



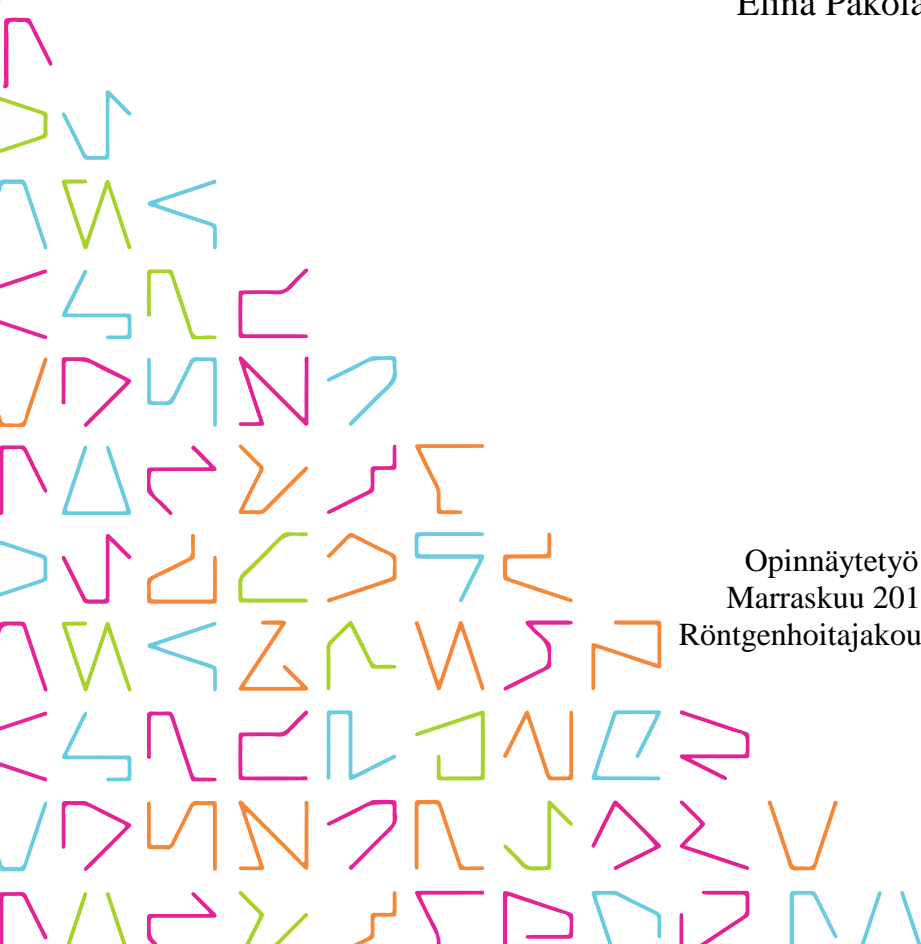
TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

HAMPAISTON JA LEUKOJEN ALUEEN OR- TOPANTOMOGRFIA- JA KARTIOKEILA- TIETOKONETOMOGRFIA TUTKIMUSTEN SÄTEILYANNOSTEN VERTAILU

Johanna Huovinen

Elina Pakola

Opinnäytetyö
Marraskuu 2018
Röntgenhoitajakoulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Röntgenhoitajakoulutus

HUOVINEN JOHANNA & PAKOLA ELINA:

Hampaiston ja leukojen alueen ortopantomografia- ja kartiokeilatietokonetomografiatutkimusten säteilyannosten vertailu

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Marraskuu 2018

Hammasröntgentutkimus on yksi yleisimmistä röntgentutkimuksista Suomessa. Ortopantomografian (OPTG) aiheuttama säteilyannos on suhteellisen pieni, mutta suuren käyttömäärän vuoksi säteilyannosta on tärkeää seurata. Kartiokeilatietokonetomografia (KKTT) on tullut OPTG:n rinnalle tarjoten kolmiulotteisia ja korkealaatuisia kuvia hampaiston ja leukojen alueesta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä yhteistyökumppanin tietoa heidän OPTG- ja KKTT-laitteella tehtyjen hampaiston ja leukojen röntgentutkimusten säteilyannoksista. Tarkoituksena oli selvittää röntgentutkimusten säteilyannokset kahdella indikaatiolla, joita olivat infektiokukset ja leukanivelten ongelmat, sekä vertailla OPTG:n ja KKTT:n säteilyannoksia toisiinsa.

Opinnäytetyö toteutettiin kvantitatiivisena tutkimuksena. Säteilyannokset kerättiin yhteistyökumppanilta tiedonkeruulomakkeen avulla. Saatu havaintoaineisto analysoitiin käyttäen taulukkolaskentaohjelmaa.

OPTG-tutkimuksissa käytettiin molemmilla indikaatioilla samaa laitetta. KKTT-tutkimuksissa käytettiin kahta eri laitetta (KKTT-A ja -B) infektiokukset-indikaatiolla ja leukanivelten ongelmat -indikaatiolla käytettiin koko ajan samaa, kolmatta laitetta (KKTT-C). Tulosten mukaan potilaiden saama säteilyannos vaihteli OPTG-tutkimuksissa välillä 70–124 mGy*cm². KKTT-tutkimuksissa säteilyannokset vaihtelivat välillä 151–1864,5 mGy*cm².

OPTG-tutkimuksissa säteilyannokset vaihtelivat käytettyjen kuvausarvojen mukaan. KKTT-tutkimuksissa säteilyannoksiin vaikuttivat käytetyt kuvausarvot ja resoluutio sekä kolmen eri laitteen tekniset ominaisuudet. Potilaan saama säteilyannos oli keskimäärin huomattavasti suurempi KKTT-tutkimuksissa kuin OPTG-tutkimuksissa.

Avainsanat: ortopantomografiatutkimus, kartiokeilatietokonetomografiatutkimus, säteilyannos, indikaatio

ABSTRACT

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

HUOVINEN JOHANNA & PAKOLA ELINA:

Comparison of Radiation Doses in Dental Orthopantomography and Cone-Beam Computed Tomography Examinations

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 1 page

November 2018

The objective of this study was to provide a collaboration partner with information about radiation doses in dental radiography performed by their orthopantomography (OPG) and cone-beam computed tomography (CBCT) devices. The purpose was to find out radiation doses in two different indications focal infection and problems with temporomandibular joint, and compare the radiation doses between OPG and CBCT.

This approach of the study was quantitative. The radiation doses were gathered from the partner with a data collection form. The radiation doses were presented as DAP values. The dose data were analysed statistically.

In OPG examinations the same device was used in both indications. In CBCT examinations two devices (CBCT-A and -B) were used in focal infection indication and in problems with temporomandibular joint another CBCT device (CBCT-C) was used. The results indicated that the radiation doses varied on OPG examinations between 70–124 mGy*cm². In CBCT examinations radiation doses varied between 151–1864,5 mGy*cm².

In OPG the radiation doses varied according to the used exposure parameters. Used exposure parameters, resolution and the technical features of the three different devices affected to the radiation doses in CBCT. A patient's radiation dose was notably higher in CBCT than in OPG.

Key words: orthopantomography examination, cone beam computed tomography examination, radiation dose, indication

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	HAMPAISTON JA LEUKOJEN ALUEEN ORTOPANTOMOGRFIA- JA KARTIOKEILATIETOKONETOMOGRFIATUTKIMUKSET	6
3	IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTTÖ RÖNTGENTUTKIMUKSISSA	10
	3.1 Ionisoivan säteily ja sen terveysvaikutukset	10
	3.2 Säteilysuojelun periaatteet	11
	3.3 Toiminnan laadunvarmistus.....	12
	3.3.1 Laadunvarmistus röntgentoiminnassa.....	12
	3.3.2 Itsearviointi röntgentoiminnassa	13
	3.4 Säteilyannokseen vaikuttavia tekijöitä.....	14
	3.5 Säteilyannoksen määrittäminen	17
4	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSONGEL- MAT	18
5	MENETELMÄLLISET LÄHTÖKOHDAT	19
	5.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä	19
	5.2 Aineiston keruu	20
	5.3 Aineiston analysointi	21
6	TUTKIMUSTULOKSET.....	22
7	POHDINTA.....	25
	7.1 Tulosten tarkastelu	25
	7.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	27
	7.3 Oma oppimiskokemus ja jatkotutkimusehdotus	29
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET	36
	Liite 1. Tutkimuksessa käytetty tiedonkeruulomake.....	36

1 JOHDANTO

Hammasröntgentutkimuksia tehdään paljon suhteessa muihin röntgentutkimuksiin (STUK 2017a). Suutarin (2016, 10–11, 18) STUK:lle toimittaman raportin mukaan vuonna 2015 Suomessa tehtiin noin 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta, joista erilaisia hammasröntgentutkimuksia oli 2 061 863 kpl sekä hampaiston ja leukojen kartiokeilatieläöntietokonetomografiatutkimuksia (KKTT) 13 572 kpl.

Ortopantomografia (OPTG) on rutiininomainen työkalu diagnostiikassa, josta aiheutuu suhteellisen pieni säteilyannos. Suuren käyttömäärän takia on tärkeää arvioida ja minimoida OPTG:sta aiheutuvaa säteilyannosta, koska kuvausalueen lähellä sijaitsee sädeherkkiä elimiä, kuten silmät ja kilpirauhanen. Viime vuosina kartiokeilatieläöntietokonetomografia (KKTT) on vakiinnuttanut asemansa hampaiden, leukojen ja kasvojen kuvausmodaaliina tarjoten kolmiulotteisia ja korkealaatuisia kuvia erityisesti luukudoksesta. (Aytugar ym. 2017.)

Laadunvarmistuksen avulla varmistetaan röntgenlaitteen toiminnan turvallisuus ja kliinisen kuvanlaadun riittävyys minimoiden potilaan säteilyannoksen sekä henkilökunnan säteilyaltistuksen. Laadunvarmistus jaetaan tekniseen laadunvarmistukseen ja toiminnan laadunvarmistukseen. (STUK 2011a.) Säteilyannosten määrittäminen ja analysointi ovat yksi itsearviointin kohteista (STUK 2014a) ja itsearviointi on osa toiminnan laadunvarmistusta (STUK 2011a).

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan ortopantomografia- ja kartiokeilatieläöntietokonegrafiailaitteilla tehtyjen tutkimusten säteilyannosten välisistä eroista ja verrataan näitä toisiinsa. Opinnäytetyön aihe saatiin yhteistyökumppanilta. Aiheen valintaan vaikutti mielenkiinto hammaskuvauksia kohtaan ja omat kokemukset hammaskuvantamisesta sekä potilaina että hoitajana. Suutarin (2016, 10–11, 18) raportin mukaan hammaskuvantaminen on todella yleistä Suomessa. Tämän vuoksi on tärkeää seurata potilaille aiheutuvia säteilyannoksia. Yhteistyökumppani voi hyödyntää tätä opinnäytetyötä osana laadunvarmistusta, kun he tarkastelevat säteilyannoksia (STUK 2014a).

2 HAMPAISTON JA LEUKOJEN ALUEEN ORTOPANTOMOGRAFIA- JA KARTIOKEILATIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSET

Hampaiston ja leukojen alueen kuvauksessa, OPTG:ssa, käytetään Yrjö Paateron 1960-luvulla Suomessa suunnittelemaa laitetyyppiä, jonka avulla voidaan kuvata koko hampaisto ja leukojen alue yhdellä kerralla. OPTG-kuva on röntgenkuva potilaan hampaiston ja leukojen alueelta. Kuvassa tulee näkyä anatomiset rakenteet vaakasuunnassa korvasta korvaan ja silmäkuopista leuan kärkeen. (Pietilä 2014.)

OPTG:lla saadaan nopeasti ja vaivattomasti tietoa esimerkiksi hampaista ja niiden lukumäärästä, sijainnista ja kunnosta, kuten hampaiston kehityksestä tai hampaiden poikkeavuuksista (Pietilä 2014). Kuvauksen kesto vaihtelee 16–20 sekunnin välillä (Scarfe & Williamson 2007, 6). OPTG:n yleisimpiä indikaatioita ovat hampaiston ja leukojen tulehdusdiagnoosi, traumadiagnostiikka ja oikomishoidon tueksi tehtävä hampaiden sijainnin arviointi (Tervaniemi 2015). Kuvausmenetelmä sopii leukaluiden muutosten, leukanivelten ja poskionteloiden tutkimiseen (Pietilä 2014.) OPTG on yleisesti käytetty tutkimusmenetelmä kaikilla erikoisaloilla arvioitaessa suu- ja hammassairauksia (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 63). Menetelmää käytetään myös peruskartoitukseen esimerkiksi päivystystapauksissa, kuten infektioissa ja traumatapauksissa (Järnstedt n.d.).

OPTG-kuvaus on natiiviröntgentutkimus, eli kuvan kontrasti perustuu kudosten erilaisiin säteilyn vaimennusominaisuuksiin (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 63; Järnstedt n.d.). Menetelmälle on tyypillistä kuvautuvan kerroksen paksuuden aiheuttamat ongelmat erityisesti leukojen alueella sekä useat muut kuvattavan asetteluun liittyvät seikat (Järnstedt). Huonoihin puoliin lukeutuu myös kuvien geometriset vääristymät. OPTG:n etuina ovat helposti ja melko nopeasti saatu laaja kuva-ala hampaiston alueelta ja alhainen potilaan saama säteilyannos (Bourgeois 2000).

OPTG-kuva syntyy, kun röntgenputki ja detektori kiertävät vastakkaisilla puolilla potilaan pään ympärillä. OPTG-laitteessa säteily rajataan kapeaksi keilaksi röntgenputken kaihtimilla. Säteilykeilan pyörähdysakseli asettuu potilaan sisälle, ja se vaihtaa paikkaansa kuvauksen aikana, jotta säteilyn kulkusuunta olisi kaikissa hampaiston kohdissa kohtisuorassa hampaistoa vasten. Kun haluttu kuvattava kohde on kauempana detekto-

rista, on detektorin liikkeen oltava nopeampaa suhteessa potilaaseen kuin silloin, kun kuvattava kohde on detektoria lähempänä. Röntgenputken ja detektorin liike saa aikaan terävänä kuvautuvan kerroksen, ja tuloksena saadaan panoraamakuva. OPTG-laitteen detektori on suojattu potilaasta siroavalta säteilyltä detektorin edessä olevalla sekundaarikaihtimella, eikä laitteessa ei tarvita muita hajasäteilyn poistamiskeinoja. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 73–75.)

Vuonna 1998 (Mozzo ym.) julkaistiin ensimmäinen tutkimus KKTT-laitteesta, jota suunniteltiin hammaslääketieteelliseen käyttöön. Hampaiston ja leukojen alueen kuvantamisessa KKTT-laitteita käytetään kovakudosrakenteiden yksityiskohtaisempaan tutkimiseen, kun tavanomaiset röntgentutkimusmenetelmät (OPTG-, intraoraali- tai kefalometrinen tutkimus) eivät riitä (Suomalainen & Koskinen 2013, 1039; STUK 2011b, 3). Euroopassa on laadittu näyttöön perustuvia päivitettäviä suosituksia KKTT:n indikaatioista, optimoinnista sekä kuvauskriteereistä (Horner ym. 2009). KKTT:n yleisimpiä indikaatioita ovat muun muassa implanttisuunnittelun kuvaukset, viisaudenhampaiden sijainnin selvittäminen, erilaiset juurihoito-ongelmat ja leukanivelten ongelmat (Peltonen 2015).

Hampaiston ja kasvojen alueen KKTT-laitteet on kehitelty kuvaamaan nopeasti kovakudosrakenteita. Kuvaus kestää yleensä noin viidestä sekunnista alle 20 sekuntiin. (Suomalainen & Koskinen 2013, 1038.) KKTT:ssa käytetty matala sähkövirta ja lyhyt kuvausaika vähentävät potilaan saamaa säteilyannosta ja kuvat ovat diagnostisesti riittävän laadukkaita, kun arvioidaan korkeakontrastisia rakenteita suun ja leuan alueella. Joissakin KKTT-laitteissa käytetään nykyään pulsoivaa säteilyä eli röntgensäteily pysäytetään sen ajaksi, kun signaali siirtyy detektorilta tietokoneelle. Tämä vähentää potilaan saamaa säteilyannosta entisestään. (Chau & Fung 2009, 563–564.)

KKTT-laitteessa on pyörivä gantry, jossa on kiinni sekä säteilylähde että detektori. Pyramidin tai kartion muotoinen säteilykeila suunnataan kuvattavan kohteen läpi toisella puolella sijaitsevalle detektorille. Gantry pyörii kuvattavan kohteen ympärillä 360 astetta tai vähemmän, ja ottaa samalla useita (150 – 200) kaksiulotteisia (2 D) röntgenkuvia. Kaksiulotteisista kuvista kone rakentaa matemaattisesti kolmiulotteisen (3 D) kuvan kuvatusta kohteesta. Kolmiulotteisessa datassa on isometriset (yhdenkokoiset) kolmiulotteiset kuva-alkiot eli vokselit. (Suomalainen & Koskinen 2013, 1037–1038.) KKTT:ssa, joka on suunniteltu hampaiston kuvantamiseen, vokselin sivun mitta on

0,076 – 0,4 mm (Scarfe & Farman 2008, 718 – 719). Valmista kolmiulotteista kuvaa voidaan katsella halutusta suunnasta. Kuvakenttä (field of view = FOV) on pyöreä tai sylinterin muotoinen ja kuvakentän koko ja sen eri vaihtoehdot ovat laiteriippuvaisia. Kuvakenttä voi vaihdella senttimetreistä koko pään kokoiseen alueeseen. KKTT-laitteella kuvatessa potilas voi joko istua, seistä tai maata, riippuen laitteesta. (Suomalainen & Koskinen 2013, 1037–1038.)

Shinin ym. (2014, 1–3) Koreassa tekemän tutkimuksen mukaan KKTT:lla tehdyn hampaiston tutkimuksen säteilyannos on suurempi kuin OPTG:lla tehdyn tutkimuksen säteilyannos. Kahden eri KKTT-laitteen (Alphard 3030 ja Rayscan Symphony) säteilyannoksia verrattiin OPTG-laitteella (CRANEC 3+CEPH) saatuihin säteilyannoksiin. Kuvauskohteina olivat aikuisten potilaiden leukanivelet, hampaiden implantit ja hampaat. Kahdella KKTT-laitteella saadut säteilyannokset olivat moninkertaisia verrattuna OPTG-laitteen säteilyannoksiin. DAP-arvo (annoksen ja pinta-alan tulo) OPTG-laitteella oli 79,9 mGy*cm ja efektiivinen annos 6,39 µSv. DAP-arvot KKTT-laitteilla olivat 396–3349 mGy*cm² ja efektiiviset annokset olivat 50,6–428,3 µSv. Efektiivinen annos on suure, joka kuvaa säteilystä aiheutunutta terveydellistä kokonaishaittaa (STUK n.d.a).

Saksassa vuonna 2016 tehdyn tutkimuksen perusteella KKTT:a ei suositella käytettäväksi kaikille oikomishoidon potilaille ALARA-periaatteen perusteella (Signorelli, Patcas, Peltomäki & Schätzle 2016, 14). Periaatteen mukaan potilas altistetaan mahdollisimman pienelle säteilyannokselle kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista (Säteilylaki 1991/592).

Vuonna 2017 Intiassa tehdyn tutkimuksen mukaan KKTT:lla otetut hammaskuvat ovat informatiivisempia ja näyttävät enemmän tärkeitä yksityiskohtia kuin kaksiulotteiset OPTG-kuvat. Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida OPTG:n ja KKTT:n kuvien luotettavuutta. OPTG-kuvissa havaittiin myös enemmän vääristymiä ja venymiä kuin KKTT-kuvissa. Tutkimuksessa potilaat kuvattiin sekä KKTT-laitteella että OPTG-laitteella. KKTT:lla käytetyt kuvasarvot olivat 120 kV ja 5 mA ja OPTG-laitteella kuvasarvot olivat 120 kV ja 34 mAs. (Sahota ym. 2017, 665.)

OPTG-tutkimus on hampaiston ja leukojen alueen peruskuvauksena. KKTT-tutkimus tehdään tarvittaessa peruskuvauksen jälkeen, jos otetusta OPTG-kuvasta ei saada tarvitta-

vaa informaatiota. (Kallio-Pulkkinen 2017.) Käypä hoito -suositusten (2014, 2016a, 2016b, 2016c, 2017) mukaan OPTG on ensisijainen kuvausmenetelmä viisaudenhampaiden, purentaelimistön toimintahäiriöiden, parodontiitin eli hampaan kiinnityskudosten sairauksien, juurihoidon ja hammasperäisten äkillisten infektioiden kuvantamisessa. KKTT-tutkimus on aiheellinen, kun tutkitaan esimerkiksi leukanivelen degeneratiivisia muutoksia, vaikeasti tulkittavia murtumia, murtumien jälkitiloja, kasvainpäälyjä, hermokanavan ja alaviisaudenhampaan juurten suhdetta ja ankylooseja eli niveljäykistymiä (Käypä hoito -suositus 2014; Käypä hoito -suositus 2016c).

3 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTTÖ RÖNTGENTUTKIMUKSISSA

3.1 Ionisoivan säteily ja sen terveystvaikutukset

Säteily kuuluu luonnollisena osana elinympäristöömme. Ionisoivaa säteilyä on vaikea hahmottaa jokapäiväisessä elämässä, koska säteilyä ei ole mahdollista aistia. Ionisoiva säteily on terveydelle haitallista, koska se pystyy irrottamaan säteilylle altistuneesta kohteesta, kuten atomista, elektroneja tai rikkomaan aineen molekyylejä. Ionisoivaa säteilyä lähettävät radioaktiiviset aineet, ja myös röntgenlaitteet tuottavat sitä. (STUK 2005, 1–2.)

Ionisoiva säteily muodostuu suurienergisistä fotoneista tai hiukkasista, jotka pystyvät rikkomaan solun kaksijakoisen DNA-ketjun. Jos vain toinen DNA-säie katkeaa, solu pystyy useimmiten korjaamaan vaurion ehjän säikeen avulla. Jos molemmat säikeet katkeavat lähellä toisiaan, korjaus ei välttämättä onnistu, ja perimäkoodiin jää virhe. Solun toiminta saattaa muuttua virheelliseksi esimerkiksi valkuaisainetuotannon kannalta, tai solu saattaa kuolla. Jokainen säteilyannos lisää mutaation riskiä hiukan, vaikka säteilyannos olisikin hyvin pieni. (STUK 2009, 4.)

Ionisoivan säteilyn terveystvaikutukset voidaan jakaa kahteen ryhmään, suoriin eli deterministisiin vaikutuksiin ja satunnaisiin eli stokastisiin vaikutuksiin. Deterministiset vaikutukset johtuvat laajasta solutuhosta, jonka aiheuttajana on suuri säteilyannos. Deterministiset haittavaikutukset ovat varmoja haittavaikutuksia, esimerkiksi elinvaurio, ihon punoitus tai palovamma. Säteilyannoksella on kynnyсарvo, jonka ylittyessä haittavaikutukset ilmenevät. Haittavaikutus pahenee, kun säteilyannos kasvaa. Deterministinen haitta voidaan yleensä liittää tiettyyn säteilyaltistukseen. Solukuolemasta johtuvat haittavaikutukset tulevat ilmi nopeasti säteilyaltistuksen jälkeen. (STUK 2009, 2, 5; WHO 2016.)

Stokastiset vaikutukset saavat alkunsa perimämuutoksesta yhdessä solussa, ja tulevat ilmi vasta vuosien kuluttua altistuksesta. Stokastista haittaa ei voida liittää tiettyyn säteilyaltistukseen. Stokastinen haittavaikutus voi olla esimerkiksi syöpä tai perinnöllinen haitta. Stokastisilla haittavaikutuksilla ei ole kynnyсарvoa, jonka yläpuolella haitta mah-

dollisesti syntyisi. Haitan todennäköisyys kasvaa kokonaisannoksen kasvaessa, mutta haitan aste ei kasva säteilyannoksen mukana. (STUK 2009, 2, 5; WHO 2016.)

3.2 Säteilysuojelun periaatteet

Säteilysuojelun tavoitteena on ympäristön, ihmisten, yhteiskunnan sekä tulevien sukupolvien suojeleminen säteilyn vahingollisilta vaikutuksilta. Säteilysuojelun periaatteet pohjautuvat kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan (ICRP: International Commission on Radiological Protection) suosituksiin. Hyväksyttävän säteilyn käytön on täytettävä seuraavat periaatteet: oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate. (STUK n.d.b.)

Oikeutusperiaatteen mukaan toiminnasta saavutettavan hyödyn on oltava suurempi kuin toiminnasta aiheutuvan haitan eli toimenpiteestä tulee olla potilaan diagnoosin kannalta hyötyä (Säteilylaki 1991/592). Lähettävä lääkäri antaa oikeutuksen säteilylle altistavaan tutkimukseen (STUK 2013, 3). Röntgenhoitaja voi puuttua ammattitaitonsa puolesta tutkimuksen oikeutukseen, jos huomaa, että lähete on puutteellinen tai tutkimus ei olisi oikeutettu. Tällöin röntgenhoitajan tulee konsultoida radiologian erikoislääkärinä tai lähettävää lääkäriä. (Nikupaavo 2012.)

Optimointiperiaatteen mukaan potilaan sekä muun väestön säteilyaltistus tulisi pitää niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista (Säteilylaki 1991/592). Tämän vuoksi röntgentutkimus on optimoitava siten, että tutkimukselle asetettu tavoite täyttyy ja tutkittavalle aiheutuu mahdollisimman pieni säteilyaltistus. Tämä edellyttää, että säteilyä käyttävä henkilökunta on koulutettu ja täyttää pätevyysvaatimukset. Käytössä on oltava tutkimukseen soveltuvat, hyvässä kunnossa olevat laitteet. Tutkimustekniikan on oltava optimoitu sekä kuvanlaadun on oltava riittävä luotettavan diagnoosin tekemiseen. (STUK 2014b, 5.)

Yksilönsuojaperiaatteen mukaan yksittäisen ihmisen säteilyaltistus ei saa ylittää STUKin määrittämiä annosrajoja (Säteilylaki 1991/592). Annosrajat koskevat sekä säteilytyötä tekeviä työntekijöitä, että väestön yksilöitä. Annosrajojen avulla varmistetaan, että kenellekään ei aiheudu eri toiminnoista sellaista säteilyaltistusta, jota ei voida pitää hyväksyttävänä. (STUK 2013, 3.)

3.3 Toiminnan laadunvarmistus

3.3.1 Laadunvarmistus röntgentoiminnassa

Laadunvarmistuksella pyritään varmistamaan röntgenlaitteen turvallinen toiminta ja röntgenkuvan riittävän hyvä kliininen kuvanlaatu siten, että potilaan säteilyannos ja henkilökunnan säteilyaltistus ovat mahdollisimman pieniä. Laadunvarmistuksen osaluokkia ovat toiminnan laadunvarmistus ja tekninen laadunvarmistus. Toiminnan laadunvarmistukseen kuuluu esimerkiksi ajan tasalla olevat tutkimusohjeet, tutkimustietojen oikeanlainen kirjaaminen ja raportointi, kliinisen kuvanlaadun arviointi, itsearviointi sekä kliininen auditointi sekä potilaan säteilyannoksen määrittäminen ja tulosten arviointi. Tekninen laadunvarmistus sisältää vastaanottotarkastuksen, määrävälein ja huollon tai korjauksen jälkeen tehtävän laadunvalvonnan sekä laadunvalvonnan, kun on aiheutta epäillä laitteen toimintakunnon muuttuneen. (STUK 2011a, 8.)

Radiologisten laitteiden teknisellä laadunvalvonnalla tarkoitetaan jatkuvaa röntgenlaitteen toimintakunnon seuranta. Tämä on oleellinen osa röntgentutkimustoiminnan laadunvarmistusta, jolla pyritään siihen, että potilaat eivät saa röntgentutkimuksista suurempaa säteilyannosta kuin luotettavan diagnoosin tekeminen edellyttää. Tekniset perusedellytykset tähän optimointiperiaatteen noudattamiseen luodaan teknisellä laadunvalvonnalla. Teknisen laadunvalvonnan avulla puutteelliseen kuvanlaatuun voidaan puuttua jo ennen kuin se ilmenee potilaiden röntgenkuvista. Myös laitteita käyttävän henkilökunnan säteilyturvallisuus otetaan laitteiden laadunvalvonnassa huomioon. Tekninen laadunvalvonta on osa laitteen käyttöä ja siihen tarvittavat resurssit on nähtävä osana laitteen käyttökustannuksia. (STUK 2008b, 10.)

OPTG-laitteille, niihin liittyville kefalostaateille ja KKTT-laitteille tulee tehdä vuosittaisia teknisiä testejä ja käytönaikaisia käyttäjien tekemiä testejä. Tekniset testit voidaan tehdä esimerkiksi määräaikaisten huoltotoimenpiteiden yhteydessä. OPTG-laitteiden ja niihin liittyvien kefalostaattien käytönaikaisten hyväksyttävyysskriteereiden täyttyminen tulee varmistaa vähintään kahden vuoden välein ja KKTT-laitteiden vuosittain. (STUK 2014a, 8–9.)

Oikean diagnoosin saavuttamiseksi kuvanmuodostukseen ja kuvankatseluun käytettävien laitteiden oikeanlainen toimintakunto on tärkeää. Asianmukaisen kunnan saavut-

tamiseksi on järjestettävä detektorien testaus ja röntgenkuvien tulkintaan käytettävien monitorien laadunvarmistus. Tehtävät testit voidaan jakaa teknisiin testeihin ja käyttäjien tekemiin testeihin. (STUK 2014a, 10–11.)

3.3.2 Itsearviointi röntgentoiminnassa

Itsearviointi on oman toiminnan, toimintatapojen ja kokemusten järjestelmällistä tarkastelua ja vertailua tiettyihin arviointikriteereihin. Itsearvioinnin tarkoituksena on selvittää, saavutetaanko toiminnalle asetetut tavoitteet ja tapahtuuko toiminta järkevästi, parhaalla mahdollisella tavalla. Itsearvioinnin avulla organisaatio tunnistaa nykytilanteen, pystyy asettamaan uusia tavoitteita toiminnalleen ja kehittää toimintaansa saavuttaakseen nämä tavoitteet. (Alanen 2010; Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä 2011, 3.)

Toiminnan mittaaminen ja arviointi eri näkökulmista ovat osa laadunhallintaa ja merkittäviä kehitystoimia organisaatioille. Ne ovat korkealaatuisen toiminnan johtamisen ja kehittämisen väline. Ennen kuin toiminnan laatua voidaan kehittää, tarvitaan tietoa organisaation nykyisestä tilasta. Arvioinnin keskeisimpänä tavoitteena on päättää organisaation vahvuudet ja kohteet, joita on kehitettävä. Säännöllisesti pidettävät itsearviointit kuuluvat tärkeänä osana paitsi laadun varmistamiseen myös hyvään turvallisuuskulttuuriin. (Järvinen 2014.)

Tarkka-aiheisia itsearviointeja suositellaan tehtäväksi organisaation sisällä vähintään kerran vuodessa. Esimerkiksi ST-ohjeen 3.1 mukaan (STUK 2014a, 11) tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa itsearviointi on tehtävä vuosittain, kun taas kokonaisvaltaisia ja aiheeltaan laajempia itsearviointeja voidaan tehdä harvemmin. Itsearviointiprosessi alkaa suunnitteluvaiheella, jossa on tärkeää määrittää itsearvioinnin tavoitteet. Tavoitetta päätettäessä on mietittävä, onko tavoite saavutettavissa. Itsearvioinnin toimiva toteutus vaatii hyvää valmistelua. Itsearviointiin osallistuvalla henkilökunnalla on tiedotettava itsearvioinnin tavoitteista ja menetelmistä. Valmistelussa päätetään itsearvioinnin ajankohta ja tehtävät asiat. (Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä 2011, 5–6.) Esimerkiksi säteilyannosten määrittäminen ja analysointi voivat olla yksi itsearvioinnin kohteista (STUK 2014a). Valmisteluun kuuluu myös henkilökunnan koulutus, jos itsearviointitapoja ei tunneta riittävästi. Itsearviointi toteutetaan syventymällä aihetta koskeviin dokumentteihin, keskustelemalla, tekemällä tarvittavia mittauksia tai tarkaste-

lemalla esimerkiksi lähetteitä, potilaskuvia tai lausuntoja. Itsearviointien tuloksia tulee tarkastella arviointiin osallistuneen henkilökunnan kanssa. Itsearviointista tehdään raportti ja tuloksista tiedotetaan koko henkilökunnalle. Raportissa esitetään itsearviointien tulokset, kehittämiskohteet ja korjaavat toimenpiteet. (Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä 2011, 6.)

Itsearviointien tuloksia tulee tarkastella pitkällä aikavälillä, jotta varmistutaan, että niistä saatu hyöty vastaa arviointiin käytettyjä voimavaroja. Itsearviointien toimivuuden ja tehokkuuden jatkuva tarkastelu auttaa kehittämään arviointimenettelyä. (Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä 2011, 6.) Jotta omatoiminen arviointi olisi onnistunutta, arviointien tulisi olla kiinteä osa organisaation toimintaa, ei erillinen, yksittäinen toimenpide (Alanen 2010).

3.4 Säteilyannokseen vaikuttavia tekijöitä

Kuvausarvot

Digitaalisessa kuvantamisessa käytetään usein laiteautomaatiikkaa, mutta kuvausarvojen valinnalla potilaskohtaisesti kuvauskohde ja indikaatio huomioiden voidaan pienentää potilaan säteilyannosta (Wirtanen 2015). Säteilyn voimakkuuden määrää röntgenputken virta (mA). Virta määrää myös kuvausajan (säteilytysajan s), joka tarvitaan tuottamaan kuvausindikaation mukaan riittävä kuva digitaalisessa röntgenkuvauksessa. (Ruohonen 2010.)

Mitä suuremmat mAs- ja kV-arvot (putken jännite) ovat, sitä suuremman säteilyannoksen potilas saa. Potilaan saaman säteilyannoksen ja mAs-arvon suhde on lineaarinen. Se tarkoittaa sitä, että jos mAs-arvo tuplaantuu, myös säteilyannos tuplaantuu. On mietittävä voiko mAs-arvoa alentaa ilman, että kuvanlaatu ja diagnostiikka kärsivät. Isokokoisemmille potilaille tarvitsee asettaa suurempi mAs-arvo kuin pienemmille. Kuvauksen kV-arvo vaikuttaa myös potilaan saamaan säteilyannokseen, mutta vaikutus ei ole lineaarinen. Nostettaessa kV:ta 120:sta 140:en, mAs pysyessä vakiona, säteilyannos nousee noin 30–45 %. (Romans 2011, 171, 176.)

Suodatus

Suodatuksen avulla säteilystä saadaan suodatettua pois matalaenerginen säteily, joka on kuvan muodostuksen kannalta turhaa. Suodatuksen käyttö vähentää potilaan säteilyannosta. (Pauwels, Araki, Siewerdsen & Thongvigitmanee 2015, 3.) Suodatusmateriaaleina käytetään alumiinia ja kuparia, joista alumiini on tavallisin. Kupari suodattaa säteilyä voimakkaammin kuin alumiini. Kuparia tarvitaan vain kolmaskymmenesosa alumiinin määrästä, jotta saadaan sama suodatusteho. Vaikka suodatusteho on sama, säteily vähenee vähemmän kuparin kanssa kuin sitä suodatustehokkuudeltaan vastaavan alumiinipaksuuden kanssa. Tällöin saatavilla oleva säteilyn annosnopeus kasvaa ja mahdollistaa lyhyemmän kuvausajan. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 24–25.)

Röntgenlaitteiden kokonaissuodatuksen määrän pitää olla vähintään 2,5 mm alumiinia (European Commission 2012, 24). Hammasröntgenlaitteiden vähimmäissuodatus voi olla pienempi kuin 2,5 mm. Jos putken jännite on alle 70 kV, suodatuksen on vastattava vähintään 1,5 mm alumiinia. Nämä suodatusmäärät ovat vähimmäisvaatimuksia. (STUK 2014, 15.)

Kuvantamislaitteiden muut ominaisuudet

Digitaalisen röntgenlaitteen detektorin ominaisuudetkin vaikuttavat säteilyannokseen. OPTG:n detektorin korkea herkkyys mahdollistaa optimaaliset säteilyannokset ja hyvä resoluutio antaa riittävän erotuskyvyn pienillekin kohteille. (Kortesniemi 2008.) Työasemalla olevia kuvankäsittely ja -visualisointiominaisuuksia kannattaa hyödyntää (Kiljunen 2005, 29). Kuvankäsittelyn avulla voidaan saada kuvassa oleva tärkeä informaatio helpommin havaittavaksi ja näin kuvankäsittelyllä pystytään parhaassa tapauksessa välttämään uusintakuvauksen aiheuttama säteilyannos (Ruohonen 2010).

KKTT:ssä käytetään niin sanottuja flat panel-detektoreja, sillä ne ovat herkempiä vastaanottamaan säteilyä ja niissä on leveämpi dynaaminen alue. Niillä voi kuvata isomalla tai pienemmällä FOV:lla. (Pauwels, Araki, Siewerdsen & Thongvigitmanee 2015, 4.) FOV:n koko vaikuttaa potilaan saamaan säteilyannokseen. Jos kuvakentän kokoa kasvattaa, potilaan saama säteilyannoskin kasvaa. (Turnbull-Smith 2016, 9.)

Potilaasta johtuvat tekijät

Potilaan koko vaikuttaa säteilyannokseen (Komppa & Korpela 2000, 667). Potilaan koossa tulee huomioida potilaan ruumiinrakenne eli onko kyse lihaksista vai rasvasta (Wirtanen 2015). Röntgensäteily vaimenee enemmän lihaskudoksessa kuin rasvakudoksessa, koska lihas on tiiviimpää kudosta kuin rasva (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 62, 65). Naisilla on enemmän rasvaa kehossaan kuin miehillä (Pietiläinen 2015, 33). Röntgenhoitaja voi potilaan koon huomioiden säätää kuvausarvoja potilaskohtaisesti (Wirtanen 2015). Isokokoisemmat potilaat tai paksummat kehon osat altistuvat suuremmalle annokselle (Romans 2011, 171).

Röntgenhoitajan ammattitaito

Röntgenhoitajan ammattitaito on tärkeässä asemassa, kun on kyse röntgentutkimusten optimoinnin käytännön toteuttamisesta (Aakula 2005,15). Röntgenhoitajalle on opetettu omassa peruskoulutuksessaan työn edellyttämät riittävät ja ajankohtaiset tiedot säteily-suojelusta. Röntgenhoitajan tulee käydä säteilysuojelun täydennyskoulutuksessa viiden vuoden aikana 40 tuntia. (STUK 2012.) Potilaan säteilyaltistuksen optimointi käytännössä alkaa röntgenhoitajan perehdytyksestä omaan työpaikkaansa ja siellä oleviin erilaisiin laitteisiin. Röntgenosaston toiminnan tulee olla hyvin suunniteltua ja hallittua, jotta potilaan säteilyannos pysyisi mahdollisimman pienenä. (Aakula 2005, 15.)

Potilaan tullessa kuvantamistutkimukseen röntgenhoitaja aloittaa tutkimuksen tutustumalla potilaan läheteeseen. Potilaan läheteessä oleva tieto, joka vaikuttaa kuvaustavan ja -välineiden valintaan, on röntgenhoitajalle tärkeää. (Aakula 2005, 15). Lähetetietoja tulisi verrata potilaan tilaan, koska läheteissä voi myös olla virheitä, esimerkiksi kuvattavan kohteen puoli kirjattu väärin. Röntgenhoitajan täytyy miettiä myös, miten kuva tulisi ottaa: seisten vai istuen, jotta kuvassa näkyisivät kaikki toivotut asiat ja välttyttäisiin uusintakuvilta. (Wirtanen 2015.)

Potilaalta tulee aina tarkistaa henkilöllisyys ennen kuvantamista. Huonokuntoisemmilla osaston potilailla on yleensä ranneke, josta voi tarkistaa henkilöllisyyden, jos potilas ei itse pysty sitä ilmaisemaan. Röntgenhoitajan tulee poissulkea fertiili-ikäisiltä naispotilailta raskauden mahdollisuus ennen röntgentutkimuksen suorittamista. (Aakula 2005, 15–16.) STUK:n (2015) mukaan OPTG-tutkimuksen voi kuitenkin suorittaa myös raskaana olevalle. Sikiölle ei aiheudu haittaa, koska kuvauksen säteilyannos on niin pieni,

ettei vatsan aluettakaan tarvitse suojata säteilyltä (STUK 2015). Selkeä potilaan ohjaus helpottaa potilaan ja röntgenhoitajan yhteistyötä (Aakula 2005, 16).

3.5 Säteilyannoksen määrittäminen

Säteilyannos tarkoittaa joko mittaussuuretta, joka kuvaa säteilyaltistuksen suuruutta tai säteilyannosta, joka kuvaa säteilyaltistuksesta aiheutuvaa terveydellistä haittaa (STM 2000). Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP = dose area product) on suure, jota käytetään potilaan säteilyaltistuksen seurannassa ja vertailutasoissa (STUK 2004, 4). DAP määritetään keskimääräisestä ilmaan absorboituneesta annoksesta säteilykeilan poikkileikkaustasossa ja tämän poikkileikkauksen pinta-alasta (Rantanen, Savolainen & Lampinen 2000). DAP kuvaa säteilyannosta, joka siirtyy säteilystä potilaaseen, mutta se ei sisällä takaisin siroavaa säteilyä potilaasta eikä röntgenlaitteen ulkopuolelta tulevaa hajasäteilyä (STUK 2008a, 7–8). DAP on riippumaton käytetystä kuvausetaisytydestä, koska säteilykeilan pinta-alan kasvaessa säteilyn intensiteetti pienenee samassa suhteessa (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 124).

DAP kuvaa potilaalle aiheutuvaa kokonaissäteilyannosta. DAP voidaan määrittää koko röntgentutkimukselle tai vain yksittäiselle röntgenkuvaukselle. Eri röntgenkuvausten DAP-arvot voidaan laskea yhteen. DAP:n perusyksikkö on Gy*m². (STUK 2008a, 7–8.) DAP-arvoa mitataan kuvantamislaitteessa olevalla ionisaatiokammilla. Ionisaatiokammio on asennettu kiinteästi laitteeseen. Mittauksessa oletuksena on, että mitään säteilyä vaimentavaa materiaalia ei saa olla potilaan ja DAP-mittarin välissä. DAP-mittarin toimivuus on säännöllisesti tarkistettava. (STUK 2004, 9–11.)

Säteilyturvakeskus on antanut ohjeet, joiden mukaan röntgenosastoilla pitää vähintään kolmen vuoden välein mitata, tai laskennallisesti arvioida potilaiden säteilyaltistus. Jos laitteita korjataan tai niihin tehdään muutoksia, jotka saattavat vaikuttaa säteilyaltistukseen, täytyy mittaukset suorittaa. Samoin täytyy tehdä, jos tutkimuskäytännöt muuttuvat. Vähintään kerran vuodessa täytyy varmistaa, ettei säteilyaltistukseen ole tullut muutoksia käyttämällä esimerkiksi teknisen laadunvarmistuksen tuloksia verrokkina kuvausarvoihin. (STUK 2014b, 10.)

4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä yhteistyökumppanin tietoa heidän OPTG- ja KKTT-laitteilla tehtyjen hampaiston ja leukojen alueen röntgentutkimusten säteilyannoksien eroista.

Tarkoituksena on selvittää röntgentutkimusten säteilyannokset kahdella indikaatiolla, infektiokokukset ja leukanivelten ongelmat, ja vertailla OPTG:n ja KKTT:n säteilyannoksia toisiinsa.

Tutkimusongelmat ovat:

1. Millaisia säteilyannoksia yhteistyökumppanin OPTG- ja KKTT -laitteilla saadaan edellä mainituilla indikaatioilla?
2. Miten säteilyannokset muuttuvat eri indikaatioilla tehdyissä OPTG- ja KKTT-tutkimuksissa?

5 MENETELMÄLLISET LÄHTÖKOHDAT

5.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä

Määrällisessä eli kvantitatiivisessa tutkimusmenetelmässä aineistoa käsitellään ja tulkitaan numeroiden avulla (Vilkka 2007, 13–14). Oleellisia asioita kvantitatiivisessa tutkimuksessa ovat numeeriseen mittaamiseen perustuvat aineiston keruun suunnitelmat, muuttujien sijoittaminen taulukkoon ja aineiston muuttaminen tilastollisesti käsiteltäväksi. Havaintoaineistosta tehdään päätelmiä tilastollisen analysoinnin avulla, esimerkiksi kuvaillaan tuloksia prosenttitaulukoilla. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2016, 140.) Oleellinen numerotieto tulkitaan ja selitetään sanallisesti. Eri asioiden yhtäläisyydet ja eroavuudet kuvaillaan sanallisesti. (Vilkka 2007, 13.) Tässä opinnäytetyössä käsitellään säteilyannoksia ja kuvausarvoja, jotka ovat numeerisia arvoja, joten tutkimusmenetelmä on kvantitatiivinen.

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa on keskeistä myös määritellä perusjoukko, josta otos otetaan (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2016, 140). Otoksen olisi tarkoitus edustaa mahdollisimman hyvin tutkimuksen kohderyhmää eli perusjoukkoa (Kananen 2008, 10). Otoksoon määrittelyyn ei ole olemassa tiettyä menetelmää, vaan se pitää aina määritellä tutkimuskohtaisesti. Tutkimusaineiston lähtökohtana ei pitäisi olla havaintojen lukumäärä. Lukumäärän lisäksi tulee miettiä, millaisesta perusjoukosta on kyse, mistä havainnot kerätään. Sopivaan otosten määrään vaikuttaa aina useampi tekijä, kuten tutkimuksen tarkkuusvaatimukset ja mitattava ominaisuus. (Vilkka 2007, 56, 58.)

Tässä opinnäytetyössä otoskokona oli 12 aikuisen potilaan säteilyannokset kahdella eri laitteella ja kahdella eri indikaatiolla eli yhteensä havaintoja tulee 48. Havaintojen määrään päädyttiin yhteistyökumppanin fyysikon kanssa sillä perusteella, että säteilyannosten ei odoteta suuresti vaihtelevan kyseisillä laitteilla, kun tutkimukset tehdään tietyillä asetuksilla. Yhteistyökumppanin mukaan yli kymmenestä tutkimuksesta saadaan jo tilastollista tietoa. Yhteistyökumppanin fyysikon mukaan potilaan koolla tai painolla ei ole merkitystä, koska kyseessä on pään alueen tutkimus.

5.2 Aineiston keruu

Määrällisen tutkimuksen havainnoinnin muodoksi soveltuu parhaiten systemaattinen havainnointi. Havainnointi suoritetaan yleensä jäsennellysti siten, että havainnot kirjataan valmiiksi suunniteltuun lomakkeeseen. Aineiston tulee olla tarpeeksi suuri lukumäärältään ja sisällöllisiltä ominaisuuksiltaan sekä tarjota tietoa tutkittavasta ongelmasta. (Vilka 2007, 29.) Ensimmäisessä yhteistyöpalaverissa opinnäytetyön tekijät ja yhteistyökumppani sopivat, että havaintoaineisto kerätään systemaattisella havainnoinnilla siten, että opinnäytetyön tekijät laatisivat tiedonkeruulomakepohjan röntgenhoitajille täytettäväksi.

Tutkimussuunnitelmassa määritetään mittauskohde, jota lomakkeen tulisi mitata. Ennen lomakkeen luovuttamista on tärkeää varmistaa, että lomakkeen täyttäjällä on mahdollisuus täyttää lomake. Lomakkeesta tulisi tarkistaa myös tekstin muotoilu ja rakenteen selkeys. (Vilka 2007, 63.) Opinnäytetyötä varten haettiin tutkimuslupa. Tutkimuslupa saatiin yhteistyökumppanilta tammikuussa 2018. Aineiston keruuta varten laadittiin tiedonkeruulomake (liite 1), johon merkittiin potilaan sukupuoli, kuvausarvot (kV ja mAs), saatu säteilyannos ja kuvan resoluutio. Tiedonkeruulomakkeen sisältöön päädyttiin yhdessä yhteistyökumppanin kanssa ja ulkoasu varmistettiin ennen tietojen keräämisen aloittamista. Potilaan sukupuolella saattaisi olla säteilyannosten kannalta painoarvoa (Pietiläinen 2015, 33). Kuvausarvot kirjattiin mukaan lomakkeeseen, koska niillä on suora vaikutus potilaan saamaan säteilyannokseen (Romans 2011, 171). Resoluutiolla on myös vaikutusta potilaan saamaan säteilyannokseen (Kortesniemi 2008). Näistä tiedoista olisi hyötyä aineiston analyysissä.

Lomakkeita tulostettiin yhteensä neljä kappaletta, kaksi kummallekin modalityetille. Lomakkeet toimitettiin suoraan sairaalan toimipisteeseen, jossa vastaavaa röntgenhoitajaa neuvottiin lomakkeen täytössä. Toimipisteen röntgenhoitajat täyttivät lomakkeita työnsä ohella kuvantamistutkimuksia tehdessään. Lomakkeet noudettiin toimipisteestä, kun vastaava röntgenhoitaja ilmoitti sähköpostilla lomakkeiden olevan täynnä.

Tutkimusaineiston tiedot kerättiin aikavälillä 1.2.–20.4.2018. OPTG-tutkimuksissa käytettiin samaa laitetta kummallakin indikaatiolla. KKTT-tutkimuksissa käytettiin infektiokosten tutkimisessa kahta eri laitetta, jotka on esitetty raportissa nimillä KKTT-A ja KKTT-B. Leukanivelten ongelmia tutkittaessa käytettiin vielä kolmatta laitetta, tästä

laitteesta käytettiin nimitystä KKTT-C. Tutkimuksessa oli mukana yhteensä 48 potilasta, joista 21 oli miehiä ja 27 naisia.

5.3 Aineiston analysointi

Havaintoaineiston käsittely alkaa, kun tutkimuksessa käytettävä aineisto on saatu kerättyä. Käsittelyllä tarkoitetaan havaintoaineiston tarkastamista, tietojen syöttämistä ja tallentamista sellaiseen muotoon tietokoneella, että aineistoa on mahdollista tutkia numeerisesti taulukko- tai tilasto-ohjelmien avulla. (Vilka 2007, 106.)

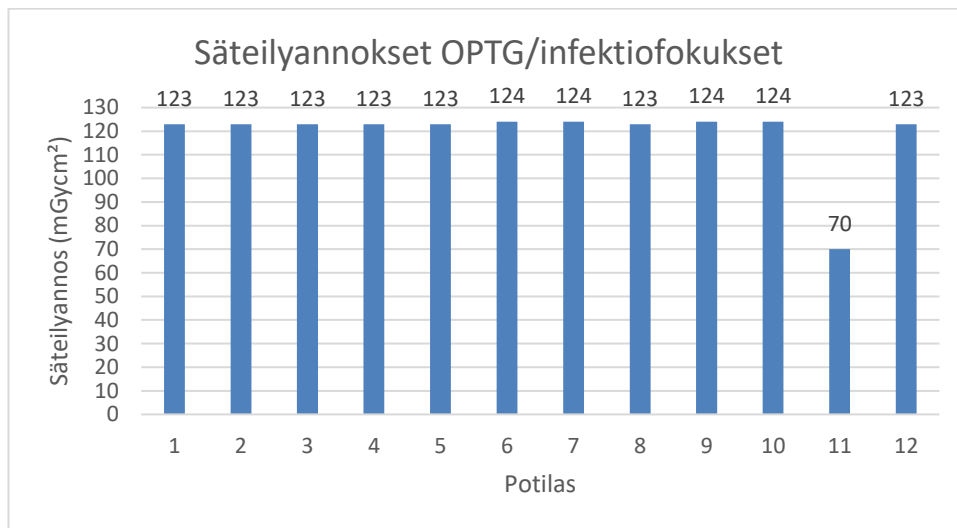
Havaintoaineisto oli neljällä täytetyllä tiedonkeruulomakkeella (liitteet 2–5). Havaintoaineisto tarkastettiin ja tiedot siirrettiin tietokoneelle Microsoft Excel-tilukko-ohjelmaan. Havaintoaineiston muuttujista eli potilaan sukupuolesta, kuvausarvoista, säteilyannoksesta ja resoluutioista muodostettiin taulukot Excel-tilukko-ohjelmalla. Taulukoita hyödyntäen muuttujista tehtiin pylväskuvioita, koska ne osoittautuivat parhaaksi vaihtoehdoksi selkeyden ja helpon tulkittavuuden vuoksi. Lisäksi kuvioiden valintaan vaikutti säteilyannoksien pieni vaihteluväli.

OPTG- ja KKTT-tutkimusten säteilyannoksista laskettiin indikaatioittain keskiarvot. Säteilyannosten esittämisestä keskiarvoittain ja niiden vertailusta sovittiin yhdessä yhteistyökumppanin kanssa yhteistyöpalaverissa. Säteilyannoksien keskiarvoista tehtiin myös pylväskuviot, joiden avulla pystyttiin helposti näkemään, miten säteilyannokset eroavat OPTG:n ja KKTT:n välillä.

Tietoarkiston (2003) mukaan mediaani on suuruusjärjestyksessä olevan muuttujan arvoista keskimäinen. Mediaanin hyötynä on se, että siihen eivät vaikuta muuttujan ääriarvot ja siksi se voi havainnollistaa jakaumaa paremmin kuin keskiarvo. Jos havaintoja on vähän, voivat äärimmäisen suuret tai pienet arvot vaikuttaa keskiarvon suuruuteen. (Tietoarkisto 2003.) Säteilyannoksista muodostettiin vielä toinen tilastollinen luku, mediaani, jolla pystyisi ilmaisemaan tietoa havaintoaineistosta. Myös mediaaneista tehtiin pylväskuviot.

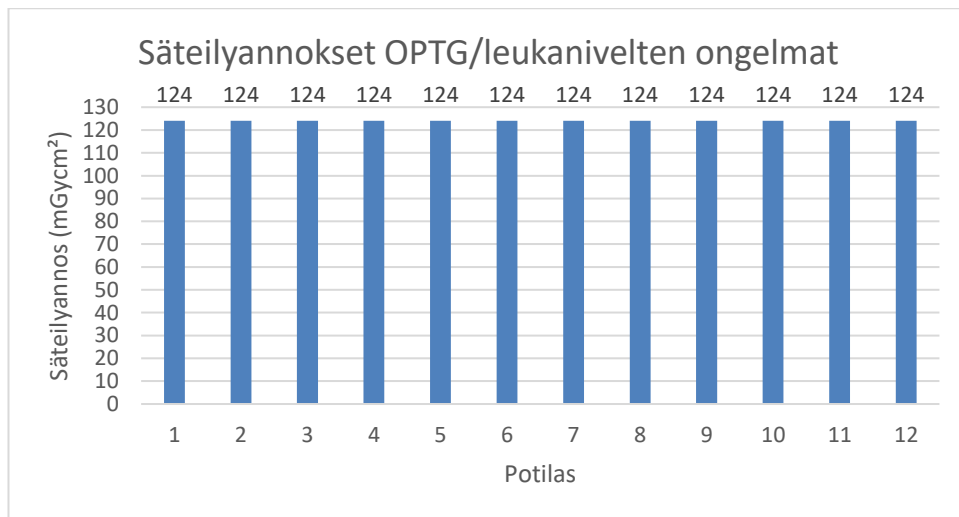
6 TUTKIMUSTULOKSET

Potilaiden säteilyannokset OPTG-tutkimuksissa havainnollistetaan kuviossa 1, kun indikaationa on infektiokokosten ongelmat. Säteilyannoksista laskettiin keskiarvot ja mediaanit. Potilaiden säteilyannosten keskiarvo on 118,9 mGy*cm² ja mediaani 123 mGy*cm², kun vaihteluväli on 70–124 mGy*cm². Potilailla 1–10 ja 12 käytettiin kuvausarvoja 63 kV ja 14 mAs. Potilaalla numero 11 käytettiin kuvausarvoja 63 kV ja 8 mAs ja potilaan säteilyannos oli 70 mGy*cm². Säteilyannos potilaiden 1–5, 8 ja 12 kohdalla oli 123 mGy*cm². Potilaiden 6, 7 ja 10 säteilyannos oli 124 mGy*cm².



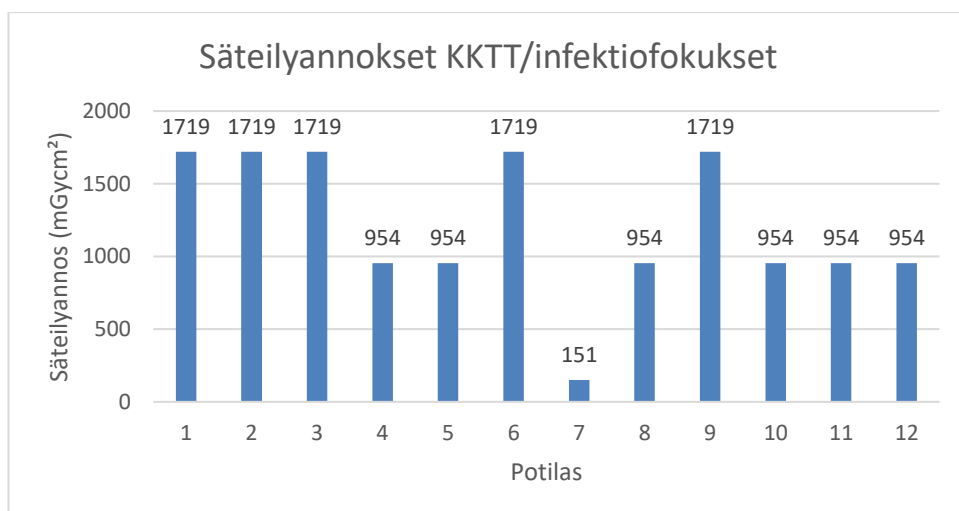
KUVIO 1. Potilaan saama säteilyannos OPTG-tutkimuksessa, kun indikaationa on infektiokokukset.

Kuviosta 2 nähdään, että kaikki potilaat saivat OPTG-tutkimuksissa yhtä suuren säteilyannoksen, 124 mGy*cm², kun indikaatio oli leukanivelten ongelmat. Kaikilla potilailla käytettiin samoja kuvausarvoja, 63 kV ja 14 mAs.



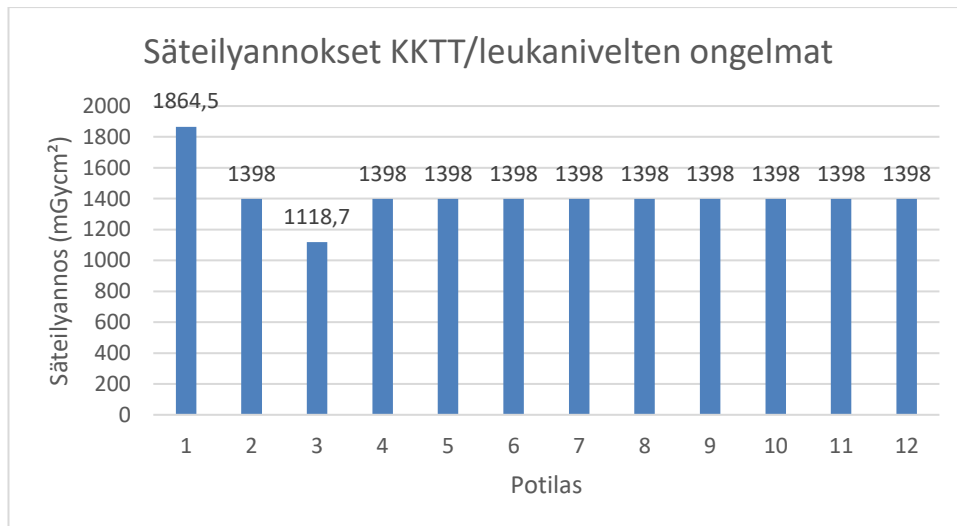
KUVIO 2. Potilaan saama säteilyannos OPTG-tutkimuksessa, kun indikaationa on leukanivelten ongelmat.

Kuviossa 3 on potilaiden säteilyannokset KKTT-tutkimuksissa, kun indikaationa on infektiofokukset. Säteilyannoksista laskettiin keskiarvo ja mediaani. Säteilyannosten keskiarvo on 1205,8 mGy*cm² ja mediaani on 954 mGy*cm². Säteilyannokset vaihtelivat välillä 151 –1719 mGy*cm². Potilaita kuvattiin kolmella eri KKTT-laitteella. Potilaat 1–3, 6 ja 9 kuvattiin laitteella KKTT-A. Heidän kohdallaan käytettiin kuvausarvoja 96 kV ja 8 mAs ja näiden potilaiden säteilyannos oli 1719 mGy*cm². Potilaat 4, 5, 8 ja 10–12 kuvattiin laitteella KKTT-B. Näillä potilailla käytettiin kuvausarvoja 120 kV ja 6,3 mAs ja potilaiden säteilyannos oli 954 mGy*cm². Potilas numero 7 kuvattiin laitteella KKTT-B. Hänen kohdallaan käytettiin kuvausarvoja 96 kV ja 2 mAs ja kuvaus tehtiin ultra low dose-säädöillä. Potilaan säteilyannos oli 151 mGy*cm². Kaikissa kuvissa oli sama pikselikoko, 0,2 mm.



KUVIO 3. Potilaan saama säteilyannos KKTT-tutkimuksessa, kun indikaationa on infektiokokukset.

Potilaiden säteilyannokset KKTT-tutkimuksissa esitetään kuviossa 4, kun indikaationa on leukanivelten ongelmat. Säteilyannoksista laskettiin keskiarvo ja mediaani. Säteilyannosten keskiarvo on $1413,6 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ vaihteluvälin ollessa $1118,7 - 1864,5 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$. Mediaani on $1398 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$. Potilaalla 1 käytettiin kuvausarvoja 90 kV ja 8 mAs, ja resoluutiosta haluttiin korkea (pikselikoko oli 0,2 mm). Potilaan 1 säteilyannos oli $1864,5 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$. Potilailla 2 ja 4–12 käytettiin kuvausarvoja 90 kV ja 10 mAs resoluution ollessa matala (pikselikoko oli 0,3 mm). Näiden potilaiden säteilyannos oli $1398 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$. Potilaalla 3 käytettiin kuvausarvoja 90 kV ja 8 mAs ja resoluutio oli matala. Potilaan säteilyannos oli $1118,7 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$.



KUVIO 4. Potilaan saama säteilyannos KKTT-tutkimuksessa, kun indikaationa on leukanivelten ongelmat.

7 POHDINTA

7.1 Tulosten tarkastelu

OPTG-tutkimuksissa säteilyannokset vaihtelevat infektiokokset-indikaatiolla vain yhden $\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$:n verran (kuvio 1). Indikaatiolla leukanivelten ongelmat säteilyannokset eivät vaihtele ollenkaan (kuvio 2). Kaikissa muissa OPTG-tutkimuksissa käytettiin samoja kuvausarvoja, paitsi infektiokokset-indikaation potilaalla numero 11, joka kuvattiin pienemmällä mAs -arvolla, ja näin ollen hän sai pienemmän säteilyannoksen kuin muut potilaat (kuvio 1).

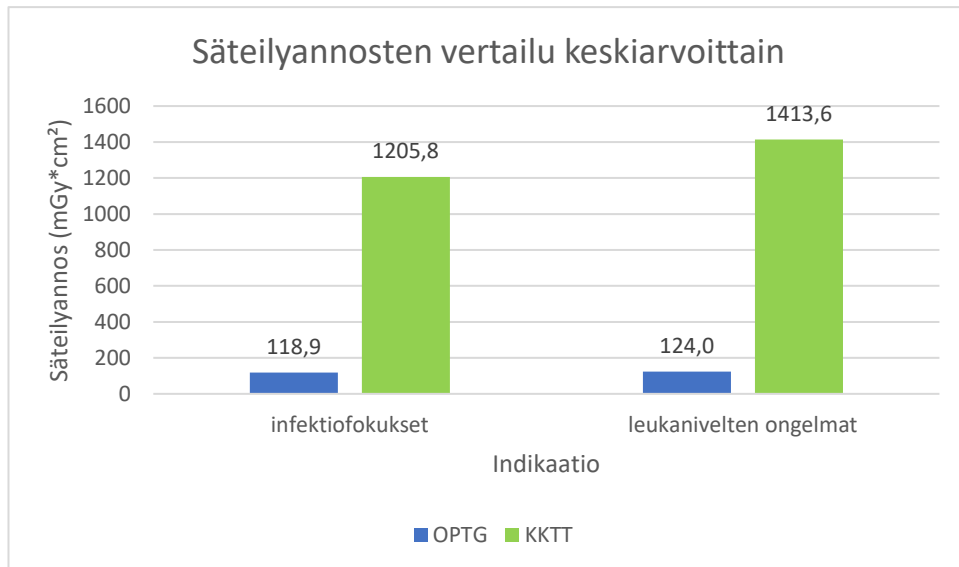
Tiedonkeruulomakkeista ei käy mitenkään ilmi, miksi säteilyannos vaihtelee yhden $\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$:n verran, vaikka on käytetty samoja kuvausarvoja. Säteilyannos ei vaihtele sukupuolien välillä, miehet ja naiset saivat yhtä suuria annoksia. Pienet erot pään koossa voivat vaikuttaa säteilyannosten eroihin (Komppa & Korpela 2000, 667; Wirtanen 2015). OPTG-tutkimuksissa säteilyannokset eivät vaihtele merkittävästi indikaatioiden välillä.

KKTT-tutkimuksissa, kun indikaationa on infektiokokset, säteilyannokset vaihtelevat käytettyjen kuvausarvojen mukaan (kuvio 3). Potilaan 7 kohdalla oli käytetty ultra low dose-säätöä eli pienempiä kuvausarvoja, jolloin säteilyannos oli huomattavasti muita pienempi. Leukanivelten ongelmat -indikaatiolla säteilyannokset vaihtelivat käytettyjen kuvausarvojen ja valitun resoluution mukaan (kuvio 4). Ensimmäisellä potilaalla oli valittu kuvaukseen korkea resoluutio (pikselikoko 0,2 mm), jolloin potilaan saama säteilyannos oli selvästi korkeampi kuin muiden potilaiden.

KKTT-laitteilla tehdyissä tutkimuksissa leukanivelten ongelmat -indikaatiossa säteilyannokset olivat keskimäärin suurempia kuin infektiokokset-indikaatiolla (kuvio 3 ja 4). Tutkimuksiin on käytetty eri KKTT-laitteita, jolloin laitteiden omat tekniset ominaisuudet vaikuttavat säteilyannosten eroihin. Tutkimuksissa oli myös käytetty erilaisia kuvausarvoja ja resoluutiota.

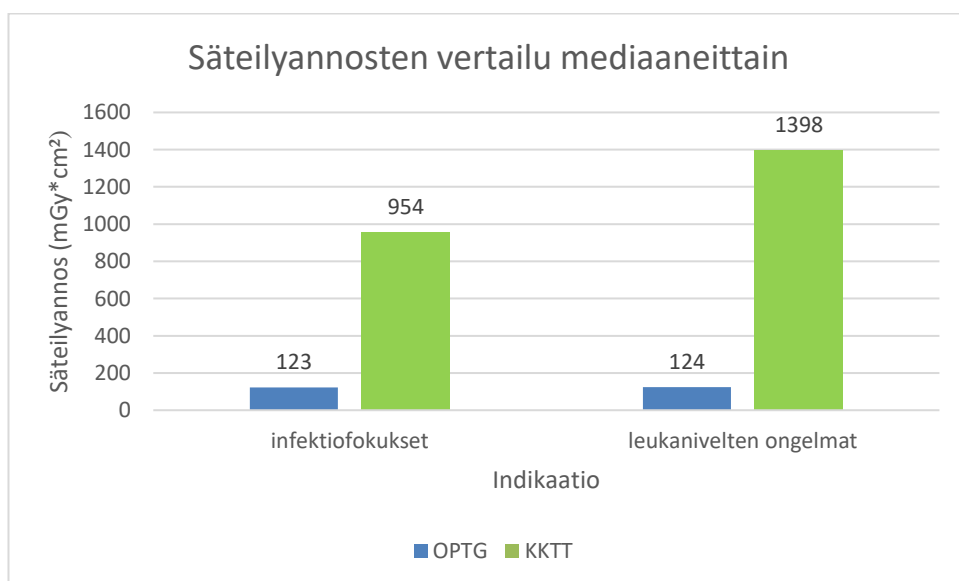
Kun vertaillaan OPTG- ja KKTT-tutkimusten keskiarvoja, huomataan, että indikaatiosta riippumatta KKTT-laitteella saadut säteilyannokset olivat jopa kymmenkertaisia verrat-

tuna OPTG-laitteella saatuihin säteilyannoksiin (kuvio 5). KKTT-laitteella tehtiin ultra low dose- tutkimus, jonka indikaationa oli infektiokokukset (kuvio 3). Ultra low dose- säädöillä päästiin melko lähelle OPTG-laitteella saatuja säteilyannoksia.



KUVIO 5. Säteilyannosten keskiarvojen vertailu OPTG-laitteella ja KKTT-laitteella kahdella eri indikaatiolla.

Kuviossa 6 vertaillaan OPTG- ja KKTT-tutkimusten säteilyannosten mediaaneja. OPTG- ja KKTT-tutkimusten mediaaneja vertailtaessa nähdään, että KKTT-laitteella saadut säteilyannokset ylittävät moninkertaisesti verrattuna OPTG-laitteella saadut säteilyannokset.



KUVIO 6. Säteilyannosten mediaanien vertailu OPTG-laitteella ja KKTT-laitteella kahdella eri indikaatiolla.

Havaintoaineiston perusteella säteilyannoksiin vaikuttivat käytetyt kuvausarvot ja haluttu resoluutio. Vaihteluun ei vaikuta potilaan sukupuoli, sillä tiedonkeruulomakkeista on nähtävissä, että miehet ja naiset saivat saman suuruisia säteilyannoksia tutkimuksissa.

Potilasta tutkittaessa tulisi määrittää hammaskuvantamisen tarve. Laitteen valintaan vaikuttaa potilaan tutkittava kohde ja oirekuva. Lähettävä lääkäri tekee päätöksen siitä, millä laitteella tutkimus tehdään ja millainen kuva tarvitaan. (Kallio-Pulkkinen 2017.) Tällöin lähettävä lääkäri antaa oikeutuksen kyseiselle tutkimukselle (STUK 2013, 3). Kuvauksen tulee olla hyödyllinen potilaan jatkohoidon kannalta, sillä kuvausta tarvitaan diagnoosin tekemiseen, hoidon suunnitteluun, toteutukseen, ajoitukseen, seurantaan ja ennusteisiin. KKTT-tutkimus harvoin on hampaiston ja leukojen alueen ensisijainen tutkimus, joten voisi ajatella, että potilas on jo käynyt OPTG-tutkimuksessa aikaisemmin kyseisellä indikaatiolla. (Kallio-Pulkkinen 2017.)

7.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Kvantitatiivisen tutkimuksen yksi perusvaatimuksista on pätevyys eli validius (Vilka 2007, 150). Tutkimuksessa mitattavat käsitteet ja muuttujat tulee määritellä tarkasti, jotta mittaustulokset olisivat valideja. Validiutta on vaikea arvioida jälkikäteen. Se on varmistettava ennen tutkimuksen alkamista huolellisella suunnittelulla ja tarkoin harkitulla tiedonkeruulla. (Heikkilä 2014, 27.) Aineisto tulee kerätä suunnitelmallisesti, jotta siitä saatava tieto on luotettavaa ja todenmukaista. Suunnitelman kannalta merkittäviä asioita ovat aineiston tarkoitus eli miksi se kerätään ja mihin kysymyksiin aineistolla vastataan, tutkimusasetelma, mittaaminen ja otanta. (Taanila 2014, 1.)

Opinnäytetyön tekeminen alkoi huolellisen opinnäytetyösuunnitelman laatimisella. Suunnitelma toimi perustana varsinaiselle opinnäytetyöraportille. Tiedonkeruulomake (liite 1) laadittiin ulkoasultaan yksinkertaiseksi ja selkeäksi, jotta se olisi helppo täyttää työn ohessa. Tiedonkeruulomakkeeseen laitettiin tutkimuksen kannalta olennaiset asiat mahdollisimman yksiselitteisesti, jotta havaintoaineiston kirjaamisessa ei jäisi tulkinnan varaa. Tiedonkeruulomakkeen malli lähetettiin yhteistyökumppanille tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi ennen kuin tiedonkeruulomakkeet toimitettiin toimipisteeseen täytettäväksi. Lomakkeisiin olisi voinut lisätä vielä sarakkeen laitteen nimeä varten sen sijaan,

että laitteen nimelle oli varattu yksi paikka lomakkeen yläosassa. Tällöin jokaisen potilaan kohdalle olisi saanut erikseen merkata käytetyn laitteen nimen. Nyt röntgenhoitajat olivat kirjanneet laitteen nimen lomakkeen sivun tyhjään tilaan.

Validius tarkoittaa sitä, että tutkimustulokset vastaavat sitä mihin tutkimuksella pyrittiin. (Vilkkä 2007, 150). Tutkimus on onnistunut, jos sen avulla saadaan luotettavia vastauksia asetettuihin tutkimusongelmiin (Heikkilä 2014, 27). Tutkimusongelmiin saatiin luotettavat vastaukset. Opinnäytetyöllä selvitettiin, millaisia säteilyannoksia yhteistyökumppanin OPTG- ja KKTT-laitteilla saatiin ja miten säteilyannokset muuttuivat eri indikaatioilla. Vastauksia on käsitelty tämän opinnäytetyön sivulla 26.

Tutkimuksen luotettavuutta ja tarkkuutta voidaan arvioida reliabiliteetilla, jota voidaan pitää toisena kvantitatiivisen tutkimuksen perusvaatimuksena. Reliabiliteetilla tarkoitetaan sitä, että tutkimustulokset pysyvät samankaltaisina mittauksesta toiseen. Tällöin voidaan puhua tutkimuksen toistettavuudesta, eli saadaan täysin sama tulos riippumatta tutkijasta. (Vilkkä 2007, 149.) Tilastollisesti luotettavan tutkimuksen tuloksia on mahdollista yleistää havaintojen lukumäärää suurempaan joukkoon (Polit & Beck 2012, 175). Jos tämä tutkimus toistettaisiin, saataisiin samankaltaiset tulokset. Vaikka tutkimuksessa oli säteilyannoksia vain 12 potilaalta indikaatioittain, tuloksia voisi yleistää samoilla indikaatioilla ja vastaavilla OPTG- ja KKTT-laitteilla tehtyihin tutkimuksiin.

Tutkimuksen tekemisessä tulee noudattaa rehellisyyttä ja yleistä huolellisuutta (Hirsjärvi ym. 2016, 24–25). Tutkimuksen tekijöiden on oltava koko tutkimuksen ajan tarkkoja ja kriittisiä. Virheitä voi sattua tietojen kerätessä, syöttäessä, käsiteltäessä ja tuloksia tulkittaessa. (Heikkilä 2014, 27–28.) Yhteistyökumppanilta saatu havaintoaineisto tarkistettiin mahdollisten virheiden tai puuttuvien tietojen osalta sen noutamisen jälkeen. Havaintoaineistossa olevien muuttujien johdosta tulosten ei pitäisi riippua kerääjän omista tulkinnoista. Havaintoaineistoon on voinut jäädä jokin kirjausvirhe, jota ei pysty silmäämääräisesti havaitsemaan. Tuloksia tarkasteltaessa ja analysoitaessa ei ilmennyt sellaista säteilyannosta tai muuta muuttujaa, jota ei pystyisi selittämään esimerkiksi kuvausarvojen valinnalla. Tämän perusteella on epätodennäköistä, että havaintoaineistossa olisi kirjausvirheitä.

Hyvää tieteellistä käytäntöä osoittaa toisen työn arvostaminen. Opinnäytetyössä kuuluu merkata oman tutkimuksen ulkopuoliset lähteet asianmukaisilla lähdeviitemerkinnöillä.

(Vilkkä 2007, 165.) Opinnäytetyössä käytettiin useita kansallisia ja kansainvälisiä lähteitä, jotka olivat mahdollisimman ajantasaisia. Lähteitä käytettäessä yritettiin hakea tieto aina mahdollisuuksien mukaan alkuperäiseltä lähteeltä. Lähdemerkinnät merkittiin tekstiviittauksiin ja lähdeluetteloon asianmukaisella tavalla.

Aineisto on anonymia, jos siitä ei voi millään kohtuullisesti toteutettavissa olevilla keinoilla tunnistaa yksittäisiä potilaita (Tietoarkisto 2017). Havaintoaineisto oli anonymia, koska siinä käsiteltiin vain potilaiden saamia säteilyannoksia. Mitään muita henkilötietoja potilaasta kuin sukupuoli ei kirjattu tiedonkeruulomakkeeseen (liite 1). Potilaat eivät ole tunnistettavissa näistä tiedoista. Havaintoaineisto saatiin yhteistyökumppanilta, eivätkä opinnäytetyön tekijät käsitelleet potilastietoja, joten potilaiden tietosuojaa säilyi. Tutkimuksissa käytettyjä laitteita ja niiden valmistajia ei ole nimetty tässä raportissa. Laitteista käytettiin nimitystä OPTG ja KKTT-A, -B ja -C. Yhteistyökumppanille kerrottiin mikä kirjain vastaa mitäkin laitetta, jotta tuloksia pystyisi tarkastelemaan oikein.

7.3 Oma oppimiskokemus ja jatkotutkimusehdotus

Tämän opinnäytetyön teko opetti tekemään kvantitatiivista tutkimusta. Kummallakaan ei ollut aikaisempaa kokemusta tämän tyyppisen työn tekemisestä. Työ opetti etenkin etsimään tietoa monista erilaisista kansallisista ja kansainvälisistä lähteistä ja arvioimaan eri tietolähteiden luotettavuutta. Työn tekeminen opetti keräämään aineistoa tutkimusta varten sekä käsittelemään ja analysoimaan aineistoa. Taidot Excel-taulukko-ohjelman käytössä vahvistuivat. Opinnäytetyön tekijöiden tiedot kehittyivät hammaskuvauslaitteiden tekniikan, OPTG- sekä KKTT-tutkimusten aiheuttamien säteilyannosten ja potilaan säteilyannokseen vaikuttavien tekijöiden osalta. Opinnäytetyön teko lisäsi tietoa laadunvarmistuksen ja itsearvioinnin osalta.

Opinnäytetyöprosessin eri vaiheet olivat opettavaisia, ja työstä saatu palaute auttoi kehittämään opinnäytetyön raporttia tieteellisen käytännön mukaiseksi, jonka myötä selkeän asiatyylisen tekstin kirjoittaminen tuli tutuksi. Opinnäytetyön teko opetti aikatauluttamaan tutkimuksen tekoa eri vaiheisiin. Työ opetti myös neuvottelutaitoja, kun opinnäytetyön sisällöstä ja aikataulutuksesta sovittiin yhteistyökumppanin kanssa.

Opinnäytetyöprosessi kokonaisuudessaan oli vaativa, mutta antoisa kokemus. Parityöskentely oli luontevaa ja parin tuki auttoi työn etenemisessä, jos toisella oli vaikeuksia edetä työn suhteen. Opinnäytetyön tekijät saivat toisiltaan paljon palautetta ja ideoita työn edetessä.

Jatkotutkimuksena ehdotetaan tehtäväksi saman tyyppinen tutkimus, jossa säteilyannoksia vertaillaan efektiivisten annosten avulla. Efektiivisen annoksen perusteella voidaan vielä paremmin saada selville kuvantamistutkimuksesta yksittäiselle potilaalle aiheutunut säteilyannos. Jatkotutkimuksen aiheena voisi olla myös eri kuvantamisyksiköiden OPTG-laitteiden säteilyannosten erot.

LÄHTEET

- Aakula, U-M. 2005. Optimointi tavanomaisissa röntgentutkimuksissa. Teoksessa Järvinen, H. (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. STUK-C4. Vantaa: Dark Oy. 15-16.
- Alanen, A. 2010. Itsearviointi – Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän uusi suositus. Luento. Sädeturvapäivät 2010. Tampere.
- Aytugar, E., Kose, T., Gumru, B., Aytugar, T., Yasar, D., Cene, E. & Mahmanli, A. 2017. Are Bismuth Shields Useful in Dentomaxillofacial Radiology Practice for the Protection of Eyes and Thyroid Glands from Ionizing Radiation? Iranian Journal of Radiology. Luettu 6.6.2017. <http://iranradiol.com/en/articles/56261.html>
- Bourgeois, M. 2000. Panoramic Radiography for the General Practitioner. Luettu 8.7.2017. <http://www.oralhealthgroup.com/features/panoramic-radiography-for-the-general-practitioner/>
- Chau, A. C. & Fung, K. 2009. Comparison of radiation dose for implant imaging using conventional spiral tomography, computed tomography, and cone-beam computed tomography. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology. 107 (4), 559- 565.
- European Commission. 2012. Radiation Protection 162. Criteria for Acceptability of Medical Radiological Equipment used in Diagnostic Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy. <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/162.pdf>
- Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. 9. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara P. 2016. Tutki ja kirjoita. 21. painos. Helsinki: Tammi.
- Horner, K., Islam, M., Flygare, L., Tsiklakis, K. & Whaites, E. 2009. Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. The British Institute of Radiology. Dentomaxillofacial Radiology. 38 (4), 187-195.
- Järnstedt, J. N.d. OPTG-kuvan tulkinnasta. Luettu 8.7.2017. file:///home/chronos/u-00a22ebadd68afdbee3acd0f1aa64485e6357d0/Downloads/J%C3%A4rnstedt_OPTG-kuvan%20tulkinnasta.pdf
- Järvinen, H. 2014. Itsearviointi osana terveydenhuollon säteilyn käytön laadunhallintaa. Luento. Sädeturvapäivät 2014. Tampere.
- Kallio-Pulkinen, S. 2017. Suurradiologian perusteet ja kuvaustekniikat. Teoksessa Sequieros, R., Koskinen, S., Aronen, H., Lundbom, N., Vanninen R. & Tervonen O. (toim.) Kliininen radiologia. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 21.9.2018. Vaatii käyttöoikeuden. <http://www.oppiportti.fi/op/krd01202/do>
- Kananen, J. 2008. Kvantti. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Kiljunen, T. 2005. ICRP:n suositus digitaalisesta kuvantamisesta – ICRP Publication 93. Teoksessa Järvinen, H. (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Vantaa: Dark Oy. 26-30.

Kliinisen auditoinin asiantuntijaryhmä. 2011. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen säteilyturvallisuuden auditointi. Suositus No 7. 1.2.2011.

Komppa, T. & Korpela, H. 2000. Potilaiden säteilyannokset röntgen- ja isotooppitutkimuksissa. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. 116 (6), 664–669.

Kortesniemi, M. 2008. Digitaalinen röntgenkuvaus ja säteilyannokset. Luettu 24.1.2018. <https://www.physicomedicae.fi/uncategorized/digitaalinen-rontgenkuvaus-ja-sateilyannokset/>

Käypä hoito -suositus. 2014. Viisaudenhammas. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Luettu 21.9.2018. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=hoi50074#NaN>

Käypä hoito -suositus. 2016a. Hampaan juurihoito. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Luettu 21.9.2018. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=hoi50110#NaN>

Käypä hoito -suositus. 2016b. Parodontiitti. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Luettu 21.9.2018. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=hoi50086#NaN>

Käypä hoito -suositus. 2016c. Purentaelimistön toimintahäiriöt (TMD). Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Luettu 21.9.2018. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=hoi50057#NaN>

Käypä hoito -suositus. 2017. Hammasperäiset äkilliset infektiot ja mikrobilääkkeet. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Luettu 21.9.2018. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=hoi50090#NaN>

Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Martini, P. T. & Andreis, I. A. 1998. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. European Radiology. 8 (9), 1558–64.

Nikupaavo, U. 2012. Röntgenhoitajan rooli säteilyaltistuksen oikeutuksessa. Luento. Sädeturvapäivät 2012. Tampere.

Pauwels, R., Araki, K., Siewerdsen, J. H. & Thongvigittanee, S. S. 2015. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. The British Institute of Radiology. Dentomaxillofacial Radiology. 44 (1).

Peltonen, E. N.d. Leukojen KKTT-tutkimus. Luettu 6.6.2017.

<http://www.hammasrontgen.info/kktt-kuvat>

Pietiläinen, K. 2015. Kehon koostumuksen mittaaminen. Teoksessa Pietiläinen, K., Mustajoki, P. & Borg, P. (toim.) Lihavuus. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 32–33.

Pietilä, T. 2014. Hammaskuvausten laatu panoraamakuvauksessa. Oulun yliopisto. Terveystieteiden tiedekunta. Pro gradu -tutkielma.

Polit, D. & Beck, C. 2012. Nursing research: generating and assessing evidence for nursing practice. 21. painos. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.

Rantanen, M., Savolainen, S. & Lampinen, J. 2000. Sädeturvaluento. Suomen radiologiyhdistys. Luettu 28.1.2018. <https://www.sry.fi/index.php?44>

Romans, L. E. 2011. Computed tomography for technologists: A comprehensive text. Philadelphia: Wolters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins.

Ruohonen, J. 2010. Perusfysiikkaa: Mitä pitää muistaa tehdä eri tavalla kun lapsipotilasta kuvataan? Luento. Sädeturvapäivät 2010. Tampere.

Sahota, J., Bhatia, A., Gupta, M., Singh, V., Soni, J. & Soni, R. Reliability of Orthopantomography and Cone-beam Computed Tomography in Presurgical Implant Planning: A Clinical Study. National Center for Biotechnology Information. The Journal of contemporary dental practice 18 (8), 665–669.

Scarfe, W. & Farman A. 2008. What is conebeam CT and how does it work? The Dental Clinics of North America. 52, 707–730.

Scarfe, W. & Williamson, G. 2007. Practical Panoramic Radiography. Luettu 12.9.2018. <https://www.dentalcare.com/en-us/professional-education/ce-courses/ce71/exposure-factors>

Shin, H., Nam, K., Park, H. Choi, H., Kim, H. & Park, C. 2014. Effective doses from panoramic radiography and CBCT (cone beam CT) using dose area product (DAP) in dentistry. The British Institute of Radiology. Dentomaxillofacial Radiology 43 (5), 1–6.

Signorelli, L., Patcas, R., Peltomäki, T. & Schätzle, M. 2016. Radiation dose of cone-beam computed tomography compared to conventional radiographs in orthodontics. Springer Medizin. Journal of Orofacial Orthopedics 77 (1), 9–15.

STM. 2000. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. 10.5.2000/423.

STUK. 2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. STUK tiedottaa 1/2004. Helsinki.

STUK 2005. Ionisoiva säteily. 4/2005. Helsinki.

STUK. 2008a. Annoksen ja pinta-alan tulon mittaaminen. STUK-TR 4/maaliskuu 2008.

- STUK. 2008b. Terveydenhuollon röntgenlaitteiden laadunvalvontaopas. STUK tiedottaa 2/2008.
- STUK 2009. Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. Helsinki: Vammalan kirjapaino Oy.
- STUK. 2011a. Hammasröntgentoiminnan laadunvalvonta ja kuvaushuoneen säteilysuojaus. STUK opastaa 9/2011. Helsinki.
- STUK. 2011b. KKTT-laitteen käyttö. STUK opastaa 10/2011. Helsinki.
- STUK. 2012. Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa. ST-ohje 1.7. 10.12.2012.
- STUK. 2013. Säteilytoiminnan turvallisuus. ST-ohje 1.1. 23.5.2013.
- STUK. 2014a. Hammasröntgentutkimukset terveydenhuollossa. ST-ohje 3.1. 13.6.2014.
- STUK. 2014b. Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. ST-ohje 3.3. 8.12.2014.
- STUK. 2015. Hammasröntgenkuvausta ei pidä välttää raskauden vuoksi. Luettu 31.3.2018. <http://www.stuk.fi/-/hammasrontgenkuvausta-ei-pida-valttaa-raskauden-vuoksi>
- STUK. 2017a. Hammasröntgen. Luettu 6.6.2017. <http://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/hammasrontgen>
- STUK. 2017b. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten tavanomaisissa röntgentutkimuksissa. Päätös 11/3020/2017. 15.5.2017.
- STUK. n.d.a. Sanasto. Luettu 11.10.2018. <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateilyon/sanasto>
- STUK. n.d.b. Säteilysuojelun periaatteet. Luettu 30.5.2018. <http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/sateilytoiminnan-turvallisuus/sateilysuojelun-periaatteet>
- Suomalainen, A. & Koskinen, S. K. 2013. Kartiokeilatietokonetomografia ja sen kliiniset sovellukset. Duodecim. 129, 1037-1043.
- Suutari, J. (toim.) 2016. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015. STUK-B 207.
- Säteilylaki. 27.3.1991/592.
- Taanila, A. 2014. Määrällisen aineiston kerääminen. Luettu 16.8.2018. <http://myy.haaga-helia.fi/~taaak/t/suunnittelu.pdf>
- Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa Pukkila, O. (toim.) Säteily- ja ydinturvallisuus 3: Säteilyn käyttö. Hämeenlinna: Karisto Oy. 13-182.

Tervaniemi, J. erikoishammaslääkäri. 2015. Mihin hammaslääkäri tarvitsee kuvantamista? Luento. Sädeturvapäivät 29.–30.10.2015. Tampere.

Tietoarkisto. 2003. Keskiluvut. Tampereen yliopisto. Luettu 25.8.2018.
<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/keskiluvut/keskiluvut.html>

Tietoarkisto. 2017. Aineistonhallinnan käsikirja. Tampereen yliopisto. Luettu 16.11.2017. <http://www.fsd.uta.fi/aineistonhallinta/fi/tunnisteellisuus-ja-anonymisointi.html>

Turnbull-Smith, S. 2016. Cone-Beam Computed Tomography Examinations of the Head and Neck Region in Finland: Indications and Patient Radiation Dose. Tampereen teknillinen yliopisto. Luonnontieteiden tiedekunta. Pro gradu -tutkielma.

Vilka, H. Tutki ja mittaa. 2007. 1. painos. Helsinki: Tammi.

WHO 2016. Ionizing radiation, health effects and protective measures. Päivitetty 4/2016. Luettu 16.4.2018. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/en/>

Wirtanen, M. 13.4.2015. Optimointi käytännön kuvaustilanteissa. Luettu 16.1.2018.
<https://www.stuk.fi/documents/12547/152964/WirtanenMerja-Siikaranta-RT2015.pdf/059710d2-df94-47c4-8d37-7b2c335dec82>

LIITTEET

Liite 1. Tutkimuksessa käytetty tiedonkeruulomake

Indikaatio: _____					
LAITE: _____					
	Sukupuoli M/N	kV	mAs	säteily- annos	resoluutio (pikselikoko)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					