.

Taulukko 4. Artikkeleista nousseet annoskeräyssovelluksen hyödyt ja haasteet.

Hyödyt	Haasteet
<ul style="list-style-type: none"> • Annosten reaaliaikainen seuranta • Laadunvalvonta • Säteilyannosten nopea ja yksityiskohtainen analysointi ja lisä analysointi • Annosten vertailuanalysointi • Paljastaa tarpeettomat säteilyaltistukset • Kustannustehokkuus • Annosraja hälytykset 	<ul style="list-style-type: none"> • Tekniset haasteet • Sovelluksen integrointi sairaalan tietojärjestelmään • Protokollien standardointi alussa • IT-työ ja alkuvaiheen koulutus • Kustannukset alussa • Pilvipalveluna toimivien sovellusten tietosuojat

Tärkeänä tietona pidettiin potilaan saamaa säteilyaltistusta, varsinkin silloin, jos potilaalla oli lyhyellä aikavälillä useita TT-tutkimuksia. Belgiassa tehdyssä tutkimuksessa huomattiin eroja eri tutkimusyksiköiden välillä, mutta potilaiden säteilyannokset olivat kuitenkin kansainvälisten DRL (Diagnostic Reference Levels) tasojen alapuolella. Annoslaskenta-sovellusten käyttökokemukset koettiin hyödyllisiksi, varsinkin potilaiden TT-tutkimusten annosoptimointia ajatellen. Sovelluksilla voitiin valvoa laatua ja mahdollistaa tasalaatuinen säteilyannosoptimointi sairaalassa käytössä olevien TT-laitteiden välillä. Annostiedot saatiin kerättyä analysointia varten, joiden pohjalta voitiin lisäanalysoida sädeannoksia. Sovellus paljasti myös potilaiden tarpeettomat säteilyannokset, joka oli selvästi tärkeä eettinen kysymys. (De Bondt ym. 2016; Boos ym. 2015; Heilmaier ym. 2018; Parakh ym. 2015.) Mahdollisuutta analysoida annoksia nopeasti ja yksityiskohtaisesti suuresta määrästä huolimatta pidettiin kiireisessä arjessa tärkeänä. Tuloksissa nostettiin esille myös taloudellisuus ja mahdollisuus tehdä annosten vertailuanalyseja. (Ghetti ym. 2016; Zinsser ym. 2018.) Lasten TT-tutkimuksissa koettiin hyödylliseksi annoskeräyssovelluksen annosanalyysien tulokset, sillä tutkimukseen osallistuneet sairaalat olivat vertailleet eri ikäisten lasten sädeannoksia ja eri protokollien vaikutuksia lasten saamiin sädeannoksiin. Tutkimuksen tärkein hyöty saatiin, kun annoskeräyssovellukset paljastivat, että lasten kuvauksiin oli sovellettu aikuisten protokolleja. Oli selvää, että aikuisille sovelletut asetukset tuottavat selkeästi isommat säteilyannokset, mutta kuten edellä on jo mainittu, annokset olivat kuitenkin kansainvälisten DRL-arvojen alapuolella tästä huolimatta myös lasten osalta. (De Bondt ym. 2016.)

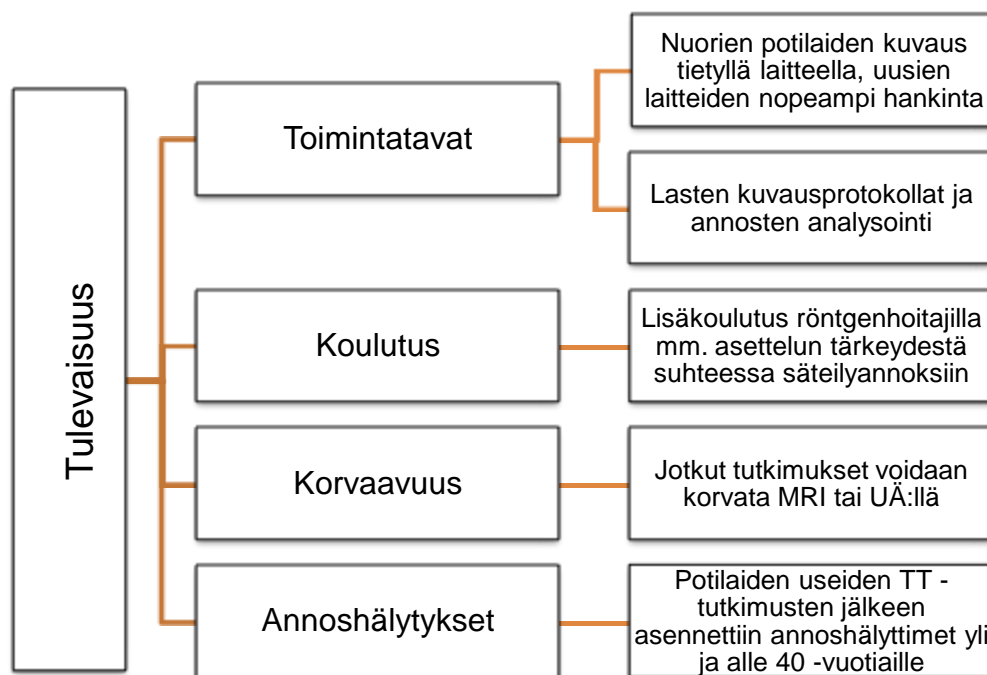


Kuvio 7. Annoskeräyssovelluksen käytöstä saatuja kokemuksia. Neljä keskeisintä asiaa, jotka nousivat aineistosta.

5.3 Jatkotoimenpiteet ja tulevaisuuden suunnitelmat

Neljässä tutkimuksessa käy ilmi annoskeräyssovelluksen tarpeellisuus ja joiden perusteella sairaalat ovat muuttaneet toimintatapojaan tutkimuksen jälkeen. (Heilmaier ym. 2015; Parakh ym. 2016; De Bondt 2016 ym.; Ghetti ym. 2016) Yhdessä tutkimuksessa huomattiin, että röntgenhoitajien koulutuksella ja kokemuksella on vaikutusta potilaan asetteluun ja sitä kautta annoksiin. Sveitsiläisessä sairaalassa on otettu käyttöön röntgenhoitajien täydennyskoulutus, jossa korostetaan potilaan asettelun tärkeyttä ja annetaan mahdollisuus päivittää taitoja (Heilmaier ym. 2015). Toinen sveitsiläistutkimus osoitti, että jotkin TT-tutkimukset voisi korvata joko magneettikuvauksella tai ultraääni-tutkimuksella. Potilaalle kasaantuvien tutkimusten takia sairaalassa asetettiin annoshälytys kumulatiiviselle efektiiviselle annokselle, 50 mSv alle 40-vuotiaille ja 100 mSv yli 40-vuotiaille. Saman tutkimuksen jälkeen huomattiin annoseroja eri laitteiden välillä ja sairaalassa muutettiin toimintatapoja niin, että nuoremmat potilaat ohjataan tutkimuksiin uudemmille TT-laitteille. Sairaalaan on myös hankittu tämän jälkeen uusi TT-laite. (Parakh ym. 2015.) ALARA-periaate on yli 35 vuotta vanha ja se on otettu käyttöön lasten kuvauksessa vasta noin kymmenen vuotta sitten, joten on selvää, että lasten TT-kuvauk-

sien annosoptimoinnin kanssa on vielä paljon tehtävää. Annoskeräyssovelluksen käytöllä on todistettavasti selkeä hyöty lasten TT-tutkimusten annosoptimoinnissa sekä annoksien analysoinnissa nyt ja tulevaisuudessa. (De Bondt ym. 2016.) Kuviossa 8 olemme havainnollistaneet neljä keskeisintä jatkotoimenpidettä, jotka ovat tulleet esille annoskeräyssovelluksen käytön jälkeen.



Kuvio 8. Jatkotoimenpiteet tai tulevaisuuden suunnitelmia sovelluksen käyttöön. Neljä keskeisintä asiaa, jotka nousivat aineistosta.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvailla annoskeräyssovellusten käyttökokemuksia tietokonetomografiatutkimuksissa ja tutustua eritoten niiden käytön hyötyihin. Aihe on tärkeä potilaiden annosanalysoinnin ja optimoinnin kannalta ajateltuna. Pohdinnassa tuomme esille vielä vertailun kannalta Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin Oulun Yliopistollisessa keskussairaalassa käytössä olevan annoskeräyssovellus Radimetrics käyttökokemuksia verrattuna löytämiimme vertaisarvioituihin tutkimuksiin, joita käytimme tässä opinnäytetyössä.

Teimme muutoksia muun muassa alkuperäisiin tutkimuskysymyksiin, sillä jouduimme muuttamaan opinnäytetyön toteutustapaa. Alkuperäinen suunnitelmamme oli tehdä verkko-oppimisympäristö annoskeräyssovellusten käytöstä tietokonetomografiatutkimuksissa, mutta opinnäytetyön muuttuminen kirjallisuuskatsaukseksi toi haasteita pitäytyä alkuperäisissä tutkimuskysymyksissä. Teimme uuden suunnitelman, käyttäen vanhan suunnitelman runkoa ja sen pohjalta aloimme työstää opinnäytetyötä kirjallisuuskatsauksena. Alkuongelmien ja aiheen haasteellisuudesta huolimatta onnistuimme opinnäytetyössä tuomaan mielestämme oleelliset asiat vastaten uuteen tutkimuskysymykseen vanhoja kysymyksiä mukaillen ja näin tuoden annoskeräyssovelluksen hyödyt esille. Halusimme keskittyä vain annoskeräyssovelluksen hyötyihin, sillä näin saimme aiheesta mahdollisemman kompaktin kokonaisuuden ja välttyimme aiheen käsistä karkaamiselta.

6.1 Johtopäätökset

Tutkimuksissa tulee ilmi tarve jonkinlaiselle annosseurantajärjestelmälle. Nykyaikaisen radiologian laadunvarmistuksen kannalta säteilytutkimusten annosmääriä tulee seurata ja analysoida. Tämän samankaltaisuuden huomasimme myös Kotiahon haastattelun perusteella yhdeksi syyksi ottaa sovellus käyttöön. Listasimme sovelluksen käytön hyötyjä ja haasteita ja tulimme siihen johtopäätökseen, että haasteita oli suhteessa saman verran kuin koettuja hyötyjä. Mielestämme annoskeräyssovelluksen hyödyt ovat kuitenkin painavampia kuin haasteet sovelluksen käytössä. Mielestämme sovellus toi esiin tärkeitä asioita, joita mahdollisesti manuaalisesti tehtynä tietojen keräilynä ei olisi tullut esille, kuten potilaiden lyhyen ajan sisällä tehdyt useat TT-tutkimukset ja näistä saatu säteilyrasitus. Myös lasten TT-tutkimusten annosanalysointi on erittäin tärkeä kehittämisen alue, sillä ALARA-periaatteita ei ole sovellettu lasten tutkimuksiin kuin vasta reilu kymmenkunta vuotta. Myös Oulun yliopistollisessa sairaalassa tehty havainto muun muassa suuremmasta annosrasituksesta pään sivuttaisessa TT-kuvauksessa on aiheuttanut positiivisen toimintatapamuutoksen. Jaoimme aiheemme tulokset teemoittain kolmeen teemaan: syihin, hyötyihin ja tulevaisuuteen. Jokaisesta teemasta nostimme vielä neljä keskeisintä asiaa, jotka kirjasimme osuuksiin kaavioina. Tämä havainnollistaa jokaisen teeman tärkeimmät kohdat ja näin lukijan on ne helppo hahmottaa.

Monissa tutkimuksissa sovelluksen tuoma taloudellinen etu oli syy ottaa sovellus käyttöön. Vaikka sovelluksen käyttöönotto koettiin kalliiksi, koettiin sen käytön tuovan kuitenkin taloudellista hyötyä pitkällä aikavälillä. Annoskeräys tapahtuu sovelluksen toimesta automaattisesti ja kerätty data on selkeästi kattavampaa kuin manuaalisesti tehty, kuten

aikaisemmin on jo todettu. Tässä säästää monia työtunteja ja mielestämme kerätty data saattaa olla laadukkaampaa sen moninaisuuden takia. Mielestämme asioita tulisikin katsoa jatkumona ja varsinkin näinä aikoina, kun rahoituksen ja muiden tukien saaminen on haasteellista muun muassa säästösyistä.

Annosseurantaohjelmien käytössä on myös haasteita. Tärkeimpänä esille nousee tekninen haaste, sillä ohjelmiston pitää toimia saumattomasti jo olemassa olevien tietojärjestelmien kanssa. Ohjelmiston pitää pystyä mukautumaan paikallisiin protokollisiin. Tietosuojanäkökulma pitää ottaa myös huomioon, sillä annostiedoissa on myös potilastietoja ja osa sovelluksista toimii pilvipalveluna. Suomessa hinta koetaan haasteeksi, sillä jokaiseen TT-laitteeseen tulisi hankkia sovelluslisenssi ja se ilmeisesti koetaan kalliiksi. On kuitenkin selvää, että tutkimusten annokset tulee pystyä rekisteröimään ja tallentamaan niin, että niihin on mahdollisuus palata tarvittaessa annosten analysointia varten. Tällä hetkellä tiedämme, että joissakin radiologisia tutkimuksia tekevissä yksiköissä kerätään potilaille tehdyistä natiiviröntgenkuvista manuaalisesti annostietoja esimerkiksi polven tai kaularangan natiivikuvista. Meillä ei kuitenkaan ole tietoa, kuinka TT-tutkimuksista tehtäisiin annoskeräystä ilman selkeää annoskeräyssovellusta tai kuinka annoksia analysoitaisiin.

6.2 Työn eettisyys ja luotettavuus

Pohdimme opinnäytetyömme eettisyyttä jatkuvasti. Opinnäytetyömme toteutettiin noudattaen kuvailevan kirjallisuuskatsauksen ohjeita. Työvaiheet kirjattiin ylös ja taulukoitiin, mikä parantaa katsauksen luotettavuutta ja läpinäkyvyyttä. Metropolian opinnäytetöissä tulee noudattaa eettistä ja hyvää tieteellistä käytäntöä ja teemme työn Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettisten suositusten (ARENE 2018) ja Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) HTK-ohjeen (2012) mukaisesti. Meillä oli työssämme tutkimuslupa Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitoalueelta ja olemme haastatelleet Oulun yliopistolaisen keskussairaalan sairaalafyysikkoa annosovelluksen käytöstä. Häneltä saatuja tietoja olemme hyödyntäneet tutkiessamme Suomen tilannetta.

Valmis opinnäytetyöraporttimme on tarkistettu plagiointitunnistusjärjestelmässä Turnitissa, joka myös itsessään nostaa opinnäytetyön luotettavuutta. Välttääksemme plagiointia käytämme työssämme Metropolian kirjallisen työn ohjeita lähdeviitteiden merkin-tään. Tiedonhaku pyritään kuvaamaan mahdollisimman tarkaksi läpinäkyvyyden ja tois-tettavuuden vuoksi. Emme vääristele haettua tietoa aiheesta ja omat ajatukset ja ideat on tuotu esille ainoastaan pohdintavaiheessa.

6.3 Jatko työskentely tai tutkimusehdotuksia

Opinnäytetyön tuloksista tuli ilmi, että annoskeräysohjelmiston käytöstä on apua annosten seuraamisessa ja analysoinnissa. Jatkotutkimusehdotuksena voisi olla vertailla eri valmistajien annoskeräysohjelmistoja. Markkinoilla on paljon erilaisia sovelluksia ja niissä jonkin verran eroavaisuuksia käytössä ja käyttöliittymässä. Hyödyllistä voisi olla myös tutkia enemmän sovellusten käytön haasteita ja sitä, miten ne on ratkaistu.

6.4 Oma ammatillinen kehittyminen

Opinnäytetyön edetessä tietämyksemme tietokonetomografiatutkimuksen annoksista ja niiden optimoinnista on kasvanut. TT-tutkimuksen suorittaminen on tärkeä osa röntgenhoitajan osaamista ja työnkuvaa. Tutkimusten lisääntyessä myös annokset kasvavat, ja röntgenhoitajan täytyy omalla ammattitaidollaan pystyä pienentämään potilaan saamaa säteilyannosta. Uuden säteilylain ja Euratom-direktiivin tunteminen ja toteuttaminen kuuluu myös röntgenhoitajan osaamiseen. Tietoisuus annosten seurannan tärkeydestä on kasvanut opinnäytetyön aikana. Etenkin nyt pidämme tärkeänä tietokonetomografiatutkimusten annosten optimointia ja analysointia.

Aineiston poissulun teimme yhdessä. Kumpikin luki analyysiin valitut artikkelit itsenäisesti ja teki niistä muistiinpanoja. Pidimme tärkeänä, että molemmat lukevat opinnäytetyöhön valitut artikkelit kunnolla, sillä se auttoi meitä ymmärtämään, millaisesta sovelluksesta oli kyse. Molempien tieto lisääntyi työn edetessä annoskeräyssovellusten käyttötarkoituksesta ja hyödyistä. Myös kriittinen ajattelutapa ja kyvyt hakea tutkimustietoa lisääntyi. Aiheesta ei ole kovin paljon tutkittua tietoa, joten jouduimme tekemään erittäin tarkkoja hakuja. Koko prosessin aikana opimme enemmän tietokonetomografian annoksista, niiden optimoinnista ja analysoinnista.

Ollakseen hyvä ja ammattitaitoinen röntgenhoitaja, tulee osata ja tiedostaa asiat, jotka vaikuttavat potilaan sädealtistukseen ja -annoksiin tietokonetomografiatutkimuksissa. Röntgenhoitajat leimataan helposti vain napinpainajiksi, mutta me olemme paljon muuta. Ammattitaitoomme sisältyy paljon tietoa muun muassa TT-laitteiden toiminnasta ja asioista, jotka vaikuttavat potilaiden saamaan säderasitukseen. Mielestämme artikkeleista noussut tieto siitä, että annoskeräyssovellus ilmoittaa, milloin potilaalla on paljon TT-tutkimuksia lyhyellä ajalla, on tärkeä asia. Tämä on olennainen tieto, jolla varmasti pystytään ennaltaehkäisemään potilaan tarpeeton säteilyrasitus. Tällöin voi mahdollisesti tulla

kysymykseen vaihtoehtoinen kuvantaminen esimerkiksi magneettikuvauksella tai ultraäänitutkimuksella.

Lähteet

Aarnio, Jussi. 2017. Säteilyn suureet ja yksiköt. STUK. Etelä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Verkkodokumentti. <<https://www.stuk.fi/documents/12547/156609/Aarnio-RD2014.pdf/cbbf9340-f248-4e1e-9fcd-d782cb5c2e3c>>. Luettu 27.4.2019.

Arene 2018. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Verkkodokumentti. <<http://www.arene.fi/julkaisut/raportit/opinnaytetoiden-eettiset-suositukset/>>. Luettu 12.11.2018

Bayer. Radiation Dose Management. 2019. Verkkodokumentti. <<https://www.radiology-solutions.bayer.com/products/ct/dosemanagement/rep/>>. Luettu 6.4.2019

European Society of Radiology 2015. Summary of the European Directive 2013/59/Euratom: essentials for health professionals in radiology. Verkkodokumentti. <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13244-015-0410-4>>. Luettu 11.4.2019

Hakanen, Petteri 2018. Sovellusasiantuntija. Tromp Medical. Vantaa. Kirjallinen tiedonanto 23.10.2018.

Kaasalainen, Touko 2012. TT:n perustekniikka. HUS-Kuvantaminen. Sädeturvapäivät. Verkkodokumentti. <www.sadeturvapaivat.fi/file.php?628>. Luettu 11.10.2018

Kaijaluoto, Sampsa (toim.) 2016. Isotooppilääketieteen TT-opas. STUK opastaa. Verkkodokumentti. <<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131345/STUK-opastaa-TT.pdf?sequence=1>>. Luettu 7.10.2018.

Kankkunen, Päivi – Vehviläinen-Julkunen, Katri 2013. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki: SanomaPro.

Kortesniemi, Mika 2012. TT:n tekniikkaa: Kuvausparametrit ja niiden vaikutus kuvanlaatuun ja sädeannokseen. HUS-kuvantaminen. Sädeturvapäivät. Verkkodokumentti. <<http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?763>>. Luettu 2.9.2018.

Kortesniemi, Mika – Lantto, Eila. 2015. Tietokonetomografioiden optimointi. Säteitä säästäen, laadusta tinkimättä. Duodecim 2015; 131:42-8. Verkkodokumentti. <<https://www.duodecimlehti.fi/api/pdf/duo12009>>. Luettu 16.10.2018.

Kotiaho, Antti. 2019. Sairaalfysiikka. PPSHP, Oulun yliopistollinen keskussairaala. Oulu. Kirjallinen tiedonanto 8.3.2019.

Lajunen, Atte 2014. Röntgentoiminnan nykytila viranomaisen silmin - TT-tutkimukset. Säteilyturvakeskus. Verkkodokumentti. <<https://www.stuk.fi/documents/12547/156609/Lajunen-RD2014.pdf/e958215a-21e7-42f2-8a02-c20f97542296>>. Luettu 11.12.2018

Lääkäriliitto. 2019. Maailman Lääkäriliiton Helsingin julistus. Verkkodokumentti. <<https://www.laakariliitto.fi/liitto/etiikka/helsingin-julistus/>>. Luettu 9.4.2019.

Marttila, Olli J. Suureet ja yksiköt. STUK. Verkkodokumentti. <https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1_2.pdf/962923f7-3843-4528-8b26-67d239988ffc>. Luettu 2.9.2018.

Parakh, Anushri – Korttesniemi, Mika – Schindera, Sebastian T. 2016. CT Radiation Dose Management: A Comprehensive Optimization Process for Improving Patient Safety. Verkkodokumentti. <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2016151173?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Across-ref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed>. Luettu 15.10.2018.

Ruuhonen, Jyrki 2015. Mitä annossuureet kertovat. Seinäjoen keskussairaala. Sädeturvapäivät. Verkkodokumentti. <<http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?970>> Luettu 29.3.2019

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja, opetusjulkaisuja. Vaasan yliopisto. Verkkodokumentti. <https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf>. Luettu 22.11.2018

Salminen, Eeva 2015. Mitä Säteily on? Terveyshaittojen ehkäiseminen säteilysuojelulla. STUK. Verkkodokumentti. <<https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/terveyshaittojen-ehkaisuinen-sateilysojelulla>>. Luettu 1.10.2018.

Smith-Bindman, Rebecca – Lipson, Jafi – Marcus, Ralph – Pyo Kim, Kwang – Mahesh, Mahadevappa – Gould, Robert – Berrington de Gonzales – Miglioretti, Diana L. 2009. Radiation Dose Associated with Common Computed Tomography Examinations and the Associated Lifetime Attributable Risk of Cancer. Verkkodokumentti. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4635397/>>. Luettu 12.10.2018.

Stolt, Minna –Axelin, Anna –Suhonen, Riitta 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2., korjattu painos. Turku: Juvenes Print.

STUK säteilymittausmääräys. 2018. Säteilyturvakeskuksen määräys säteilymittauksista. Verkkodokumentti. <https://www.stuk.fi/documents/12547/8425101/S%C3%A4teilymittausm%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys_d.pdf/962daef2-d8f1-7ee8-a0b0-588b18ee8bc1>. Luettu 9.3.2019.

STUK. 2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. Verkkodokumentti. <<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125145/rontgen-sateily.pdf?sequence=1>>. Luettu 11.10.2018.

STUK. 2013. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten tietokonetomografiatutkimuksissa. Verkkodokumentti. <<https://www.stuk.fi/documents/12547/476916/paatos-2-3020-2013-potilaan-sateilyaltistuksen-vertailutasot-aikuisten-tt-tutkimus-sissa.pdf/c5d96888-3ea2-4b41-a23a-a74b1d1bebda>>. Luettu 11.4.2019

STUK. 2016.ST-ohje 1.9 Säteilytoiminta ja säteilymittaukset. Verkkodokumentti. <<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST1-9>>. Luettu 11.10.2018

STUK. 2017. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten tavanomaisissa röntgen-tutkimuksissa. Verkkodokumentti. <<https://www.stuk.fi/documents/12547/476916/Paa-tos-11-3020-2017-vertailutasot-aikuisten-tavom-r-tutkimuksissa.pdf/8ef349b0-52f4-3419-ec4a-886e950d2b38>>. Luettu 11.10.2018.

Suutari, Juha (toim.) 2016. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015. STUK. Verkkodokumentti. <<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131372/stuk-b207.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>. Luettu 1.9.2018.

Suutari, Juha 2015. Tietokonetomografian annosmittaukset: kalibrointikäytännöt ja epävarmuudet. Pro Gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Fysiikan laitos. Verkkodokumentti. <<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/45755/URN:NBN:fi:jyu-201505031708.pdf?sequence=1>>. Luettu 2.9.2018.

TENK 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkauksien käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Verkkodokumentti. <<http://www.tenk.fi/fi/hyvatie-teellinenenkaytanta>>. Luettu 22.11.2018

Tromp Medical 2018. Annoskeräysohjelmisto. Radimetrics. Verkkodokumentti. <<https://www.trompmedical.com/fi/tuotteet/kategoriat/annoskeraysohjelmisto/>>. Luettu 7.10.2018.

Liite 1. Aineiston analyysikehys

Tutkimus	Tarkoitus	Aineisto, sen keruu ja analyysi	Keskeiset tulokset	Tulokset vastauksena omaan tutkimuskysymykseen
Boos, Meineke, Bethge, Antoch, Kröpil 2015, Saksa. Dose Monitorin in Radiology Departments: Status Que and Future Perspective,	Artikkelin tarkoituksena on käydä läpi oikeudellisia velvoitteita ja annosseurantasovelluksia, tulevaa EU-direktiiviä, 2013/59/EURATOM, ajatellen. Uusi säteilylaki astuu voimaan vuonna 2018.	Yleisimmät tavat tallentaa TT:stä saatuja annostietoja on TT-annosraporttien optinen tunnistaminen ja DICOM. Markkinoilla on kuitenkin muitakin tapoja tallentaa annoskohtaisia tietoja. Jokaisesta potilaasta luodaan oma ”potilas tallenne”, jossa jokainen kuva sisältää potilaan perustiedot, CTDIvol ja DLP:n. Nämä tiedot tallentuvat normaalisti PACS:iin. Kuitenkin DICOM pitää sisällään kaiken oleellisen tiedon, kun lähdetään analysoimaan annoksia ja siellä on linkit es. kuviin. Viime vuosina annosten seurantaan on kiinnitetty enempi huomiota ja yhä enempi eri valmistajat ovat tuoneet markkinoille keinoja annosten keräykseen ja annosanalysointikeinoihin.	Tärkeänä pidettiin tietoa, jossa esim. potilaan ajallisesti saama säteilyaltistus tuli esiin reaaliajassa, varsinkin jos potilaalla oli useita CT tutkimuksia. Tuolloin vielä tasapainoiltiin erilaisin tavoin päästä käsiksi tietokantoihin. Osa tarjosi erilaisia kiinteitä käyttöohjelmia, mutta osa valmistajista tarjosi jo web-käyttöliittymiä. Kolmantena vaihtoehtona oli ratkaisua, jotka oli integroitu PACS tai RIS järjestelmään. Käytössä olleet annoslaskentasovellukset, kuten Radimetrics, Dosewatch ja DoseIntelligence käyttivät integroitua järjestelmiä. Vuonna 2015 annoslaskentasovellukset olivat vasta tulossa markkinoille, mutta oltiin jo siirtymässä aikaan, missä EURATOM:in säädökset potilaiden säteilyannosten analysoinnista alkoi näkyä. Yhä useampi yksikkö, joka oli	Voimaan astuneet EURATOM ja uusi säteilylaki ohjasi yksiköitä optimoimaan ja analysoimaan potilaiden saamia sädeannoksia TT-tutkimuksissa. Artikkelissa käsiteltiin, kuinka yksiköt haluavat hyötyä annoskeräysovelluksen antamasta tiedosta, sillä siitä koettiin olevan selkeä hyötyä annosten analysoinnissa.

			osallistunut vuonna 2014 KLAS Enterpricen kyselyyn, heistä 83% oli joko hankkinut tai etsimässä sopivaa annoslaskentasovellusta.	
De Bondt, Mulken, Zanca, Pyfferoen, Caselman, Parizel 2016, Belgia ja Ranska. Benchmarking pediatric cranial CT protocols using a dose tracking software system: a multi-center study.	Tutkimuksen on tarkoitus tuoda esille eri CT-menettelmien säteilyannosten ja parametrien vertailujen tuloksia, jotka kerättiin annoslaskentasovelluksilla vuoden ajalta kolmesta eri sairaalasta.	Aineistoon kerättiin vuoden ajalta (heinäkuu 2013 – heinäkuu 2014), lasten pään/aivojen CT -kuvausten säteilyannoksia kolmesta eri sairaalasta. Ikä haarukka oli vrk ikäisestä 15 -vuotiaaseen. Aineiston keruu tehtiin reaaliaikaisella annoslaskentasovelluksella, DoseWatch:illa (GE Medical Systems). Tallennettavat tiedot olivat ikä, lähete, kuvaukseen liittyvä tieto, kuten DLP, CTDIvol sekä uusintaotosten määrä. Saatu data siirrettiin Dose Watch:lta Excel -taulukkoon ja jälki käsiteltiin tilasto-ohjelmisto IBM SPSS 21:llä. Tulokset analysoitiin kliinisten indikaatioiden ja säteilyannosten mukaan ikäryhmittäin. Tilastollisten erojen arvioimiseksi käytettiin kaksisuuntaista varianssi analyysia (ANOVA = engl. Analysis of Variance), jolla saatiin analysoidua tilastollisia eroja ryhmien välillä.	Tutkimuksen kokonaismäärä oli n=296, joista ikäryhmät jakautuivat seuraavanlaisesti: 0 – 1 -v 10%, 1 – 5 -v 24%, 5 – 10 -v 20% ja 10 – 15 -v 46%. Tutkimuksissa huomattiin eroja sairaaloiden välillä, mutta kokonaisuudessaan kaikkien kolmen sairaalan kerätyt annostiedot (DLP ja CTDIvol) olivat mediaaniarvoiltaan verrattuna muihin maihin ja kansainvälisten DRL (engl. Diagnostic Reference Levels) tasojen alapuolella. Dose Watch laitteen käyttö osoitti, että eri ikäisten CT kuvausten sädeannokset nousivat lineaarisesti nuoremasta vanhempaan. Annoskeräyssovelluksen käyttö todisti, että sillä on useita etuja ja hyötytekijöitä säteilyannosten optimointi prosessissa. Etuja ovat: 1) voidaan valvoa laatua, huomioiden kuitenkin ALARA -peri-	Tässä tutkimuksessa tuli selkeästi esille annoslaskentasovellusten hyödyt annosten optimoinnissa. Sovelluksen käytön myötä haluttiin kehittää ja alentaa lasten aivojen/pään CT kuvausten sädeannoksia. Sovellusten käytöstä koettiin saavan useita etuja ja hyötytekijöitä säteilyannosten optimointi prosessissa. Etuja olivat: 1) laadun valvonta, 2) mahdollistaa tasalaatuisen säteilyannos optimoinnin eri koneiden välillä, 3) annostiedot voidaan kerätä ja analysoida tuloksia, 4) olennaisin hyöty annoslaskentasovelluksella on paljastaa potilaiden tarpeettomat säteilyannokset, joka on myös tärkeä eettinen kysymys.

		<p>Kaikki kolme sairaalaa käyttivät iteratiivista tapaa kehittää ja alentaa lasten aivojen/pään CT kuvausten sädeannoksia. Tämä koettiin hyödylliseksi, jotta säteilyannoksia saatiin madallettua yhtenevästi, mutta samalla ylläpitämään kuvien hyvää laatua ja putkivirran (mAs) mahdollista sääntämistä.</p>	<p>aatteen, 2) mahdollistaa tasa-laatuisen säteilyannos optimoinnin, mm. saman sairaalan eri koneiden välillä sekä pienemmät annosvaihtelut eri tutkimuksien välillä, 3) annostiedot voidaan kerätä annoslaskentasovellukseen ja täten mahdollistaa säteilyannosten lisäanalysoinnin millä tahansa käytössä olevalla ohjelmalla, 4) olennaisin hyöty annoslaskentasovelluksella on paljastaa potilaiden tarpeettomat säteilyannokset, joka on myös tärkeä eettinen kysymys.</p>	
<p>Ghetti, Ortenzia, Palleri, Sireus 2016, Italia. Definition of local diagnostic reference levels in a radiology department using a dose tracking software.</p>	<p>Artikkelin tarkoitus tuoda esille sairaalan kokemuksia ohjelmistosta, jossa on käytetty IDRL:ää (engl. local Diagnostic Reference Levels) radiologisille tutkimuksille, joita yleisesti pidetään annosmittausten kannalta tärkeinä.</p>	<p>Aineisto artikkeliin kerättiin mammografia ja TT-tutkimuksista, joista jälkimmäisestä olemme kiinnostuneita tässä analyysissä. Aineisto kerättiin viidestä TT-laitteesta ja keräyksessä käytettiin Radimetrics annoslaskentasovellusta. Radimetrics liitettiin jo olemassa olevaan RIS-PACS järjestelmään. Kaikki tiedot tarkistettiin, että olivat täydellisiä ja johdonmukaisia sekä kaikki kerätyt potilastiedot käsiteltiin Radimetrics sovelluksella anonyymisti.</p> <p>Annoskeräys tehtiin viiden kuukauden ajalta (maalis –</p>	<p>TT-tutkimuksia tehtiin yhteensä 17 659. 27% tutkimuksista poistettiin, koska poikkeivat tutkimuksiin halutuista tutkimuksista, esim. poikkeava kuvausalue. Lopullinen tutkimuksiin otettu määrä oli n=12 766, joista 4811 oli miehiä ja 4926 naisia.</p> <p>Tutkimuksen tulokset olivat hyviä, sillä Radimetrics-analyysin jälkeen todettiin, että CTDIvol olivat useita kymmeniä prosentteja pienempiä ja DLP tulokset olivat myös hyvin vertailukelpoisia.</p> <p>Sairaala koki Radimetrics-sovelluksen käytön positiivisena</p>	<p>Sovelluksen käyttö mahdollisti jatkossa reaaliaikaisen annosten optimoinnin ja korkeisiin potilaiden säteilyannoksiin voitiin reagoida reaaliajassa.</p>

		elokuu 2015). Kerättävät tiedot olivat: ID, ikä, sukupuoli, AC numero, kuvattava alue, kuvasarjan nimi, jokaisen TT: tekniset parametrit ja säteilyaltistustiedot (CTDIvol, DLP ja potilaan koon annosarvio). Jotta Radimetrics laski oikeat elinannokset, etukäteen tehtiin simuloitteja erilaisilla fantomeilla ja TT-kuvausprotokoleilla.	asiana ja kokivat saavansa siitä paljon hyötyä. Sovellukseen saa hälytyksen, sovellus on tuottava ja se sisältää hyvät vertailuanalyysityökalut. Radimetrics mahdollistaa myös annosten hallinnan ja tarvittavien annosoptimointien teon reaaliajassa.	
Heilmaier, Treier, Merkle, Alkadhi, Weishaupt, Schindera 2018, Sveitsi. National survey on dose analysis in computed tomography.	Säteilyä käytettävien tutkimusten määrä on selvästi kasvanut viimeisen 30 vuoden aikana. Säteilyannosten nousu johtuu TT tutkimusten määrän kasvusta. Maailmanlaajuisesti onkin lähdetty kampanjoihin erilaisin kampanjoin tietoisuutta säteilyn vaaroista ja säteilyntuoton vastuista. Kampanjoissa korostettiin säteilyturvallisuutta ja eritoten sitä korostettiin Euroopan Unionin viimeisimmän direktiivin Euratomin toimesta (2013/59/EURATOM). Tämä oli kansallinen tutkimus, jossa arvioitiin CT:n annosdata-analyysin nykyistä käytäntöä.	Kansallisen tutkimuksen teki sveitsiläisen Society of Radiology.yhteistyössä Swiss Society of Radiobiology and Medical Physics ja Swiss Federal Office of Health (FOH) kanssa. Kyselyyn osallistuminen oli vapaaehtoista ja kysely lähetettiin kaikkiin julkisiin ja yksityisiin sairaaloihin, joissa oli vähintään yksi tavallinen TT laite. (PET-CT, SPECT-CT ja sädehoitoon liittyvät suunnittelu TT laitteet oli poissuljettu tutkimuksesta.) Kysely lähetettiin sähköpostilinkkinä. Kyselyitä kerättiin yhden kuukauden ajan (elokuun puolesta välistä syyskuun puoleen väliin vuonna 2017). Kysely sisälsi 19 kysymystä, joista 16 oli monivalinta- ja 3	Tutkimukseen vastasi 63%, eli n=152 kaikista Sveitsin sairaaloista, joissa oli TT-laite. Suurin osa annoista tallennettiin PACS:iin, toiseksi suosituin tapa tallentaa tietoja oli ulkoiseen tietokantaan. Melkein puolet (49%) käytti molempia tapoja, kun vain 40% käytti pelkästään PACS:ia. Vastaajista 79% (n=120) analysoivat annoksia säännöllisesti. Näistä 42% (n=50) teki analyysin jollakin annoslaskenta sovelluksella. Ne yksiköt, joissa annosanalyysi tehtiin annoslaskentasovelluksilla kuukausittain, oli yli puolet (n=26/50), loput yksiköt tekivät analyysin 1 - 10 kertaa vuodessa.	Artikkelissa käsiteltiin säteilyannosten analysointia, kuinka niitä toteutettiin. Tutkimus osoitti, että annoslaskentasovellusten käyttö voi selkeästi parantaa ionisoivan säteilyn käytön turvallisuutta ja laadunhallinnan kontrollointia

		<p>vapaa kirjoitus kysymyksiä. Kysymykset jaettiin neljään osioon: 1) yleiset tiedot laitoksen CT laitteesta, 2) sillä hetkellä käytössä oleva annosten analysointi tapa, 3) käytössä oleva annoslaskentasovellus, 4) Nykyiset toimet, joilla on paranneltu potilaiden altistusta säteilylle TT-tutkimuksissa?</p> <p>Vastaukset kerättiin anonyymisti.</p> <p>Vastausten analyysin suoritti valtuutettu radiologi, jolla oli opintoja laadunhallinnasta.</p>	<p>Reaaliaikainen annosten seuranta, joka antoi saman tien kuvauksen päätyttyä arvioinnin potilaan annosoptimoinnin suunnitelluista annosrajoista, oli käytössä rutiinisti kyselyyn vastanneista, 42% (n=21/50). Yli puolet 52% (n=26/50), joilla sovellus oli käytössä, vastasivat, että reaaliaikainen analysointi oli es. liian aikaa vievää ja loput 6% (n=3/50) perusteli käyttämättömyyttä teknisiin ongelmiin. Mielenkiintoinen asia kohdistui niihin yksiköihin, jotka tekivät analyysin manuaalisesti 58% (n=70/120). Näistä 43% (n=30/70) suunnittelivat annoslaskentasovelluksen hankintaa ja 57% (n=40/70) olivat sitä mieltä, etteivät sovellusta investoi. Tutkimuksen yllätys oli, että jopa 21% (n=32/152) eivät tehneet ollenkaan säännöllistä annosanalysointia.</p> <p>Ne yksiköt 42% (n=50/120), joilla oli annoslaskentasovellus käytössä, käyttivät laitteita seuraavin jaoin: 40% (n=20) Radimetrics, 32% (n=16) DoseWatch, 12% (n=6) Tqm/Dose, 6% (n=3) Dose-Wise, 10% (n=5) jokin muu.</p> <p>Artikkelin johtopäätöksenä oli, että vuonna 2018 voimaan</p>	
--	--	---	---	--

			<p>tullut uusi EURATOM direktiivi, joka sisältää perus turvallisuus standardit koskien ionisoivan säteilyn vaaroista yhdessä muiden tietoisuutta lisäävien kampanjoiden, ovat lisänneet ionisoivaa säteilyä käyttävien kuvantamisyksiköiden säteilysuojelun ja turvallisuus tietoisuutta. Kaikki tutkimukseen osaa ottaneet yksiköt ovat kiinnostuneita direktiivin tuomasta vastuusta ja sitoutuneet toteuttamaan laadukasta säteilyturvallisuutta.</p> <p>Tutkimus osoitti, että annoslaskentasovellusten käyttö voi selkeästi parantaa ionisoivan säteilyn käytön turvallisuutta ja laadunhallinnan kontrollointia</p>	
<p>Heilmaier, Zuber, Brujins, Ceyrolle, Weishaupt 2015, Sveitsi ja Ranska. Implementation of dose monitoring software in the clinical routine: first experiences.</p>	<p>Lääketieteellisen kuvantamisen seurauksena säteilyaltistus on lisääntynyt merkittävästi viime vuosikymmeninä. Potilaan säteilyaltistuksen valvonnan ja rekisteröinnin työkaluksi sairaalassa otettiin käyttöön annosseurantaohjelmisto.</p>	<p>Aineistoon kerättiin TT-annostiedot heinäkuusta 2014 helmikuuhun 2015 ja ne analysoitiin takautuvasti annosseurantaohjelmistolla. Ennalta määrättyjä annosrajoja ylittäviä tuloksia ja hälytysten syitä arvioitiin ja verrattiin kahden TT-laitteen tietoja.</p>	<p>Yhteensä 8883 tutkimusta kahdella laitteella, näillä havaittiin 316 ilmoitusta. Hälytysten syyt olivat korkea BMI (51%), potilaan keskittäminen (24%), tutkimuksen toisto (11%), ortopediset proteesit (9%) tai muut (5%).</p>	<p>Annosseurantaohjelmiston käyttö toimi onnistuneesti ja se antoi tärkeitä tietoja potilaan säteilysuojelusta.</p>

<p>Parakh, Kortnesniemi, Schindera 2016, Sveitsi ja Suomi. CT Radiation Dose Management: A Comprehensive Optimization Process for Improving Patient Safety.</p>	<p>TT-tutkimusten kasvavat määrät ovat tehneet TT:sta yhden suurimmista lääketieteellisen säteilyn aiheuttajista. Laitevalmistajat ovat kiinnittäneet huomiota erilaisiin keinoihin vähentää säteilyä tutkimuksen aikana ja vähitellen on huomattu myös annosten hallinnan tärkeys.</p>	<p>2013 asennettiin Radimetrics-ohjelmisto Sveitsiin, Baselin yliopistollisen sairaalan radiologian ja lääketieteen klinikalle. Ohjelmisto asennettiin aluksi TT:lle, koska ne kattavat suurimman osan kokonaissäteilyannoksesta. Aluksi luotiin monialainen annostiimi, johon kuului radiologi, fyysikko, tekniikko ja it-asiantuntija. jokaisella on oma roolinsa. Asennuksen jälkeen varmistettiin, että jokaisen TT-laitteen kaikki kuvausprotokollat olivat samantaisia. TT-annosten hallinta segmentoitiin kahteen osaan, potilastason ja vakiintuneeseen tasoon. Potilastasolla tärkein tavoite oli seurata kumulatiivisesti potilaiden efektiivisiä annoksia. Ohjelmiston antama efektiivinen annosarvio perustuu elimien annosarvioihin, jotka ottavat huomioon anatomisesti kartoitetun skannausalueen, ja potilaan halkaisijan kussakin pitkittäisleikkauskohdassa (z-suunnassa). Efektiivistä annosta on käytetty vain vertaamaan ja seuraamaan potilaiden säteilyaltistusasteellisenä CT-tutkimuksista, kuten IRCP suositteli vuonna 2007.</p>	<p>Ohjelmiston antaman tiedon avulla kiinnitettiin huomiota potilaisiin, joille tehtiin useita TT-tutkimuksia ja joille kertoi suuria efektiivisiä annoksia, esimerkkinä nuori potilas, jolle tehtiin 14 tutkimusta 6 kk aikana (170 mSv). Radiologi saa tiedon nopeasti kasvavasta kumulatiivisesta annoksesta. Seurattaessa tutkimuksia taaksepäin, huomattiin, että jotkin TT-tutkimukset olisi voitu korvata magneetti tai ultraäänitutkimuksella. Tällaisten tapahtumien perusteella asetettiin annosvaroitusta kumulatiiviselle annokselle 50 msv alle 40-vuotiaille ja 100 mSv yli 40.</p>	<p>Käyttämällä annos seurantaohjelmaa voidaan optimoida radiologisia resursseja reaaliaikaiseksi seurannaksi. Annostiedot voidaan muuttaa raporteiksi, joita radiologit, fyysikot ja teknikot voivat analysoida.</p>
---	---	---	---	--

		Tavoitteena oli tunnistaa 20 useimmiten suoritettua TT-protokollan keskimääräiset annokset, jotka ovat n. 90% kaikista TT-tutkimuksista. Ohjelmisto seuraa kunkin TT-tutkimuksen annosta, laskee keskimääräiset annosmitaukset (esim. CTDI vol , DLP , SSDE , efektiivinen annos) eri protokollille, jotka perustuvat tuhansiin tutkimuksiin, ja antaa yleiskuvan TT-annokista.		
Zinsser, Marcus, Othman, Bamberg, Nikolaou, Flohr, Notohamiprodo 2017, Saksa. Dose Reduction and Dose Management in Computed Tomography – State of the Art.	Artikkelin tarkoituksena on antaa yleiskatsaus TT:n annoksen pienentämisestä ja tuoda esiin nykyisin käytävissä olevat työkalut annoshallinnassa. TT-tutkimuksia tehdään yhä enemmän ja ne aiheuttavat huomattavan osan säteilyaltistuksesta.	Katsaus 69 tutkimukseen annoksen pienentämisestä	Oikea indikaatio on ratkaiseva kullekin TT-tutkimukselle. Tutkimusprotokolla on räätälöitävä lääketieteellisen kysymyksen ja potilaan mukaan. Useat tekniset innovaatiot mahdollistavat huomattavan annoksen pienentämisen kuvanlaadulla. Annoksen hallinta erityisillä ohjelmistotyökaluilla on tärkeää.	Tekniset innovaatiot, joissa putkivirta ja jännite mukautetaan yksilöllisesti ja iteratiivinen kuvankäsittely mahdollistavat huomattavasti annoksen pienentämisen säilyvällä kuvanlaadulla. Ohjelmistotyökalut pystyvät käsittelemään valtavia tietomääriä ja mahdollistamaan olemassa olevien tutkimusprotokollien optimoinnin.