



**KUVAUSETÄISYYDEN VAIKUTUS
POTILAAN SAAMAAN SÄTEI-
LYANNOKSEEN LANNERANGAN
RÖNTGENTUTKIMUKSESSA**

Anu Sinkkonen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2014
Radiografian ja sädehoidon
koulutusohjelma

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

SINKKONEN, ANU:

Kuvausetäisyyden vaikutus potilaan saamaan säteilyannokseen lannerangan röntgentutkimuksessa

Opinnäytetyö 63 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Joulukuu 2014

Toiminnanharjoittajan velvollisuuksiin kuuluu potilaan säteilyaltistuksen seuranta. Säteilyaltistuksen seurannassa käytetään STUKin antamia vertailutasoja. Tämän opinnäytetyön tavoite oli antaa tietoa röntgenyksikköön lannerangan röntgentutkimuksen kuvausetäisyyden muutoksen vaikutuksesta potilaiden saamiin säteilyannoksiin optimoinnin tueksi. Opinnäytetyön tarkoitus oli kuvailla potilaiden saamia säteilyannoksia lannerangan röntgentutkimuksessa, kun kuvausetäisyys oli 110 cm ja 150 cm. Tarkoituksena oli selvittää toteutuvatko lannerangan röntgentutkimukselle asetetut vertailutasot.

Opinnäytetyö toteutettiin kvantitatiivisena tutkimuksena. Tutkimuksessa oli kaksikymmentä normaalikokoista ($70 \text{ kg} \pm 15 \text{ kg}$) potilasta. Kymmenen potilaan kuvausetäisyytenä oli 110 cm ja kymmenen potilaan 150 cm. Lannerangan röntgentutkimus suoritettiin seisten, potilailta kuvattiin anteroposteriorinen ja lateraalinen projektiio. Molemmilla käytetyillä kuvausetäisyyksillä Säteilyturvakeskuksen ennen 1.7.2014 antamat vertailutasot alittuivat.

Keskimääräinen pinta-annos oli lannerangan röntgentutkimuksessa 150 cm:n kuvausetäisyydellä AP-projektiossa 45 % ja LAT-projektiossa 58 % pienempi kuin 110 cm:n kuvausetäisyydellä. Keskimääräinen annoksen ja pinta-alan tulo (AP+LAT) oli 150 cm:n kuvausetäisyydellä 42 % pienempi kuin 110 cm:n kuvausetäisyydellä. Keskimääräinen luuytimen säteilyannos oli 150 cm:n kuvausetäisyydellä AP-projektiossa 25 % ja LAT-projektiossa 44 % pienempi kuin 110 cm:n kuvausetäisyydellä. Keskimääräinen virtsarakon säteilyannos oli 150 cm:n kuvausetäisyydellä AP-projektiossa 39 % ja LAT-projektiossa 19 % pienempi kuin 110 cm:n kuvausetäisyydellä. Sukurauhasten saama keskimääräinen säteilyannos oli molemmissa projektioissa suurempi käytettäessä 150 cm kuvausetäisyyttä. Keskimääräinen efektiivinen annos oli 150 cm:n kuvausetäisyydellä AP-projektiossa 38 % ja LAT-projektiossa 45 % pienempi kuin kuvattaessa 110 cm:n kuvausetäisyydellä.

Radiologinen laitetekniikka oli Euroopan Unionin suositusten mukainen kaikilta muilta osin paitsi hilasuhteen ja lamellitihyiden sekä AP-projektiossa kuvareseptorin herkkyyden osalta.

Tulosten perusteella kuvausetäisyys vaikuttaa potilaan saamaan säteilyannokseen niin, että käytettäessä pidempää kuvausetäisyyttä potilaiden saamat säteilyannokset ja elin-kohtaiset annokset olivat pienemmät. Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että röntgenyksikön kannattaisi jatkaa seisten tehtävässä lannerangan röntgentutkimuksessa 150 cm:n etäisyyden käyttöä.

Jatkotutkimusehdotuksena opinnäytetyöntekijä ehdottaa tutkimusta, kuinka kuvausetäisyyden muutos pidemmäksi vaikuttaa röntgenkuvan laatuun.

Asiasanat: DAP, efektiivinen annos, ekvivalenttiannos, ESD, etäisyys, lanneranka, radiologinen laite, röntgenhoitaja, säteilyannos

ABSTRACT

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

SINKKONEN, ANU:

The Effect of Distance on The Patient's Radiation Dose in Lumbar Spine Radiography

Bachelor's thesis 63 pages, appendices 6 pages

December 2014

The purpose of this study was to measure the radiation doses received by patients in lumbar spine x-ray examinations when focus-film distances were 110 cm or 150 cm. The study examined the dose levels in lumbar spine X-ray examinations with relation to the reference dose levels. The study examined patient's received entrance surface doses (ESD), dose area products (DAP), effective doses and equivalent doses.

This study applied a quantitative method. The participants of the study were twenty adult patients of normal size ($70 \text{ kg} \pm 15\text{kg}$) patients. With ten patients the imaging distance was 110 cm and with ten patients the distance was 150 cm. In both groups the received values were below the reference levels given by STUK (Radiation and Nuclear Safety Authority) on the 1st July in 2014.

The radiological unit's devices were in accordance with the guidelines issued by the European Union, except for the image-receptor sensitivity. In the AP projection image-receptor sensitivity was lower than the recommendations.

According to the results the imaging distance affects the radiation dose received by the patient so that with shorter distance the doses are lower.

Key words: DAP, Distance, Effective Dose, ESD, Equivalent Dose, Lumbar Spine, Radiation dose, Radiographer, Radiological device

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	RÖNTGENTUTKIMUKSEN SÄTEILYANNOS.....	6
2.1	Säteily ja terveys	6
2.2	Oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate	7
2.3	Säteilyannosten määrittäminen.....	7
3	LANNERANGAN RÖNTGENTUTKIMUS.....	10
3.1	Selkäkivun yleisyys ja sitä aiheuttavia tekijöitä	10
3.2	Kuvantamissuositukset selkäkivun yhteydessä	10
3.3	Lannerangan röntgentutkimuksessa käytettävät kuvausprojektiot	11
3.4	Lannerangan röntgentutkimuksessa käytettävä radiologinen laitetekniikka	11
4	KUVAUSETÄISYYDEN MERKITYS SÄTEILYANNOKSEEN	14
5	AIHEESEEN LIITTYVIÄ MUITA TUTKIMUKSIA	17
6	VERTAILUTASOT LANNERANGAN RÖNTGEN TUTKIMUKSESSA.....	19
7	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA ONGELMAT	21
8	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	22
8.1	Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä	22
8.2	Aineiston keruu ja analysointimenetelmät.....	22
9	POTILASANNOSMITTAUSTEN TULOKSET.....	26
9.1	Lannerangan röntgentutkimuksessa käytetty laitetekniikka	26
9.2	Taustatiedot potilaista	27
9.3	Pinta-annos (ESD)	31
9.4	Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP).....	33
9.5	Elinkohtaiset säteilyannokset.....	36
9.6	Efekttiivinen annos	42
10	POHDINTA.....	44
10.1	Radiologinen laitetekniikka	44
10.2	Säteilyannokset	45
10.3	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	52
10.4	Oma oppimiskokemus ja jatkotutkimusehdotukset	53
	LÄHTEET	55
	LIITTEET	58
	Liite 1. Aineistonkeruulomake	58
	Liite 2. Ohje.....	59
	Liite 3. Laitetietolomake	60
	Liite 4. Potilaiden painot ja paksuudet keskisäteen kohdalta sekä saadut säteilyannokset.....	61

1 JOHDANTO

Suomessa tehdään vuosittain 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta. Lannerangan röntgentutkimuksia niistä on noin 130 000 kpl. Niistä aiheutuva keskimääräinen efektiivinen potilasannos on 2,3 mSv. (STUK 2014a.)

Säteilylaissa säädetään periaatteet säteilyn käytölle lääketieteellisessä tarkoituksessa. Niitä ovat oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate. Optimointiperiaatteen mukaan potilaan säteilyaltistus on pidettävä niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Säteilylle altistavan toimenpiteen tulee siis tuottaa riittävän diagnostinen tieto mahdollisimman pienellä säteilyaltistuksella. (Säteilylaki 1991.)

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetuksessa (423/2000) säädetään, että toiminnanharjoittajan on otettava käyttöön vertailutasot yleisimmille röntgentutkimuksille. Vertailutasot ovat ilmoitettu STUKin päätöksessä, (11/3020/2011) ja uudessa 1.7.2014 voimaan tulleessa päätöksessä (9/3020/2014). (STUK 2011; STUK 2014b.) Tässä opinnäytetyössä saatuja tuloksia verrataan vuonna 2011 annettuihin vertailutasoihin, sillä ne ovat olleet voimassa tietojen keruun ajankohtana.

Tässä työssä selvitetään miten kuvausetäisyyden pidentäminen on vaikuttanut potilaiden saamiin säteilyannoksiin. Lisäksi selvitetään toteutuvatko lannerangan röntgentutkimukselle asetetut vertailutasot ja minkälaisia elinten säteilyannoksia ja efektiivisiä annoksia potilaat saavat. Opinnäytetyön tavoitteena on antaa tietoa röntgenyksikköön lannerangan röntgentutkimuksen kuvausetäisyyden muutoksen vaikutuksesta potilaiden saamiin säteilyannoksiin optimoinnin tueksi. Tietojen keruu tehtiin eräessä Pirkanmaalla sijaitsevan terveyskeskuksen röntgenyksikössä 15.1. – 9.4.2014.

Potilaiden saamia efektiivisiä annoksia ja ekvivalenttiannoksia lasketaan PCXMC - Monte Carlo-ohjelmalla (STUK 2008, 6). Potilaiden saamat säteilyannokset, efektiiviset ja elinkohtaiset annokset havainnollistetaan erilaisen kuvioiden ja taulukoiden avulla.

2 RÖNTGENTUTKIMUKSEN SÄTEILYANNOS

2.1 Säteily ja terveys

Säteily kuuluu osana ympäristöön jossa elämme. Säteilyä on kahdenlaista: ionisoivaa ja ionisoimatonta säteilyä. Säteily voi olla hiukkassäteilyä tai sähkömagneettista aaltoliikettä. Röntgensäteily on ionisoivaa säteilyä ja sähkömagneettista aaltoliikettä. Ionisoivalla säteilyllä on tarpeeksi energiaa, jotta se voi irrottaa atomista elektroneja tai rikkoa aineen molekyylejä. (STUK 2012; Tapiovaara, Pukkila, & Miettinen 2004, 18.) Säteily voi myös olla suoraan ionisoivaa tai epäsuorasti ionisoivaa, röntgensäteily on epäsuorasti ionisoivaa säteilyä (Mustonen & Salo 2002, 28–29).

Ionisoivan säteilyn haittavaikutuksia solussa ovat muun muassa solukuolemat sekä solun perimän eli DNA:n vauriot. (Paile 2000, 1; Mustonen & Salo 2002, 28–31.) Säteily aiheuttaa kahdenlaisia terveyshaittoja: suoria eli deterministisiä haittavaikutuksia ja satunnaisia eli stokastisia haittavaikutuksia. Suora haittavaikutus perustuu solutuhoon, joita ovat esimerkiksi säteilytörmäys, säteilypalovamma, harmaakaihi ja sikiövaurio. Suora haittavaikutus on varma, jos saatu säteilyannos on suuri. Haittavaikutuksella on kynnyсарvo, jonka ylittyessä haitta on varma. Koska nämä liittyvät suuriin säteilyannoksiin, haitta on mahdollista saada sädehoidossa tai säteilyonnettomuudessa. Tästä syystä yksilön suojaaminen on tärkeää. Suora haittavaikutus voidaan aina yhdistää tiettyyn tapahtumaan. (Paile 2000; Paile 2002, 44–46)

Satunnainen haittavaikutus syntyy silloin, kun yhteen soluun tulee geneettinen muutos. Satunnaisella haittavaikutuksella ei ole kynnyсарvoa eli pieninkin säteilyannos voi aiheuttaa haitan. Haitta ei ole riippuvainen saadusta säteilyannoksesta vaan haitan todennäköisyys kasvaa annoksen kasvaessa. Satunnaiset haittavaikutukset tulevat esiin vuosien kuluttua, eikä satunnaista haittavaikutusta voi yhdistää tiettyyn tapahtumaan. Yksilön riski saada satunnainen haitta on suhteellisen pieni, vaikka säteilyannos olisikin kohtalaisen suuri. (Paile 2000; Paile 2002, 44–46)

2.2 Oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate

Lääketieteellisellä säteilyaltistuksella tarkoitetaan, että henkilöön tai kehon osaan kohdistetaan tarkoituksella säteilyä (Säteilyasetus 1991; STM 2000). Säteilylaissa säädetään peruseriaatteet säteilyn käytölle lääketieteellisessä tarkoituksessa: oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate (Säteilylaki 1991). Oikeutusperiaate tarkoittaa, että säteilyaltistuksesta saatavan hyödyn on oltava suurempi kuin siitä potilaalle tuleva haitta. Optimointiperiaatteen mukaan potilaan säteilyaltistus pidetään mahdollisimman pienenä, kuin käytännöllisin keinoin on mahdollista. Säteilylle altistava toimenpide suoritetaan niin pienellä säteilyaltistuksella, että saadaan kuitenkin riittävä diagnostinen tieto. Yksilönsuojaperiaatteessa suojellaan työntekijöitä ja muuta väestöä säteilyaltistukselta, eikä se koske potilasta. Säteilylaissa on määritelty työntekijöille ja muulle väestölle säteilyaltistuksen enimmäisrajat. (Säteilylaki 1991; STM 2000.)

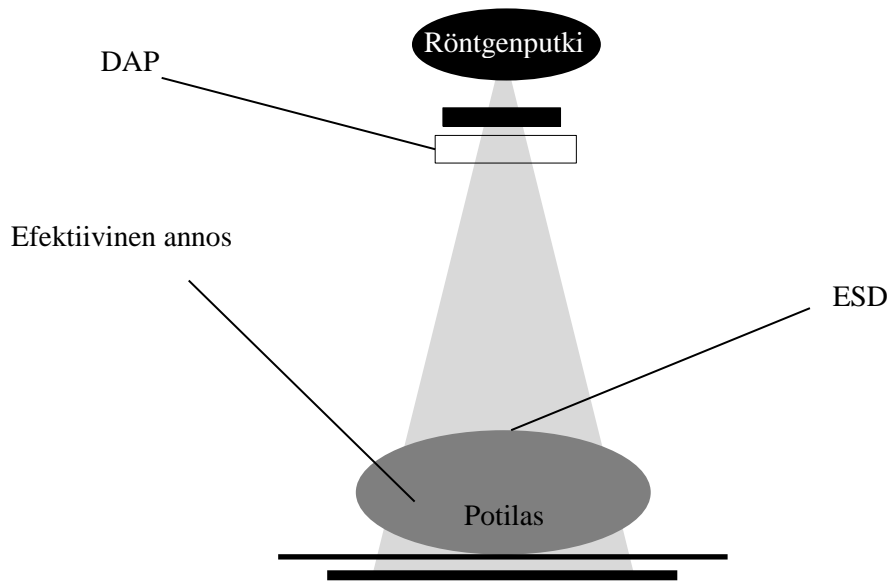
2.3 Säteilyannosten määritysmenetelmät

Säteilyannoksella tarkoitetaan säteilyaltistusta kuvaavaa mittasuureta tai säteilyaltistuksesta aiheutuvaa terveydellistä haittavaikutusta kuvaavaa säteilyannosta (STM 2000). Toiminnanharjoittajan velvollisuuksiin kuuluu potilaan säteilyaltistuksen seuranta. Se on osa laadunvarmistusta ja sen tarkoituksena on taata, ettei röntgentutkimuksesta tuleva säteilyannos ole kohtuuttoman suuri. Potilaan säteilyaltistus on määriteltävä vähintään kerran kolmessa vuodessa yleisimmille röntgentutkimuksille. Lisäksi on vuosittain varmistettava, ettei säteilyaltistus ole muuttunut. Säteilyaltistuksen arvioinnissa käytetään hyväksi Säteilyturvakeskuksen antamia tai omia vertailutasoja. Mikäli käytetään omia vertailutasoja, niiden pitää olla pienemmät kuin Säteilyturvakeskuksen määrittämät vertailutasot. Säteilyaltistuksen mittaamiseen voidaan käyttää potilasta vastaavaa fantomia tai se voidaan mitata tai arvioida laskennallisesti potilasjoukolle. (STUK 2004, 3; STUK 2006, 7.) Uusimmissa röntgenlaitteissa on säteilyaltistuksen osoittava näyttö tai laite. Mittauslaitteen kalibroinnista on huolehdittava säännöllisesti, tai muilla mittauksilla varmistetaan, että mittauslaite mittaa riittävän tarkasti. Potilaan säteilyaltistuksen mittaaminen voidaan tehdä myös laskennallisesti jos röntgenlaitteessa ei ole näyttöä tai vastaavaa laitetta. (Säteilylaki 1991; STUK 2004, 6.)

Efektiivinen annos kuvaa potilaalle aiheutunutta säteilyn aiheuttamaa kokonaishaittaa. Efektiivinen annos lasketaan altistuneiden elinten ja kudosten ekvivalenttiannosten summasta, huomioiden elimien ja kudosten säteilyherkkyys (kuva 1). **Ekvivalenttiansoksella** kuvataan säteilyn aiheuttamaa terveydellistä haittaa tietylle elimelle tai kudokselle. Se lasketaan absorboituneesta annoksesta huomioiden eri säteilylajien kyky aiheuttaa haittaa. Kumpaakaan edellä mainituista suureista ei voi mitata fysikaalisesti. Molempien säteilysuureiden yksikkö on sievert, Sv. (STUK, sanasto A-E.)

DAP (Dose Area Product) eli annoksen ja pinta-alan tulo mitataan röntgenlaitteeseen asennetulla DAP-mittarilla, jonka ionisaatiokammio on kiinteästi asennettu röntgenlaitteeseen (kuva 1.) (STUK 2004, 9–10). DAP on riippumaton fokuksen ja potilaan ihon etäisyydestä eli annos pienenee samassa suhteessa kuin säteilykeilan pinta-ala kasvaa fokus-ihoetäisyyden (FSD) kasvaessa. DAP kuvaa tutkimuksen potilaalle aiheuttamaa kokonaissäteilyaltistusta ja se voidaan määrittää koko röntgentutkimukselle tai yksittäiselle projektiolle (STUK 2000, 101; STUK 2001, 33).

ESD (Entrance Surface Dose) eli pinta-annos kuvaa annosta potilaan iholta (kuva 1). Pinta-annos sisältää primaarisäteilyn ja potilaasta takaisin sironneen säteilyn. Sen määrittämiseen tarvittavia tietoja ovat kuvausetäisyys (cm), kuvausjännite (kV) ja sähkömäärä (mAs). Lisäksi on tiedettävä säteilyntuotto käytetyllä kuvausjännitteellä, fokuksella ja suodatuksella sekä takaisinsirontakerroin. ESD voidaan määrittää vain yhdelle kuvalle, eikä pinta-annoksia eri projektiosta voi laskea yhteen. Pinta-annos ilmaistaan ilmaan absorboituneena annoksena (mGy) siinä kohdassa, jossa säteilykeilan akseli leikkaa potilaan ihon pinnan. Takaisinsirontakertoimet lannerangan tutkimuksissa ovat AP-projektiossa 1,35 ja LAT-projektiossa 1,34. (Euroopan komissio 1999, 16; STUK 2000, 101–102; STUK 2004, 7–10.)



KUVA 1. Säteilyannosten määrittämispaikat (Lança & Silva 2013, 51)

Pinta-annos (ESD) lasketaan kaavalla:

$$ESD = Y(U,F) * (FDD/FSD)^2 * Q * BSF$$

- $Y(U,F)$ on röntgenputken säteilytuotto (mGy/mAs) eli ilmaan absorboitunut annos jaettuna sähkömäärällä, mitattuna etäisyydellä FDD (cm) fokuksesta, potilastutkimuksessa käytetyllä kuvausjännitteellä U ja kokonaissuodatuksella F ,
- FSD on etäisyys (cm) röntgenputken fokuksesta potilaan iholle säteilykeilan keskellä,
- Q on potilastutkimuksessa käytetty sähkömäärä (mAs) ja
- BSF on takaisinsirontakerroin.

(STUK 2004, 7)

Pinta-annos voidaan laskea myös annoksen ja pinta-alantulosta, kun tiedetään säteilykeilan poikkileikkauksen pinta-ala A_1 (cm^2) potilaan ihon tasossa.

$$ESD = (DAP/A_1) * BSF$$

(STUK 2004, 8)

3 LANNERANGAN RÖNTGENTUTKIMUS

3.1 Selkäkivun yleisyys ja sitä aiheuttavia tekijöitä

Alaselän vaivat ovat yleisiä aikuisilla: kahdeksan kymmenestä aikuisesta tuntee jossain elämänsä vaiheessa kipua alaselän alueella. Selkäkipujen yleisyys Suomessa on kasvanut Terveys 2011 – tutkimuksen mukaan verrattuna vuoden 2000 tilastoon. Miehillä selkäkiput ovat yleistyneet 30 %:sta 35 %:iin, naisilla vastaavasti 37 %:sta 41 %:iin. Selkäkiput ovat yleisiä nykyään myös nuorilla. Suurin osa selkäkipuista on lyhytaikaisia, pitkään jatkuneita selkäkipuja esiintyy noin 10 %:lla aikuisista. Selkäkiput aiheuttavat paljon sairauspoissaoloja ja työkyvyttömyyseläkkeellä oli vuonna 2012 selkävaivojen vuoksi 26 600 henkilöä. Selkäkipua aiheuttavia tekijöitä voivat olla fyysisesti kuormittava työ, ylipaino, vähäinen liikunta, tupakointi ja tapaturmat sekä perintötekijät. Myös autolla ajaminen (istuminen ja tärinä), istuminen tietokoneen äärellä ja muu pitkäaikainen istuminen lisäävät mahdollisesti riskiä selkäsairauksille. (Salminen & Pohjolainen 2010, 86; Alaselkäkipu 2014: Käypä hoito -suositus.)

3.2 Kuvantamissuositukset selkäkivun yhteydessä

Selkäkiput jaetaan kolmeen pääluokkaan potilaan esitietojen ja kliinisen tutkimuksen perusteella. Ne ovat mahdollinen vakava (syövän etäpesäke) tai spesifinen selkäsairaus (selkärankareuma tai nikamasiirtymä), hermojuuren toimintahäiriö ja epäspesifiset selkävaivat. Lisäksi selkäkipu jaotellaan kivun keston perusteella kolmeen luokkaan, lyhytkestoinen selkäkipu (kesto alle kuusi viikko), pitkittyvä selkäkipu (6-12 viikkoa) ja pitkäaikainen selkäkipu (kesto yli 12 viikkoa). (Alaselkäkipu 2014: Käypä hoito -suositus.)

Nykyisissä hoitosuosituksissa on kiinnitetty huomiota ionisoivasta säteilystä aiheutuviin haittoihin, joten kaikissa selkäkipuissa, kuten akuutissa tai tilapäisessä alaselkäkipussa, ei suositella potilaalle ensisijaisesti kuvantamistutkimuksia. Kuvantamistutkimukset ovat sen sijaan aiheellisia uusiutuvan, pitkittyvän ja kroonisen selkäkivun selvittämisessä, epäiltäessä vakavaa tai spesifistä selkäsairautta tai leikkaushoitoa harkittaessa. (Alaselkäkipu 2014: Käypä hoito -suositus.)

Seisten tehtävä lannerangan röntgentutkimus on perustutkimus pitkäaikaisissa, yli 12 viikkoa kestäneissä, selkäkivuissa. Uusimmissa suosituksissa todetaan, että fertiilikäisillä ja nuorilla potilailla olisi syytä harkita magneettitutkimusta ensisijaisena vaihtoehtona jo primaarivaiheessa. Lannerangan tutkimusta käytetään myös erilaisten murtumien ja postoperatiivisten tilanteiden arvioinnissa. (Alaselkäkipu 2014: Käypä hoito-suositus.)

3.3 Lannerangan röntgentutkimuksessa käytettävät kuvausprojektiot

Euroopan Unioni on antanut suosituksia hyvien kuvaustapojen käytänteille ja hyvän kuvan laadulle. Kuvassa täytyy näkyä potilaan henkilötunnus, tutkimuspäivä, puolenmerkki ja tutkimuksen nimi. Potilaan oikea asettelu ja liikkumattomuus ovat tärkeitä hyvän kuvan onnistumiselle. Tarvittavat diagnostiset tiedot on saatava niin tarkalla rajauksella sekä niin vähäisillä kuvien määrällä kuin on mahdollista. (European Commission 1996, 12–13.)

Lannerangasta kuvataan yleensä kaksi projektiota; etukuva eli antero-posteriorinen (AP) tai postero-anteriorinen (PA) ja sivukuva eli lateraalinen (LAT) (European Commission 1996, 24–25). Kuvaus voidaan tehdä seisten thorax-telinettä vasten tai maaten Bucky-pöydällä. Molemmissa projektioissa pitää näkyä T12-S2 välinen alue. (Cornuelle & Gronefeld 1998, 301–305). Lannerangan röntgenkuvien on oltava visuaalisesti terävät ja keskityksen oltava oikein molemmissa projektioissa. Yksityiskohtien näkyvyyden tulee olla 0,3 – 0,5 mm. (European Commission 1996, 24–25.)

3.4 Lannerangan röntgentutkimuksessa käytettävä radiologinen laitetekniikka

Euroopan Unioni on antanut suositukset röntgentutkimuksissa käytettävästä radiologisesta laitetekniikasta. Radiologisella laitteella tarkoitetaan röntgentoiminnassa, isotooppitoiminnassa tai sädehoidossa käytettävää laitetta apulaitteineen ja välineineen (Säteilyasetus 1991). Taulukossa 1. on esitetty EU:n suositukset käytettävästä radiologisesta laitetekniikasta lannerangan röntgentutkimuksessa. Molemmissa projektioissa suositellaan käytettävän hilalla varustettua pystytelinettä tai pöytää. Fokuskoon suositellaan olevan vähintään tai alle 1,3 mm. Kokonaissuodatuksen suositellaan olevan 3,0 mm Al

tai enemmän. Hilan ratioksi suositellaan 10 ja lamelleja 40 / cm. Kuvareseptorin herkkyudeksi suositellaan 400 molemmissa projektiossa. Kuvausetäisyyden suositellaan olevan molemmissa projektioissa 100 – 150 cm. Kuvausjännitteeksi suositellaan 80 – 90 kV ja valotusautomaatiksi valitaan keskikammio. Valotusajan suositellaan olevan AP-projektiossa alle 400 ms ja LAT-projektiossa alle 1000 ms. Säteily suoja tulisi käyttää molemmilla sukupuolilla jos se on mahdollista. (European Commission 1996, 24–25; DIMOND III 2004, 33-34.)

TAULUKKO 1. EU:n suositukset radiologisesta laitetekniikasta lannerangan röntgen-tutkimuksessa (European Commission 1996, 24–25; DIMOND III 2004, 33-34.)

Laitetekniikka	AP-projektio	LAT-projektio
Laite	Hilalla varustettu teline (pysty tai pöytä)	Hilalla varustettu teline (pysty tai pöytä)
Fokuskoko	≤ 1.3 mm	≤ 1.3 mm
Kokonaissuodatus	≥ 3.0 mm Al	≥ 3.0 mm Al
Hila	r = 10; 40 / cm	r = 10; 40 / cm
Herkkyys	400	400
FFD	115 cm (100 – 150 cm)	115 cm (100 – 150 cm)
Kuvausjännite	(75)80 – 90 kV	80 – 90 kV
Valotusautomaatti	Keskikammio	Keskikammio
Valotusaika	< 400 ms	< 1000 ms
Säteily suojaus	Tarvittaessa miehille gonadisuoja ja naisille, jos mahdollista	

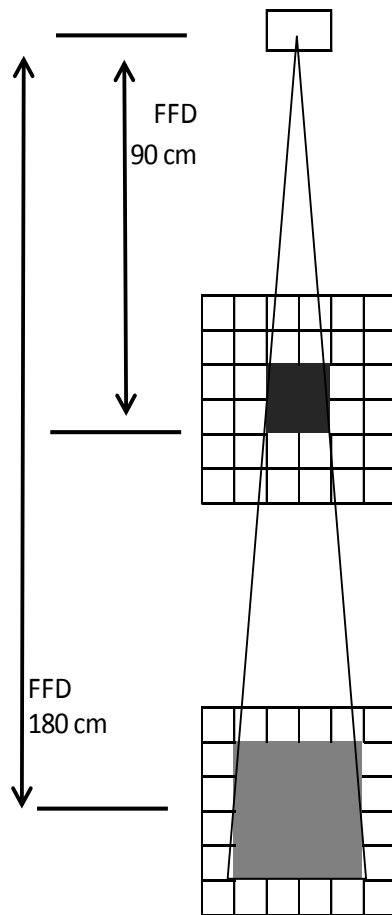
Tärkeimmät tekijät röntgenkuvan muodostumiselle ovat röntgenputken jännite (kV) ja virta (mA), lisäksi vaikuttavat valotusaika (s), fokus-kuvareseptorietäisyys (cm) ja potilaan paksuus (cm) (STUK 1999, 5; Lança & Silva 2013; 40–41). Fokuskoolla on merkitystä röntgenkuvassa näkyviin yksityiskohtiin. Käytettäessä pienempää fokuskokoa saadaan röntgenkuvassa näkymään pienemmät yksityiskohdat. (Wallace 1995, 15; Shephard 2003, 219). Suodatus suodattaa pehmeän / matalaenergisien säteilyn pois vähentäen näin potilaan säteilyannosta. Kokonaissuodatus koostuu röntgenputken ominaissuodatuksesta ja lisäsuodattimista. Kuvausarvoja tarvitaan sitä enemmän mitä enemmän käytetään suodatusta. (Kosonen & Lehto 1984, 41; Wallace 1995, 119–120.) Hila päästää läpi primaarisäteilyn. Sen avulla suodatetaan pois sironnutta säteilyä eli hajasäteilyä, jota muodostuu potilaasta ja tutkimustelineestä. Suodattamalla pois siron-

nutta säteilyä parannetaan kuvan laatua, muun muassa kontrastia. Hilasuhteella tarkoitetaan lamellien korkeuden ja etäisyyden välistä suhdetta. Mitä suurempi on hilasuhte (ratio) sitä enemmän se suodattaa pois hajasäteilyä. Myös lamellien määrä senttimetriä kohti vaikuttaa siihen kuinka tehokkaasti hila suodattaa hajasäteilyä pois. (Kosonen & Lehto 1984, 41; Wallace 1995, 102–107; Lança & Silva 2013, 42–43.) Herkkyydellä tarkoitetaan kuvareseptorin kykyä reagoida säteilyyn. Mitä herkempi kuvareseptori on, sitä vähemmän tarvitaan säteilyä, jolloin potilaan säteilyannos pienenee. Kuvareseptorin herkkyys vaikuttaa röntgenkuvan tarkkuuteen. Herkkyyden kasvaessa röntgenkuvasta tulee epätarkempi. (Wallace 1995, 150–151; Shephard 2003, 104–105.)

Korkeammalla kuvausjännitteellä (kV) saadaan säteilystä läpitunkevampaa. Kuvausjännitteen lisäämisessä on tehtävä kompromisseja potilaan säteilyannoksen ja röntgenkuvan kontrastin kanssa, sillä korkea kV vähentää potilaan annosta, mutta heikentää kontrastia. Valotusajan lyhentäminen (s) parantaa kuvan laatua ja vähentää pinta-annosta ja efektiivistä annosta. Virran (mA) lisääminen ja valotusajan (s) pienentäminen parantavat kuvan laatua, koska liike-epätarkkuus vähenee. (Lança & Silva 2013, 40–41.) Valotusautomaatti säättää kuvausaikaa ja pysäyttää valotuksen automaattisesti, kun riittävä määrä säteilyä on tullut kuvareseptorille potilaan koosta riippumatta. (Wallace 1995, 215; STUK 1999, 151). Potilaan paksuus vaikuttaa säteilyannokseen (ESD tai DAP) siten, että 3 cm paksuuden lisäys suurentaa säteilyannoksen noin kaksinkertaiseksi (STUK 1999, 151).

4 KUCAUSETÄISYYDEN MERKITYS SÄTEILYANNOKSEEN

Kuvausetäisyys vaikuttaa potilaan saamaan säteilyannokseen sillä säteily vaimenee käänteistä etäisyyden neliölakia noudattaen. Kuvausetäisyyttä pidennettäessä ja muiden kuvausparametrien ollessa samoja pinta-annos pienenee. Samoin pienenee annoksen ja pinta-alan tulo jos kuva rajataan käytetyn etäisyyden mukaan. Kuvan rajaaminen ja kenttäkoon rajoittaminen vähentää sironnutta säteilyä, jolloin potilaan säteilyannos pienenee ja kuvan laatu paranee. (Kosonen & Lehto, 1983, 41; Laarne & Nieminen 2006, 42–43.) Röntgenputken etäisyys kuvareseptorista on tekijä, joka vaikuttaa säteilyn voimakkuuteen. Mitä lähempänä röntgenputki on kohdetta, sitä voimakkaampaa (intense) säteily on. Röntgenputkea siirrettäessä kauemmas säteilyn voimakkuus (intense) heikkenee. Siirrettäessä röntgenputkea lähemmäs kuvareseptoria säteilykeila peittää pienemmän alueen kuvareseptorista. Kauemmas siirrettäessä säteilykeila peittää vastaavasti suuremman alueen kuvareseptorista. Näin sama säteilyn määrä tulee pienemmälle tai suuremmalle alueelle kuvareseptoria riippuen röntgenputken etäisyydestä (kuva 2). (Wallace 1995, 64 Shephard 2003, 181–182; Lança & Silva 2013, 41.) Koska säteily heikkenee etäisyyden kasvaessa, tarvitaan suuremmat kuvausarvot, jotta kuvassa olisi sama tummuus kuin lyhyemmällä etäisyydellä kuvattaessa (Kosonen & Lehto, 1983, 40; Shephard 2003, 178–183).



Säteily peittää neljä ruutua 90 cm etäisyydellä, säteily on voimakkaampaa (intense).

Säteily peittää 16 ruutua 180 cm etäisyydellä, säteily ei ole yhtä voimakasta (intense).

(Wallace 1995, 67.)

KUVA 2. Etäisyyden vaikutus kuva-alaan ja säteilyn voimakkuuteen.

Säteilykenttä on pienempi ja säteily on voimakkaampaa (intense) 90 cm etäisyydellä. Jos etäisyys kaksinkertaistetaan 90 cm:stä 180 cm:iin, säteilykenttä on neljä kertaa suurempi, mutta säteilyn voimakkuus (intensity) on neljä kertaa heikompaa kuin se on 90 cm:n etäisyydellä. (Wallace 1995, 67.)

Etäisyyden neliölain kaava:

$$\frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \quad (\text{Lança \& Silva 2013, 41.})$$

l_1 = kenttäkoko potilaan iholla

d_2 = fokus-iho-etäisyys (FSD)

d_1 = fokus-kuvareseptori-etäisyys (FFD)

l_2 = kenttäkoko kuvareseptorilla

Esimerkki siitä kuinka pinta-ala on suurempi kuvareseptorilla kuin potilaan iholla.

$$l_1 = 20 \text{ cm} \times 35 \text{ cm} = 875 \text{ cm}^2$$

$$d_2 = 110 \text{ cm (FSD)}$$

$$d_1 = 110 \text{ cm} + 30 \text{ cm (FFD)}$$

$$l_2 = x$$

$$x = 875 \text{ cm}^2 * (140 * 140) / (110 * 110)$$

$$x = 1714 \text{ cm}^2$$

Kuvausetäisyydellä on vaikutusta kuvan geometriseen terävyyteen. Lyhyt etäisyys voi aiheuttaa geometristä epäterävyyttä ja nostaa potilaan säteilyannosta. Sopivalla kuvausetäisyydellä saadaan hyvä erotuskyky. (Lança & Silva 2013, 42–43.)

5 AIHEESEEN LIITTYVIÄ MUITA TUTKIMUKSIA

Keväällä 2014 on julkaistu kansainvälinen tutkimus, jossa on selvitetty kuinka kuvausetäisyyden pidentäminen 110 cm:stä 140 cm:iin on vaikuttanut säteilyannoksiin ja kuvan laatuun lantion AP-projektiossa. Tutkimuksessa selvitettiin samalla kuinka valotusautomaatin käyttö tai käyttämättömyys vaikutti säteilyannoksiin. Tutkimuksessa käytettiin lantio-fantomia kuvaten tutkimuspöydällä ja käyttäen tavanomaista lantion tutkimusprotokollaa. Pinta-annokset mitattiin fantomin pinnalta ja efektiiviset annokset ja elinten säteilyannokset sekä efektiiviset riskit laskettiin annoksen ja pinta-alan tulosta PCXMC-ohjelmalla. Tulosten mukaan kuvausetäisyyden lisääminen vähensi pinta-annosta ja efektiivistä annosta. Pinta-annos väheni 17,3 % ja efektiivinen annos väheni 3,7 % kun etäisyyttä lisättiin 140 cm:iin valotusautomaattia käytettäessä. Kun valotusautomaattikka ei ollut käytössä, pinta-annos väheni 50,1 % ja efektiivinen annos 41,8 % käytettäessä 140 cm kuvausetäisyyttä. (Tugwell ym. 2014, 351–354)

Tampereella on tehty vuonna 2013 opinnäytetyö, jossa kuvailtiin normaalikokoiselle potilaalle lannerangan röntgentutkimuksessa tulleita säteilyannoksia (Järvenpää 2013, 6). Tässä tutkimuksessa oli mukana kaksi röntgenyksikköä (A ja B), jossa käytettiin kuvausetäisyytenä (FFD) 150 cm ja yksi röntgenyksikkö (C), jossa kuvausetäisyys (FFD) oli 110 cm (Järvenpää 2013, 21–22). Röntgenyksiköissä (A ja B), joissa kuvausetäisyys oli 150 cm, pinta-annokset olivat AP-projektiossa keskimäärin 1,1–1,6 mGy ja LAT-projektiossa keskimäärin 2,0–4,0 mGy. Annoksen ja pinta-alan tulot olivat keskimäärin (AP+LAT) $1,1\text{--}1,7 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Röntgenyksikössä (C), jossa kuvausetäisyytenä oli 110 cm, pinta-annos AP-projektiossa oli keskimäärin 1,2 mGy ja LAT-projektiossa 8,8 mGy. Annoksen ja pinta-alan tulo kokotutkimuksessa (AP+LAT) oli keskimäärin $2,2 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. (Järvenpää 2013, 24–29.)

Vuonna 2003 on Irlannissa julkaistu tutkimus (fantom- ja potilastutkimus) etäisyyden vaikutuksesta säteilyannokseen lantion röntgentutkimuksessa. Tämä on jatkoa Brennain & Nashin vuonna 1998 tehdylle tutkimukselle. Käytetyt kuvausetäisyydet olivat tutkimuksessa 110 cm ja 130 cm. Potilaat valittiin satunnaisesti jompaankumpaan ryhmään ja kuvaus suoritettiin AP-projektiossa tutkimuspöydällä. Fantom-tutkimuksessa etäisyyden pidentäminen pienensi pinta-annosta 33,7 % ja munasarjojen säteilyannokset pienenevät 34,3–36,7 %. Potilastutkimuksessa pinta-annos pieneni 34,5 % ja munasarjo-

jen säteilyannokset pienenevät 35,2–36,5 %. (Brennan, McDonnell & O’Leary 2004, 264–265.)

Edellä mainitussa Brennanin & Nashin tutkimuksessa tutkittiin etäisyyden vaikutusta säteilyannokseen lannerangan röntgentutkimuksen LAT-projektiossa. Tutkimus tehtiin potilas- ja fantom-tutkimuksena. Käytetyt kuvausetäisyydet (FFD) olivat fantom-tutkimuksessa 100 cm, 130 cm ja 150 cm. Fantom-tutkimuksessa käytettiin lisäksi kolme eri kuvausjännitettä (90 kV, 102 kv ja 109 kV). Potilastutkimuksessa käytetyt kuvausetäisyydet olivat 100 cm ja 130 cm ja kuvausjännite oli 109 kV. Fantom-tutkimuksessa ja potilastutkimuksessa saaduissa tuloksissa kaikilla kuvausjännitteillä pinta-annos oli pienempi kuvausetäisyyden kasvaessa. ESD väheni 65,6 % käytettäessä 130 cm etäisyyttä. Munasarjojen säteilyannokset pienenevät 63,8 % (oikea) ja 69,1 % (vasen). Tutkimuksen mukaan kuvausetäisyyttä kasvatettaessa 130 cm:stä 150 cm:iin ei etäisyyden muutoksella ollut vaikutusta pinta-annokseen. Yhteenvedossa todetaan, että pinta-annosta, efektiivistä annosta ja munasarjojen säteilyannosta on mahdollista pienentää jopa yli 60 % etäisyyttä pidentämällä 100 cm:stä 130 cm:iin. (Brennan & Nash 1998, 251–258.)

6 VERTAILUTASOT LANNERANGAN RÖNTGEN TUTKIMUKSESSA

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (423/2000) säädetään, että toiminnanharjoittajan on otettava käyttöön vertailutasot yleisimmille röntgentutkimuksille. Vertailutasot antaa Säteilyturvakeskus. Käyttöön voidaan ottaa Säteilyturvakeskuksen antamat vertailutasot tai niitä tiukemmat omat vertailutasot. ”Vertailutasolla tarkoitetaan etukäteen määriteltäviä röntgentutkimuksen säteilyannosta, jonka ei oleteta ylittävän normaalikoiselle potilaalle hyvän käytännön mukaan tehdyssä toimenpiteessä.” Vertailutasot ovat ilmoitettu STUKin päätöksessä, (11/3020/2011) ja uudessa 1.7.2014 voimaan tulleessa päätöksessä (9/3020/2014) pinta-annoksina (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tulona (DAP). Yksikköinä ESD:ssä on milligray (mGy) ja DAP:ssa $\text{gray} \cdot \text{cm}^2$. (STUK 2011; STUK 2014b.)

Vertailutasoja käyttämällä voidaan löytää röntgenlaitteet ja toiminnot, joista aiheutuu normaalia suurempia säteilyannoksia. Vertailutasoja ei ole tarkoitettu käytettävän yksittäisen potilaan säteilyaltistuksen seurantaan, vaan potilasjoukon keskimääräisen säteilyaltistuksen vertaamiseen hyvän käytännön mukaan tehdyssä tutkimuksessa. Vertailutason ylittyminen ei tarkoita välttämättä, että tutkimus olisi tehty huonosti, sillä säteilyaltistuksen ylittyminen voi olla perusteltua paremman kuvanlaadun takia. Vertailutason alittuminen puolestaan ei merkitse, että tutkimus olisi optimoitu oikein. Tällöin on varmistuttava siitä, että kuvanlaatu on riittävää luotettavan diagnoosin tekoon. (STUK 2011.)

Säteilyturvakeskuksen mukaan säteilyaltistustiedot määritellään vähintään kymmenen normaalikokoisen ja -rakenteisen potilaan joukolle. Tutkimukseen valittavien potilaiden painon tulisi olla 55–85 kg välillä niin, että keskiarvo olisi noin 70 kg. Potilasjoukolle lasketaan säteilyaltistuksen keskiarvo, jota verrataan annettuihin vertailutasoihin. (STUK 2004, 5; STUK 2011.)

Taulukossa 2. on esitetty lannerangan röntgentutkimuksen vertailutasot pinta-annoksena Suomessa ja EU:ssa. Suomen vertailutasot ovat esitetty taulukossa vuodelta 2011 ja 2014. Säteilyturvakeskus on antanut uudet vertailutasot, jotka ovat voimassa 1.7.2014 alkaen. EU:n ja pohjoismaiden vertailutasot ovat vuodelta 1996. Taulukossa 3. on esitetty vertailutasot annoksen ja pinta-alan tulona Suomessa ja Pohjoismaissa.

TAULUKKO 2. Vertailutasot pinta-annoksina (ESD) projektioittain mGy (Euroopan komissio 1999, 16; STUK 2011, 2; 2014b)

Kuvausprojekti	Suomi (1.7.2014)	Suomi (v. 2011)	EU (v. 1996)
Lanneranka (AP tai PA)	3,5 mGy	5 mGy	10 mGy
Lanneranka (LAT)	10 mGy	15 mGy	30 mGy
Lanneranka (LSJ)			40

TAULUKKO 3. Vertailutasot annoksen ja pinta-alan tulona (DAP) Gy * cm² (Nordic Co-operation 1996, 7; STUK 2011; STUK 2014b)

Kuvausprojekti	Suomi (1.7.2014)	Suomi (v. 2011)	Nordic (1996)
Lanneranka AP + LAT		6 Gy * cm ²	10 Gy * cm ²
Lanneranka AP tai PA	1 Gy * cm ²		
Lanneranka LAT	2,1 Gy * cm ²		

Efektiiviselle ja elinkohtaisille säteilyannoksille ei ole annettu vertailutasoja. STUKin (STUK 2014c) mukaan Suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos lannerangan röntgentutkimuksessa on 2,3 mSv.

7 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA ONGELMAT

Opinnäytetyön tavoitteena on antaa tietoa röntgenyksikköön lannerangan röntgentutkimuksen kuvausetäisyyden muutoksen vaikutuksesta potilaiden saamiin säteilyannoksiin optimoinnin tueksi.

Opinnäytetyön tarkoitus on kuvailla potilaiden saamia säteilyannoksia lannerangan röntgentutkimuksessa, kun kuvausetäisyys on 110 cm ja 150 cm. Lisäksi tarkoituksena on selvittää toteutuvatko lannerangan röntgentutkimukselle asetetut vertailutasot.

Opinnäytetyö vastaa seuraaviin kysymyksiin:

1. Millaista radiologista laitetekniikka käytetään lannerangan röntgentutkimuksessa?
2. Minkä suuruisia säteilyannoksia potilaat saavat lannerangan röntgentutkimuksessa kuvattaessa 110 cm ja 150 cm etäisyyksillä?
3. Minkä suuruisia efektiivisiä annoksia potilaat saavat lannerangan röntgentutkimuksessa kuvattaessa 110 cm ja 150 cm etäisyyksillä?
4. Minkä suuruisia, luuytimen, sukuelinten ja virtsarakon säteilyannoksia potilaat saavat lannerangan röntgentutkimuksissa kuvattaessa 110 cm ja 150 cm etäisyyksillä?
5. Miten lannerangan röntgentutkimukselle annetut vertailutasot toteutuvat röntgenyksikössä?

8 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

8.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä

Kvantitatiivisessa eli määrällisessä tutkimuksessa kerätään numeerista tietoa (Vilka 2005, 49). Määrällisessä tutkimuksessa tunnetaan jo ilmiö ja mitkä asiat ilmiöön vaikuttavat. Ilmiön tunteminen on määrällisen tutkimuksen ydinajatus: ei voida tutkia, jos ei tiedetä mitä mitataan. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa mitataan tunnettuja asioita ja muuttujia sekä selvitetään niiden välisten suhteiden muuttumista. (Kananen 2011, 12,17.) Määrällinen tutkimus vastaa yleensä kysymyksiin miten paljon, miksi, kuinka usein ja kuinka moni (Vilka 2005, 53; Vilka 2007, 14). Tämä opinnäytetyö tehtiin määrällisenä tutkimuksena sillä kerätty tieto oli numeerista ja mitattavissa olevaa tietoa.

Määrällisessä tutkimuksessa tuloksia käsitellään tilastollisin menetelmin (Kananen 2011, 18). Kvantitatiivista tutkimusta käytetään melko usein sosiaali- ja yhteiskuntatieteellisissä tutkimuksissa (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2005, 130). Tutkittavalle asialle on olemassa valmis teoria, josta johdetaan tutkimusongelma. Tutkimusongelma ratkaistaan tutkimuskysymyksillä, joihin saadaan vastaukset. Sen jälkeen analysoidaan vastaukset ja kirjoitetaan raportti. (Kananen 2011, 20–21.)

8.2 Aineiston keruu ja analysointimenetelmät

Opinnäytetyön tekemiseen tarvittava aineisto kerättiin erään Pirkanmaalaisen terveyskeskuksen röntgenyksiköstä. Joulukuussa 2013 allekirjoitettiin sopimus yhteistyökumppanin kanssa opinnäytetyön tekemisestä. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa tiedot kerätään tavallisimmin käyttämällä kyselylomaketta (Vilka 2005,73). Opinnäytetyöntekijä kävi viemässä tammikuun alussa röntgenyksikköön aineistonkeruulomakkeet (liite 1) ja ohjeistuksen (liite 2) tietojenkeruun suorittamiseen. Tietojenkeruu aloitettiin röntgenyksikössä 15.1.2014. Opinnäytetyöntekijä ei ollut etukäteen määritellyt tietojenkeruun järjestystä, joten röntgenyksikön röntgenhoitajat valitsivat itse tietojenkeruun järjestyksen. Tiedot kerättiin ensin potilailta, jotka kuvattiin 110 cm kuvausetaisytydeltä. Opinnäytetyöntekijä oli laatinut aineistonkeruulomakkeen käyttäen apunaan STUKin vastaavanlaista lomaketta (STUK 2004, 26). Aineistonkeruulomakkeeseen täytettiin seuraavat

tiedot: päivämäärä, sukupuoli, pituus (cm), paino (kg), syntymävuosi, maininta sädesuojan käytöstä, kuvausetäisyys (cm), käytetty kuvausprojektio, fokus-iho etäisyys (cm), kenttäkoko tukipinnalla (cm x cm), kuvausarvot (kV, mAs), DAP ja valotusautomaatin mahdollinen käyttö. Röntgenyksikköön jätettiin 20 kpl aineistonkeruulomakkeita.

Laitetietolomake laadittiin EU:n suositusten mukaan radiologisesta laitetekniikasta lannerangan röntgentutkimuksessa (European Commission 1996, 24–25; DIMOND III 2004, 33–34). Opinnäytetyöntekijä keräsi itse laitetekniikkaan liittyvät tiedot laitetietolomakkeeseen (liite 3) röntgenyksiköstä tammikuussa 2014. Laitetietolomakkeeseen kirjattiin seuraavat tiedot: laitteen tyyppi ja malli, käytetty suodatus (kiinteä suodatus ja lisäsuodatus), hilojen tiedot (ratio, lamellimäärä / cm, mille etäisyydelle hilat on foku-soitu), anodilautasen kulma, kuvareseptorin herkkyys, fokus-kuvareseptorietäisyydet ja fokus-tukipintaetäisyydet. Lisäksi säteilyannosten määrittämistä varten tarvittiin tieto säteilyntuotosta.

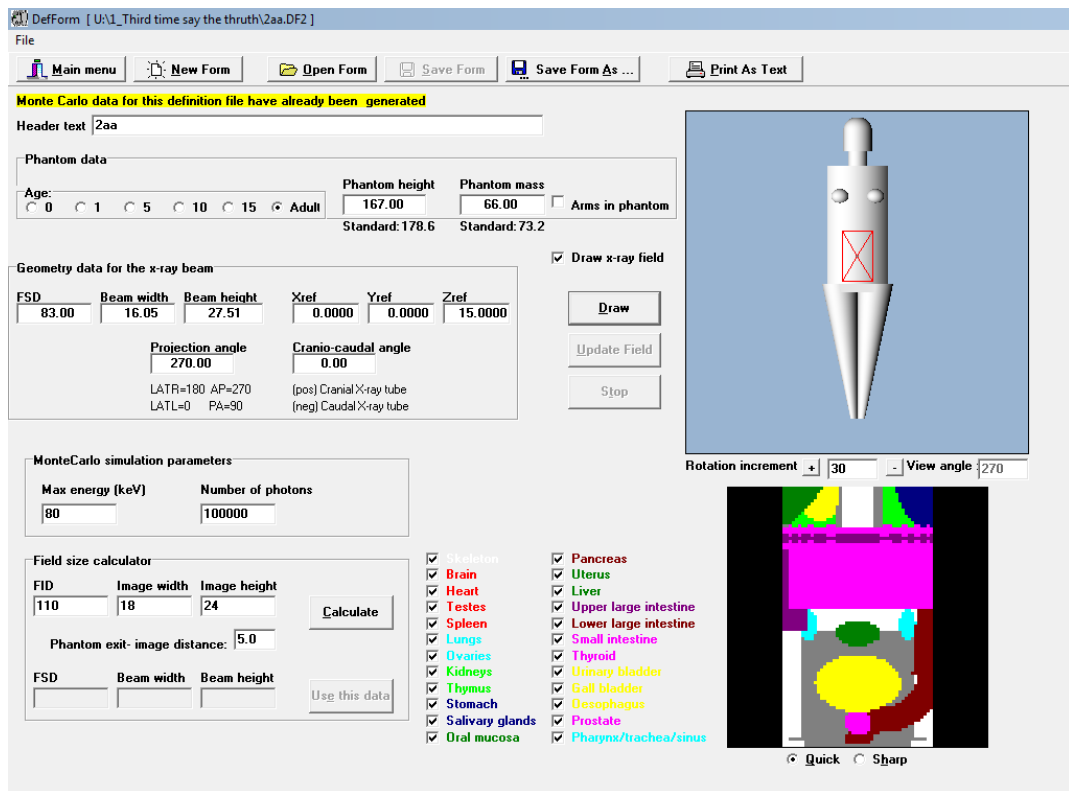
Opinnäytetyön toteuttamista varten röntgenyksikön röntgenhoitajat suorittivat potilaiden kuvaamisen ja tietojen kirjaamisen aineistonkeruulomakkeeseen. Potilaat valittiin STUK:in ohjeiden mukaan eli normaalikokoisia ja -rakenteisia aikuisia potilaita 55–85 kiloisia joiden painojen keskiarvo on noin 70 kg (STUK 2004, 5; STUK 2011). Säteilystäustietojen määrittämistä varten tarvitaan vähintään kymmenen potilasta (STUK 2011). Perusjoukko on kaikkien tilastoyksiköiden (mittauksen kohteet) muodostama joukko. Perusjoukosta valitaan otos satunnaisesti tai muuten valitsemalla osajoukko, josta mittaukset suoritetaan. (Manninen 2011, 4.) Röntgenyksikön perusjoukko oli kaikki 70 kg ± 15 kg potilaat, jotka tulivat lannerangan röntgentutkimukseen. Otokseksi otettiin yhteensä kaksikymmentä potilasta. Näistä kymmenen potilasta kuvattiin käyttäen 110 cm:n etäisyyttä ja kymmenen potilasta käyttäen 150 cm:n etäisyyttä. Molemmilla etäisyyksillä potilaat kuvattiin seisten AP- ja LAT-projektiossa.

Tietojenkeruuseen röntgenyksikölle oli varattu opinnäytetyön suunnitelman mukaan noin kaksi kuukautta, mutta tämä aika ei ollut riittävä vaan tietojen keruuseen kului aikaa noin kolme kuukautta. Röntgenyksikössä saatiin tietojenkeruu suoritettua huhtikuun 9. päivä, jonka jälkeen aineistonkeruulomakkeet postitettiin opinnäytetyöntekijälle.

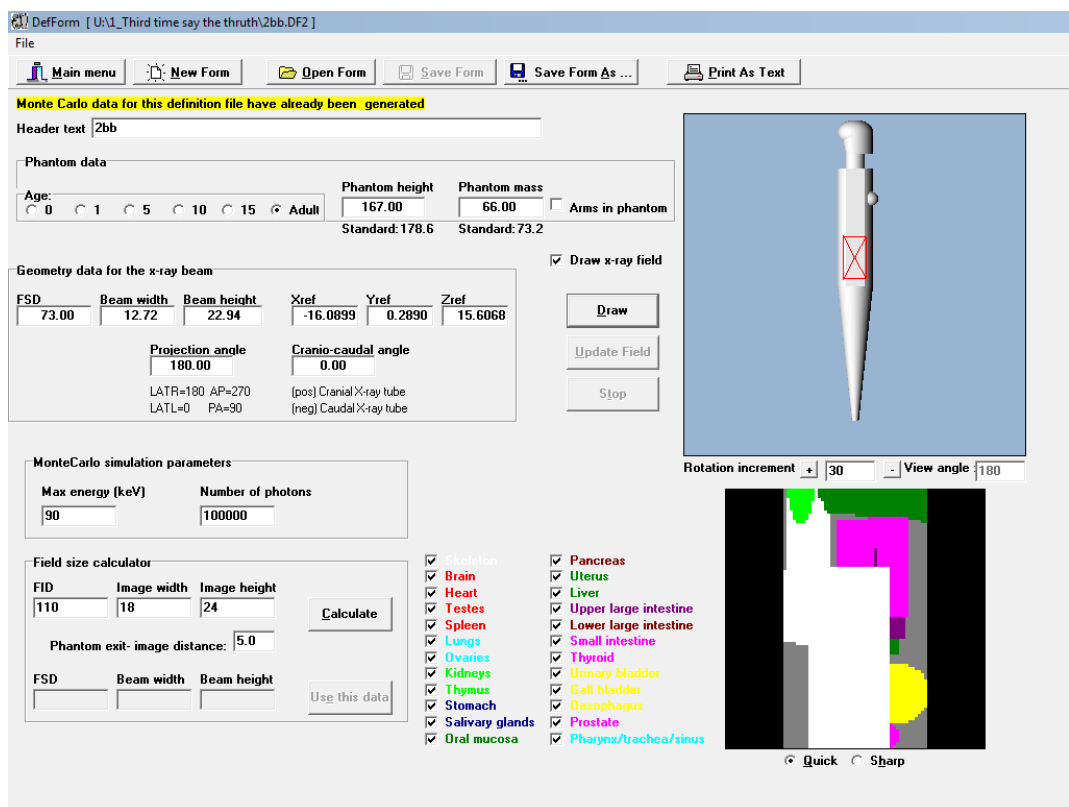
Määrällisessä tutkimuksessa tulokset ryhmitellään taulukkomuotoon. Tätä kutsutaan havaintomatriisiksi ja se tarkoittaa saatujen tulosten muuttamista numeroksi tai kirjaimeksi. Ennen kuin tiedot siirretään taulukkoon, ovat kyselylomakkeet numeroitava. Näin voidaan jälkikäteen tarkistaa tietojen oikeellisuus tallennuksen jälkeen. (Vilka 2005, 73, 90–91.) Saatuaan röntgenyksiköstä aineistonkeruulomakkeet opinnäytetyöntekijä numeroi ne (1 ab-20 ab) ja kirjasi tiedot lomakkeista Excel-taulukkoon havaintomatriisiksi.

Elinkohtaiset säteilyannokset (luuydin, sukurauhaset ja virtsarakko) ja efektiiviset annokset laskettiin PCXMC-annoslaskentaohjelmalla (A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations). Ohjelmaan kirjattiin potilaan havaintomatriisiin annettu yksilöintitieto, paino ja pituus, fokus-iho etäisyys (FSD), sädekentän koko potilaan iholla (korkeus cm ja leveys cm), kuvaussuunta (AP tai LAT), kuvausenergia ja fotonien määrä. Lisäksi punainen sädekenttä asetettiin oletettuun kuvauskohtaan fantomissa (kuva 3 ja kuva 4). Kun kaikkien potilaiden tiedot olivat kirjattu PCXMC-annoslaskentaohjelmaan, suoritettiin ohjelmalla säteilyannostenlaskenta. Sen jälkeen lasketut elinkohtaiset säteilyannokset (luuydin, sukurauhaset ja virtsarakko) sekä efektiiviset annokset kirjattiin havaintomatriisiin.

Tixel 10-ohjelman avulla aineistosta muodostettiin laatikko-viiksi -kuvioita ja taulukoi- ta (liite 4). Laatikko-viiksi -kuviolla pystytään havainnollistamaan minimi, alakvartiili, mediaani (Md), yläkvartiili, maksimi ja keskiarvo (ka.) samassa kuviossa. Laatikon sisällä on puolet arvoista ja keskellä oleva piste on mediaani. Mediaani tarkoittaa lasket- taviin arvojen keskimmäistä lukua tai jos lukuja on parillinen määrä, mediaani on kah- den keskimmäisen luvun keskiarvo. Ylä- ja alaviivojen päät ovat suurin ja pienin arvo. Laatikon ylä- ja alareuna ovat ylä- ja alakvartiileja eli arvoista 25 % on laatikon yläpuo- lella ja 25 % laatikon alapuolella. Mitä korkeampi laatikko on sitä suurempi on vaihtelu arvojen välillä. (Manninen 2011, 50–51, 63.) Keskiarvo ilmaisee jakauman keskimää- räisen arvon (Manninen 2011, 49).



Kuva 3. Potilaskohtaisten tietojen kirjaus PCXMC-ohjelmaan AP-projektiossa



Kuva 4. Potilaskohtaisten tietojen kirjaus PCXMC-ohjelmaan LAT-projektiossa

9 POTILASANNOSMITTAUSTEN TULOKSET

9.1 Lannerangan röntgentutkimuksessa käytetty laitetekniikka

Röntgenyksikössä käytössä oleva laitteisto oli Philipsin. Röntgengeneraattori oli Optimus 50, kuvausteline oli Bucky diagnost TH ja röntgenputki Philips SRO 2550–150 0,6/1,0. Taulukoissa 4 ja 5 esitetään EU:n suositukset radiologisesta laitetekniikasta ja toimipaikassa käytetystä laitetekniikasta AP/PA- ja LAT-projektiossa.

TAULUKKO 4. EU:n suositukset radiologisesta laitetekniikasta lannerangan röntgentutkimuksessa (European Commission 1996, 24–25; DIMOND III 2004, 33–34) ja toimipaikassa käytetty laitetekniikka AP-projektiossa

Laitetekniikka	AP/PA-projektio suositus	AP-projektio röntgenyksikkö
Laite	Hilalla varustettu teline (pysty tai pöytä)	Hilalla varustettu pystyteline
Fokuskoko	≤ 1.3 mm	0,6 mm (kuvauset. 110 cm)
		1 mm (kuvauset. 150 cm)
Kokonaissuodatus	≥ 3.0 mm Al	4,8 mm Al
Hila	$r = 10; 40 / \text{cm}$	$r = 12; 36 / \text{cm}$ (110 cm)
		$r = 12; 36 / \text{cm}$ (150 cm)
Hila fokusoitu (cm)		110 cm (110 cm)
		180 cm (150 cm)
Herkkyys	400	300
FFD	115 cm (100 – 150 cm)	110 cm
		150 cm
Kuvausjännite	(75)80 – 90 kV	77 kV
Valotusautomaatti	Keskikammio	Keskikammio
Valotusaika	< 400 ms	
Säteily suojaus	Tarvittaessa miehille gonadisuojia ja naisille, jos mahdollista	Miehistä (5) 3 kyllä / 2 ei Naisista (15) 13 kyllä / 2 ei

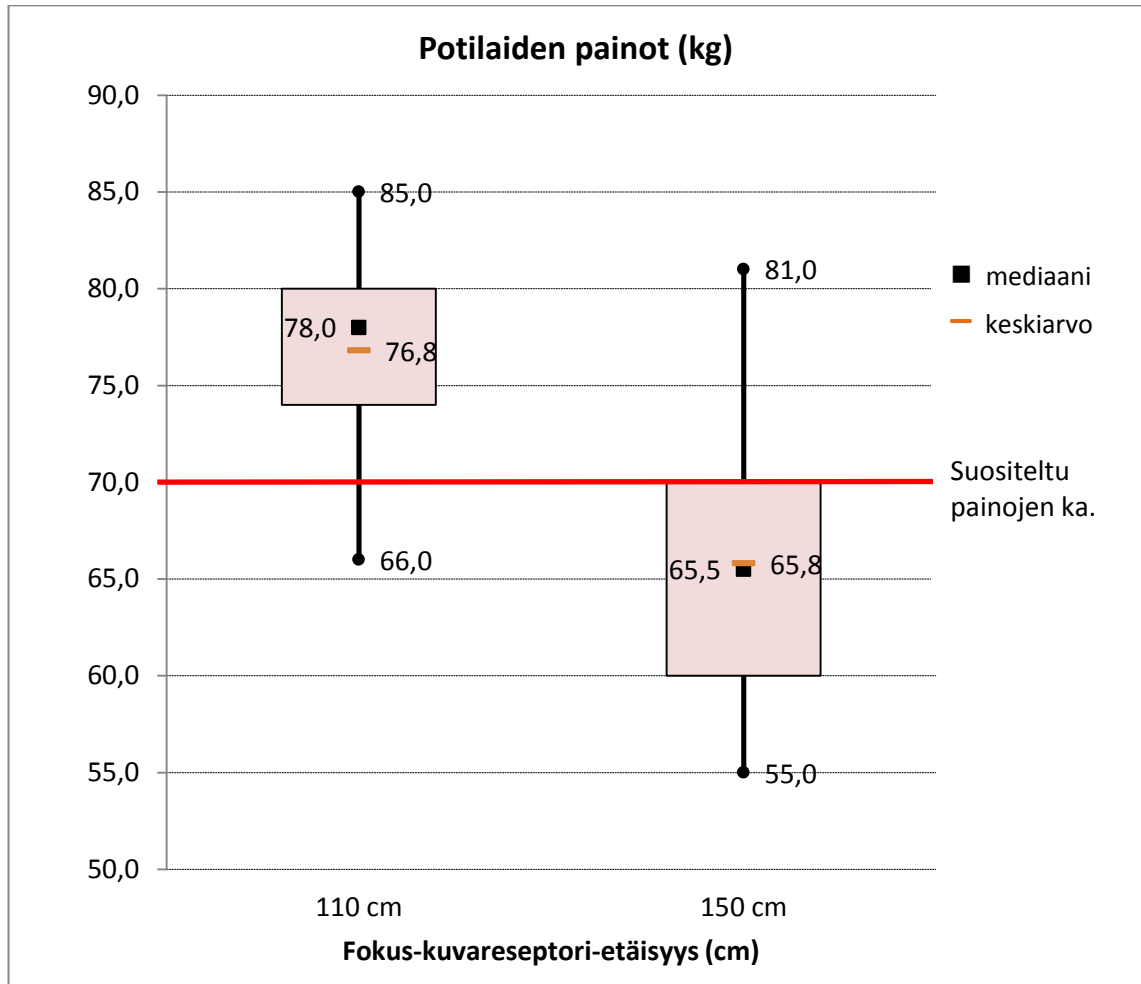
TAULUKKO 5. EU:n suositukset radiologisesta laitetekniikasta lannerangan röntgen-tutkimuksessa (European Commission 1996, 24–25; DIMOND III 2004, 33–34) ja toimi-paikassa käytetty laitetekniikka LAT-projektiossa

Laitetekniikka	LAT-projektio suositus	LAT-projektio röntgenyksikkö
Laite	Hilalla varustettu teline (pysty tai pöytä)	Hilalla varustettu pystyteline
Fokuskoko	≤ 1.3 mm	0,6 mm (kuvauset. 110 cm) 1 mm (kuvauset. 150 cm)
Kokonaissuodatus	≥ 3.0 mm Al	4,8 ml Al
Hila	$r = 10; 40 / \text{cm}$	$r = 12; 36 / \text{cm}$ (110 cm) $r = 12; 36 / \text{cm}$ (150 cm)
Hila fokusitu (cm)		110 cm (110 cm) 180 cm (150 cm)
Herkkyys	400	400
FFD	115 cm (100 – 150 cm)	110 cm 150 cm
Kuvausjännite	80 – 90 kV	90 kV
Valotusautomaatti	Keskikammio	Keskikammio
Valotusaika	< 1000 ms	
Säteily suojaus	Tarvittaessa miehille gonadisuoja ja naisille, jos mahdollista	Miehistä (5) 3 kyllä / 2 ei Naisista (15) 13 kyllä / 2 ei

9.2 Taustatiedot potilaista

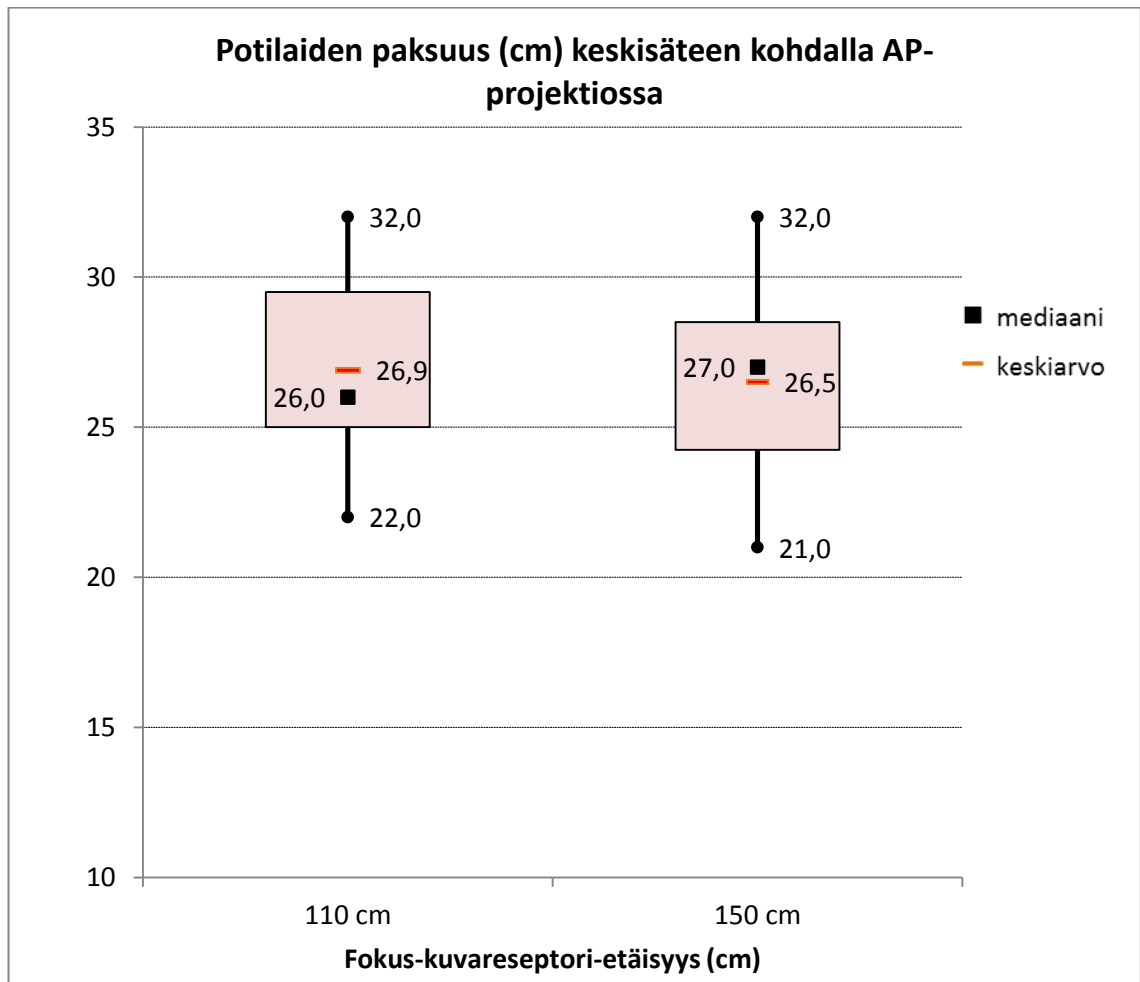
Tutkimuksessa oli mukana 20 potilasta, joista kymmenen potilasta kuvattiin 110 cm etäisyydellä ja kymmenen 150 cm etäisyydellä. 110 cm etäisyydellä kuvatuista potilaista miehiä oli neljä ja naisia kuusi. Toisessa ryhmässä, kuvausetäisyyden ollessa 150 cm, kymmenestä potilaasta yksi oli mies ja yhdeksän naisia.

Kuvattujen potilaiden keskiarvopaino 110 cm:n kuvausetäisyydellä oli 76,8 kg ja (Md oli 78 kg) painojen vaihteluväli oli 66–85 kg. 150 cm etäisyydellä kuvattujen potilaiden keskiarvopaino oli 65,8 kg ja (Md oli 65,5 kg) vaihteluvälin ollessa 55–81 kg (kuvio 1, liite 4, taulukko 11).



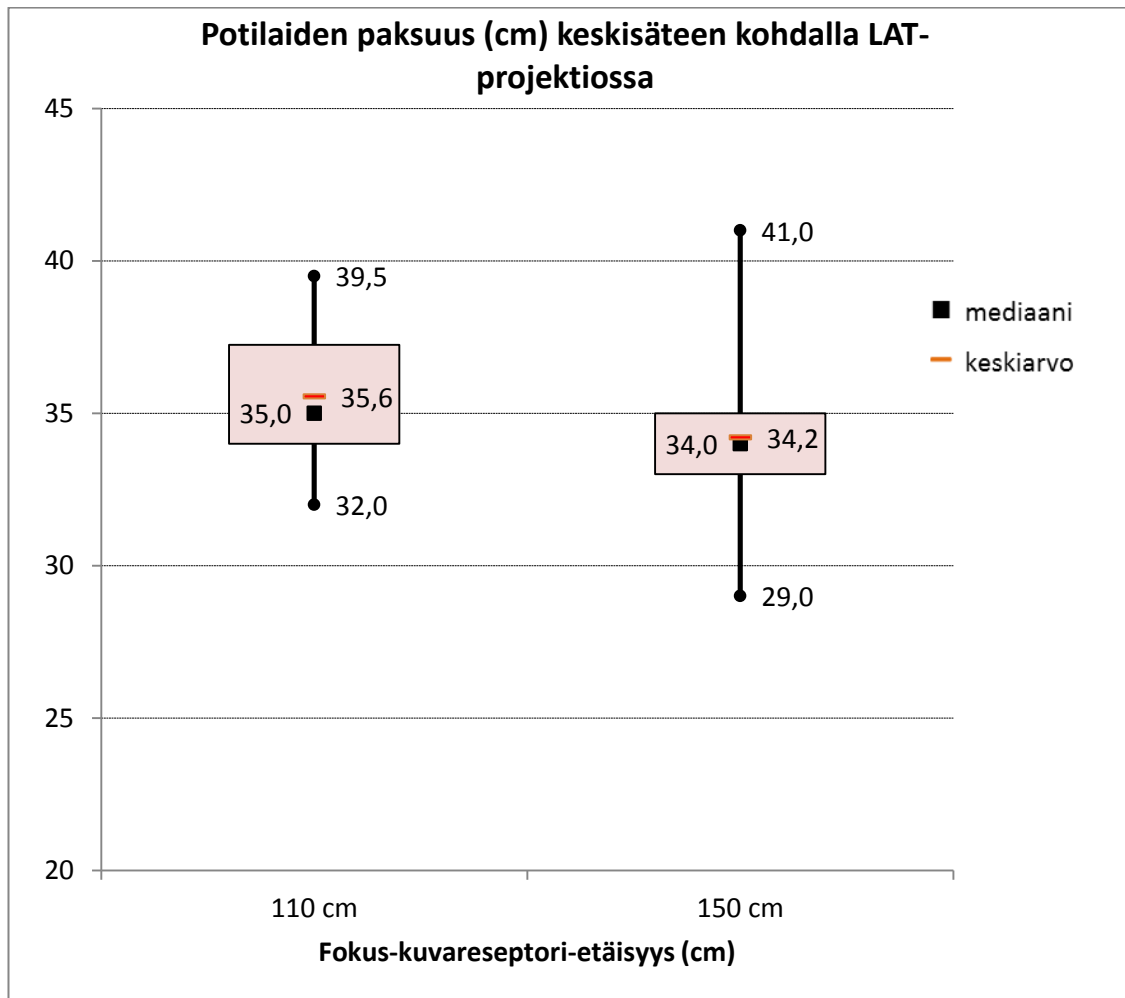
KUVIO 1. Potilaiden painot (kg) kuvausetäisyyden mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

Potilaiden paksuuden keskiarvo keskisäteen kohdalla AP-projektiossa 110 cm:n etäisyydellä kuvattaessa oli 26,9 cm (Md oli 26,0 cm) ja vaihteluväli 22–32 cm. Kuvattaessa 150 cm:n etäisyydellä potilaiden keskiarvopaksuus keskisäteen kohdalla AP-projektiossa oli 26,5 cm (Md oli 27 cm) ja vaihteluväli 21–32 cm. (kuvio 2, liite 4, taulukko 12)



KUVIO 2. Potilaiden paksuudet (cm) keskisäteen kohdalla AP-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

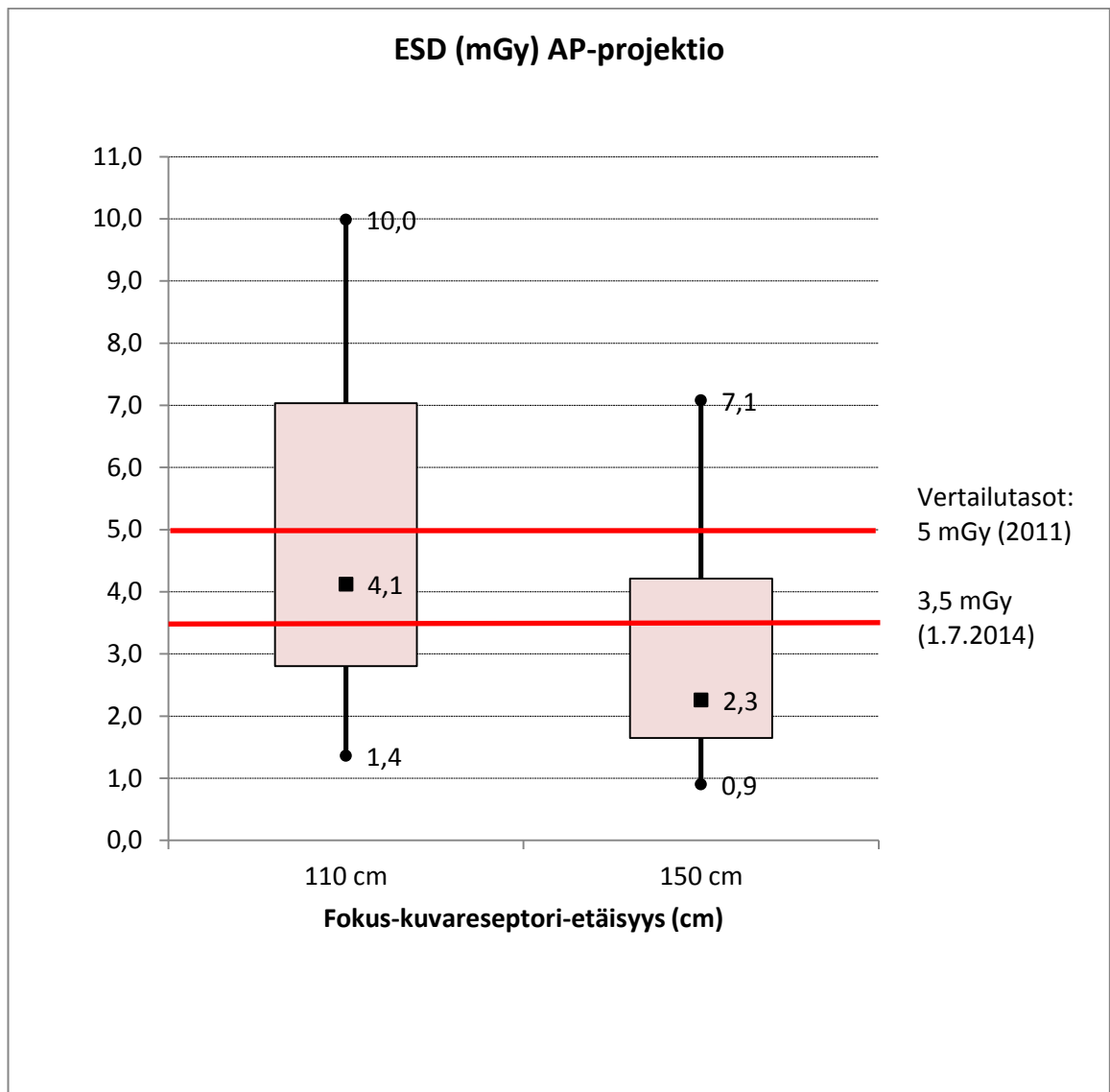
Potilaiden paksuuden keskiarvo keskisäteen kohdalla LAT-projektiossa 110 cm:n etäisyydellä kuvattaessa oli 35,6 cm (Md 35,0 cm) ja vaihteluväli 32–39,5 cm. Kuvattaessa 150 cm:n etäisyydellä potilaiden keskiarvopaksuus keskisäteen kohdalla LAT-projektiossa oli 34,2 cm (Md oli 34 cm) ja vaihteluväli oli 29–41 cm. (kuvio 3; liite 4, taulukko 13).



KUVIO 3. Potilaiden paksuudet (cm) keskisäteen kohdalla LAT-projektiossa kuvaus-
täisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

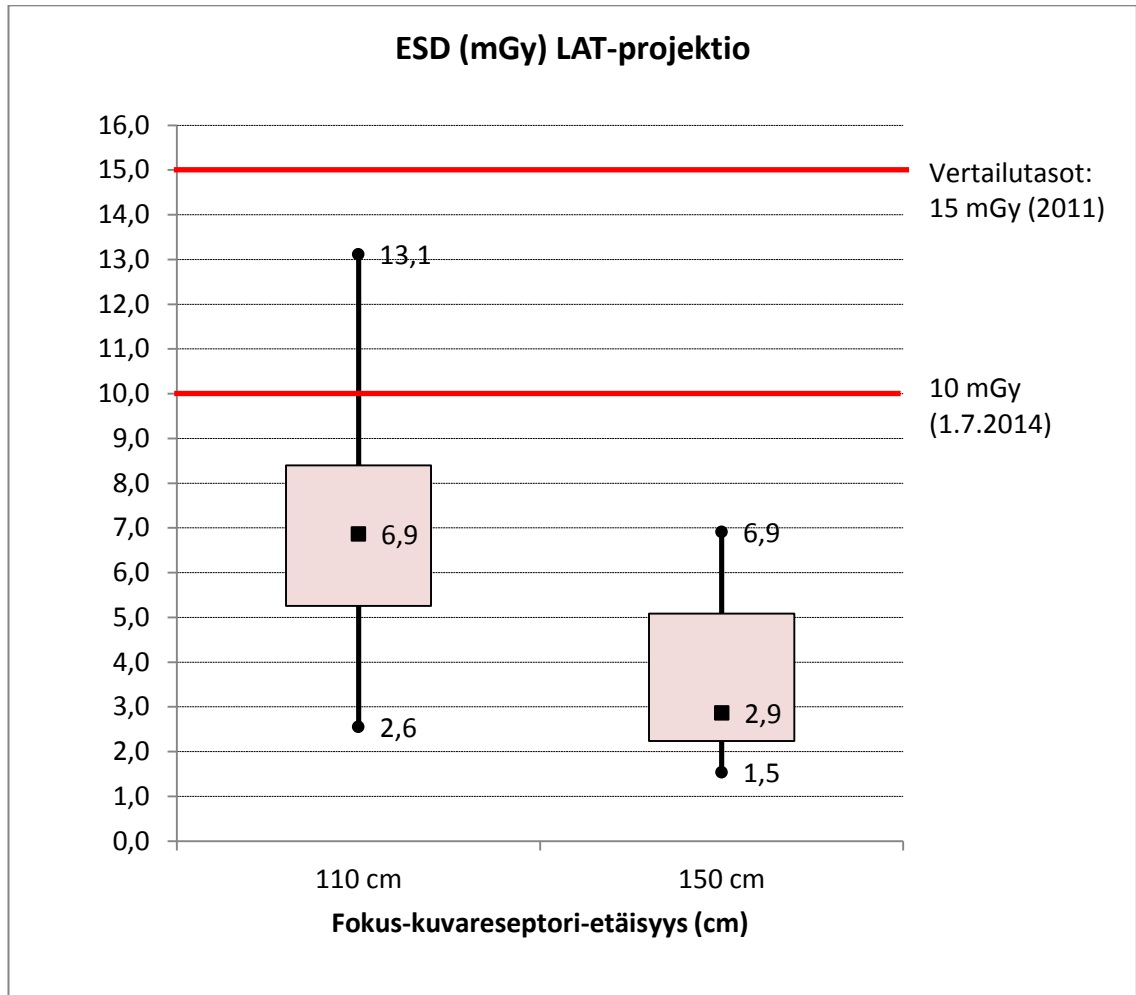
9.3 Pinta-annos (ESD)

Potilaan saama pinta-annos lannerangan röntgentutkimuksessa AP-projektiossa kuvattaessa 110 cm etäisyydeltä oli keskimäärin 4,1 mGy, vaihteluvälin ollessa 1,4–10,0 mGy. Kuvattaessa 150 cm etäisyydeltä AP-projektiossa keskimääräinen pinta-annos oli 2,3 mGy ja vaihteluväli 0,9–7,1 mGy. (kuvio 4; liite 4, taulukko 14).



KUVIO 4. Potilaiden saamat pinta-annokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa AP-projektiossa

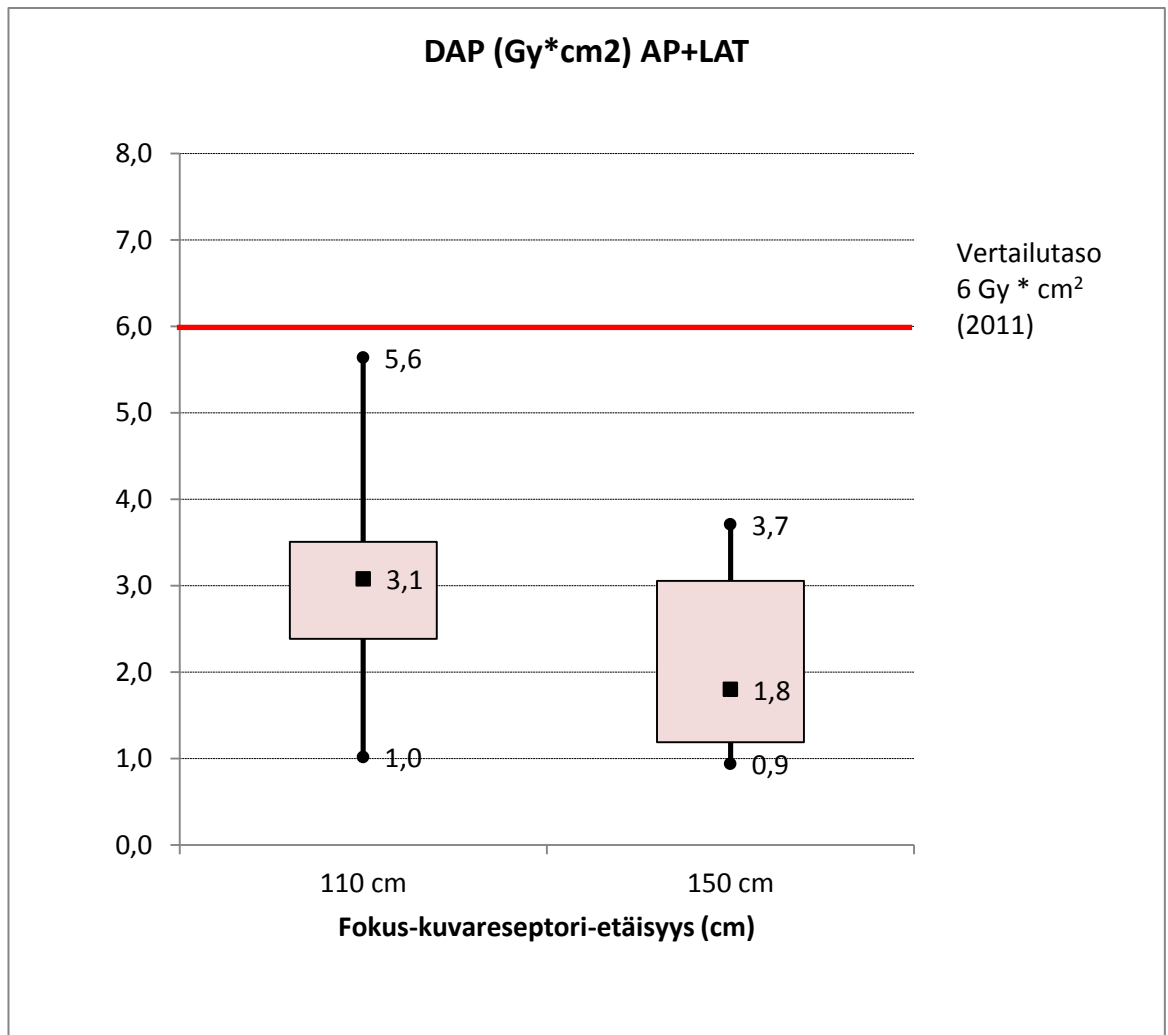
LAT-projektiossa potilaan saama keskimääräinen pinta-annos kuvattaessa 110 cm etäisyydeltä oli 6,9 mGy, vaihteluvälin ollessa 2,6–13,1 mGy. Kuvattaessa 150 cm etäisyydeltä pinta-annos oli keskimäärin 2,9 mGy ja vaihteluväli 1,5–6,9 mGy. (kuvio 5; liite 4, taulukko 15).



KUVIO 5. Potilaiden saamat pinta-annokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa LAT-projektiossa

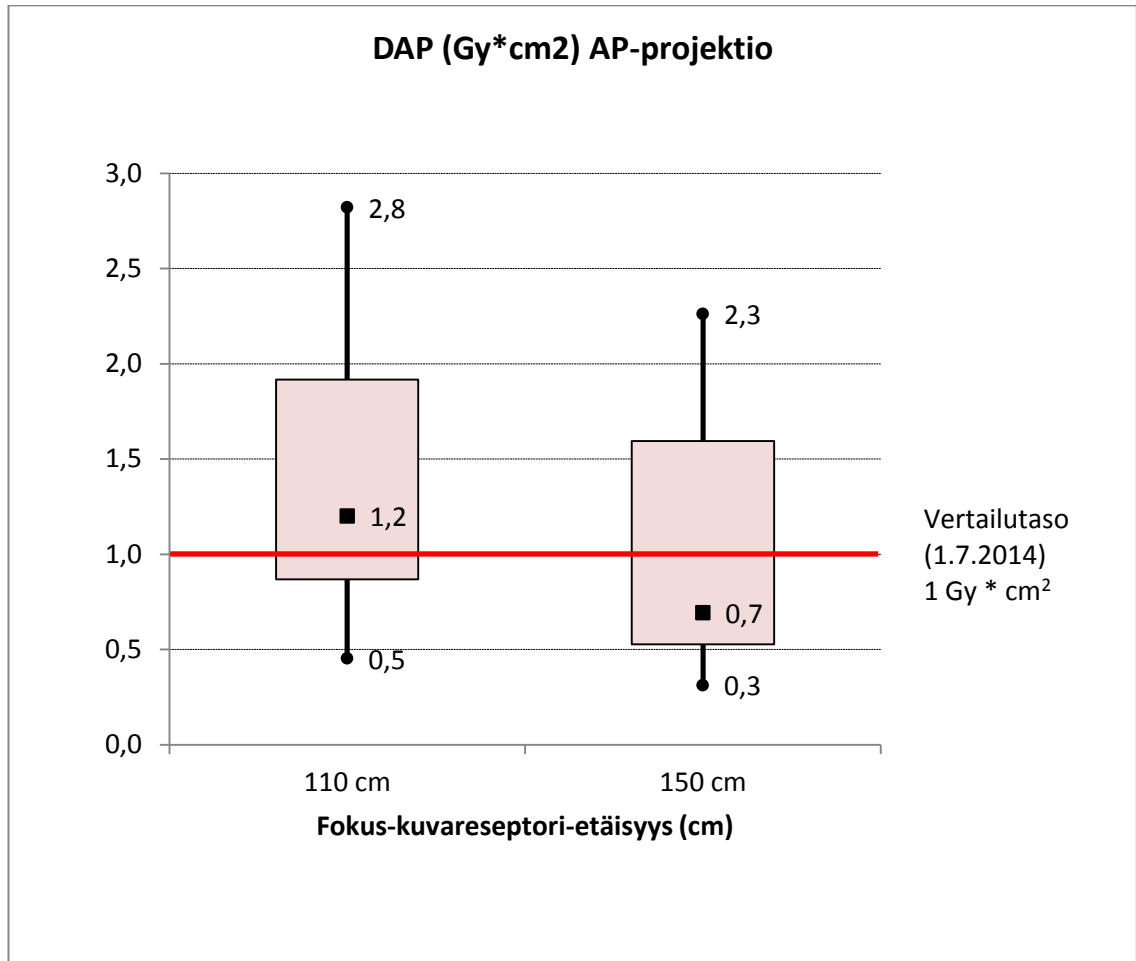
9.4 Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP)

Kuvattaessa 110 cm etäisyydellä keskimääräinen annoksen ja pinta-alan tulo koko tutkimuksessa (AP+LAT) oli $3,1 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$, vaihteluvälin ollessa $1,0\text{--}5,6 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. 150 cm etäisyydellä kuvattaessa keskimääräinen annoksen ja pinta-alan tulo koko tutkimuksessa (AP+LAT) oli $1,8 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$, vaihteluvälin ollessa $0,9\text{--}3,7 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. (kuvio 6; liite 4, taulukko 16).



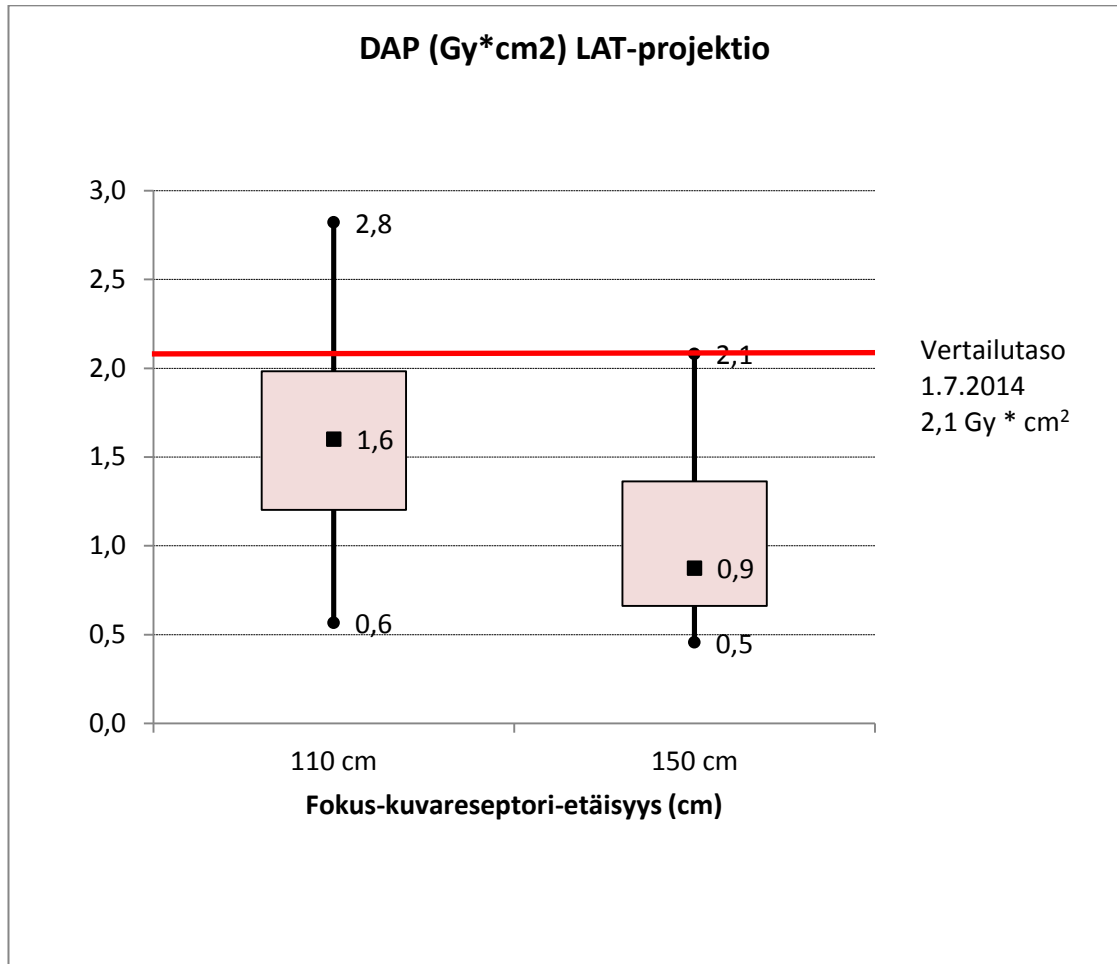
KUVIO 6. Potilaiden saamat annoksen ja pinta-alantulot ($\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$) lannerangan röntgentutkimuksessa AP- ja LAT-projehtioiden yhteensä

Kuvattaessa 110 cm etäisyydellä keskimääräinen annoksen ja pinta-alan tulo AP-projektiossa oli $1,2 \text{ Gy} * \text{cm}^2$, vaihteluvälin ollessa $0,5\text{--}2,8 \text{ Gy} * \text{cm}^2$. 150 cm etäisyydellä kuvattaessa keskimääräinen annoksen ja pinta-alan tulo oli $0,7 \text{ Gy} * \text{cm}^2$, vaihteluvälin ollessa $0,3\text{--}2,3 \text{ Gy} * \text{cm}^2$. (kuvio 7; liite 4, taulukko 17)



KUVIO 7. Potilaiden saamat annoksen ja pinta-alan tulot ($\text{Gy} * \text{cm}^2$) lannerangan röntgentutkimuksessa AP-projektiossa

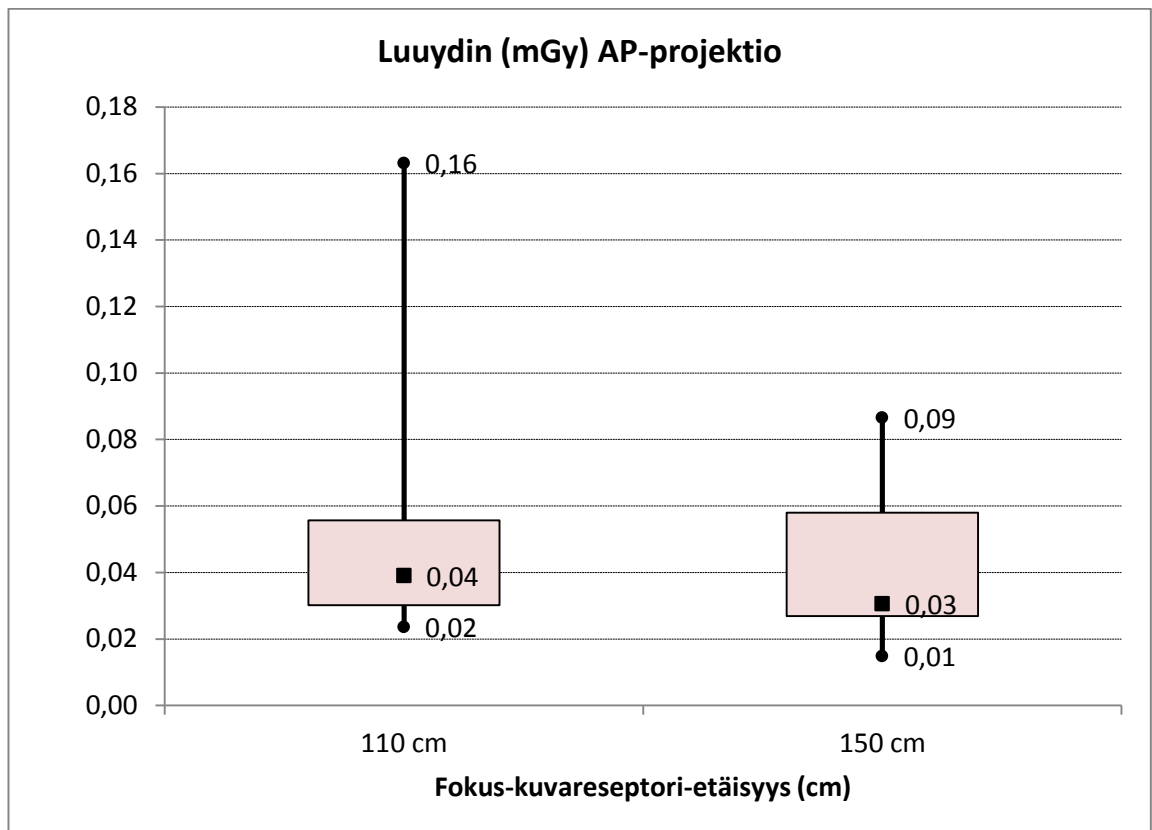
Kuvattaessa 110 cm etäisyydellä keskimääräinen annoksen ja pinta-alan tulo LAT-projektiossa oli $1,6 \text{ Gy} * \text{cm}^2$, vaihteluvälin ollessa $0,6\text{--}2,8 \text{ Gy} * \text{cm}^2$. Kuvausetäisyyden ollessa 150 cm keskimääräinen annoksen ja pinta-alan tulo oli $0,9 \text{ Gy} * \text{cm}^2$ ja vaihteluväli $0,5\text{--}2,1 \text{ Gy} * \text{cm}^2$. (kuvio 8; liite 4, taulukko 18)



KUVIO 8. Potilaiden saamat annoksen ja pinta-alan tulot ($\text{Gy} * \text{cm}^2$) lannerangan röntgentutkimuksessa LAT-projektiossa

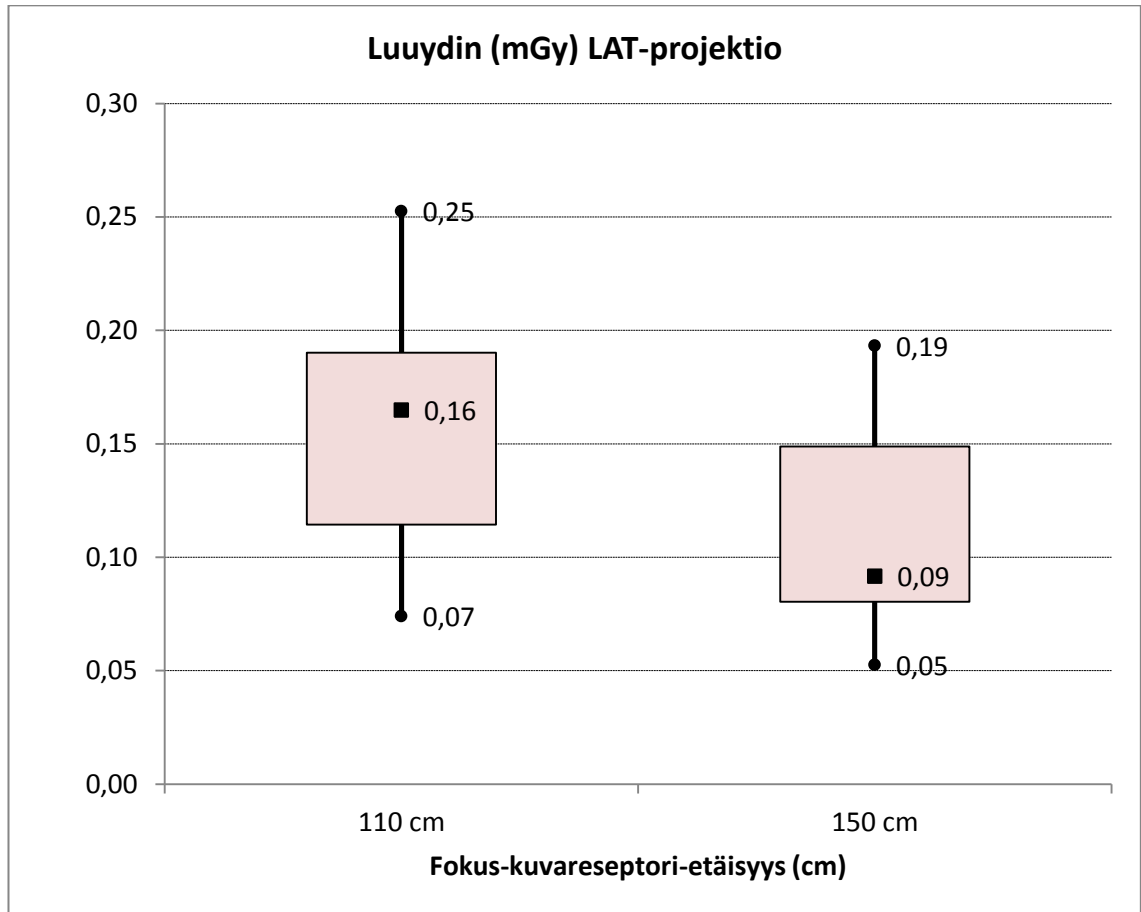
9.5 Elinkohtaiset säteilyannokset

AP-projektiossa kuvattaessa 110 cm etäisyydeltä luuytimen keskimääräinen säteilyannos oli 0,04 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,02–0,16 mGy. Kuvattaessa 150 cm etäisyydeltä AP-projektiossa saatu keskimääräinen säteilyannos oli 0,03 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,01–0,09 mGy. (kuvio 9; liite 4, taulukko 19).



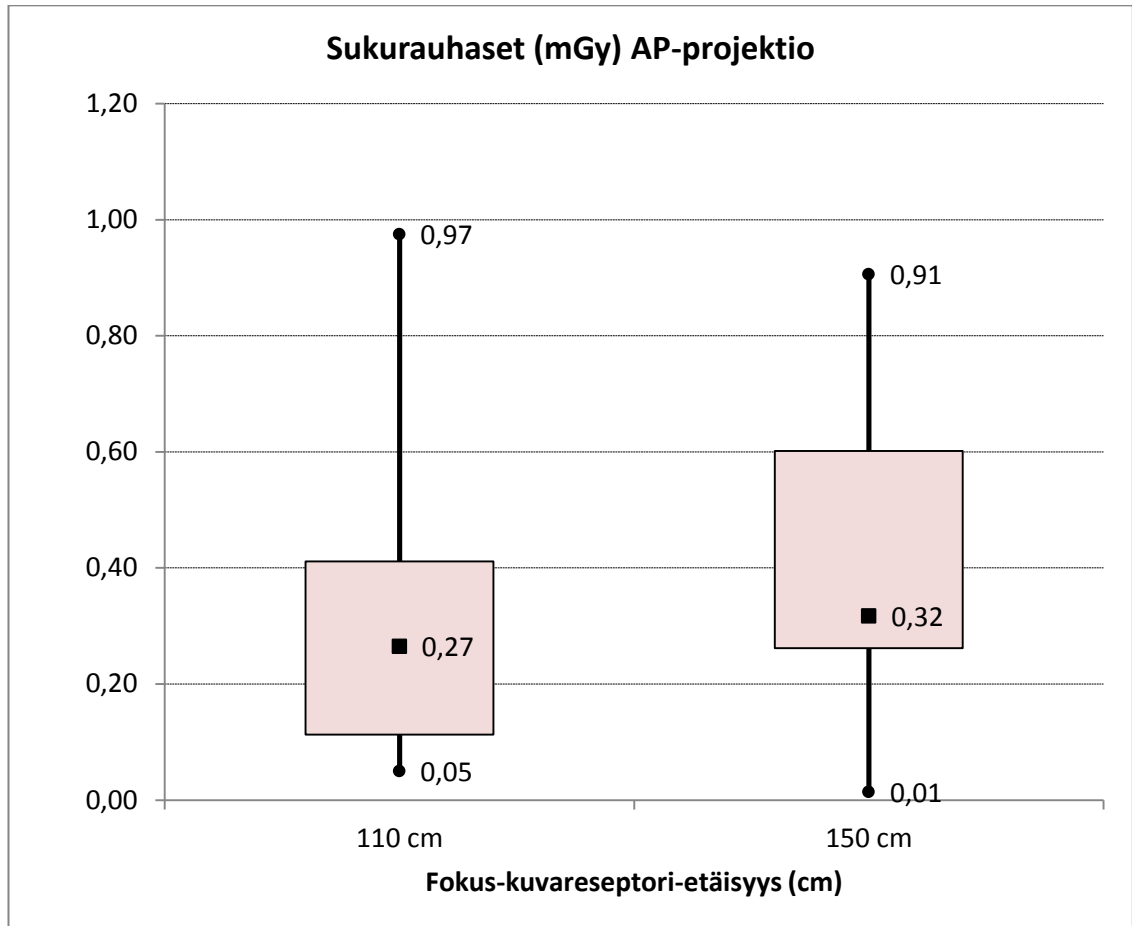
KUVIO 9. Luuytimen säteilyannos (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa AP-projektiossa

LAT-projektiossa kuvattaessa 110 cm etäisyydeltä luuytimen keskimääräinen säteilyannos oli 0,16 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,07–0,25 mGy. Kuvattaessa 150 cm etäisyydeltä LAT-projektiossa keskimääräinen säteilyannos oli 0,09 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,05–0,19 mGy. (kuvio 10; liite 4, taulukko 20).



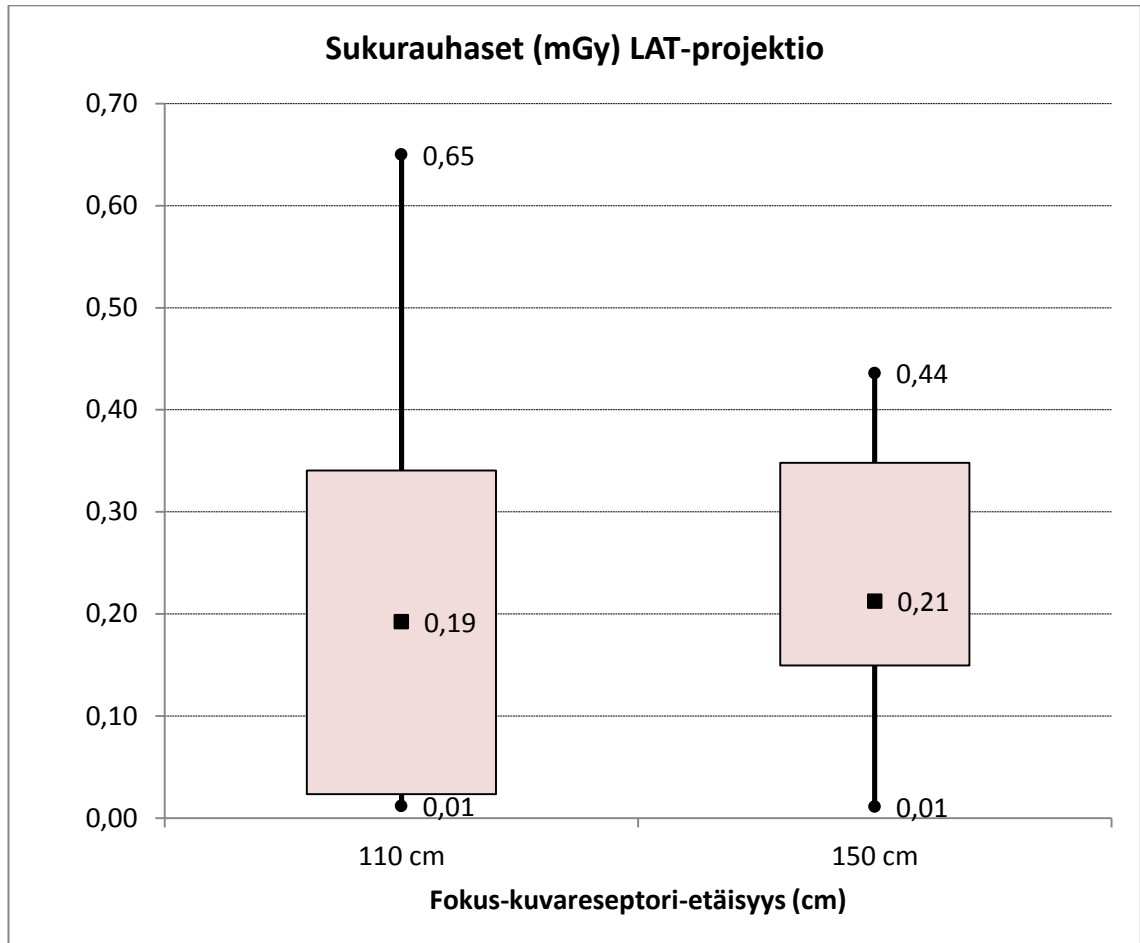
KUVIO 10. Luuytimen säteilyannos (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa LAT-projektiossa

Sukurauhasten saama säteilyannos AP-projektiossa 110 cm etäisyydeltä kuvattaessa oli keskimäärin 0,27 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,05–0,97 mGy. Kuvattaessa 150 cm etäisyydeltä keskimääräinen säteilyannos oli 0,32 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,01–0,91 mGy. (kuvio 11; liite 4, taulukko 21).



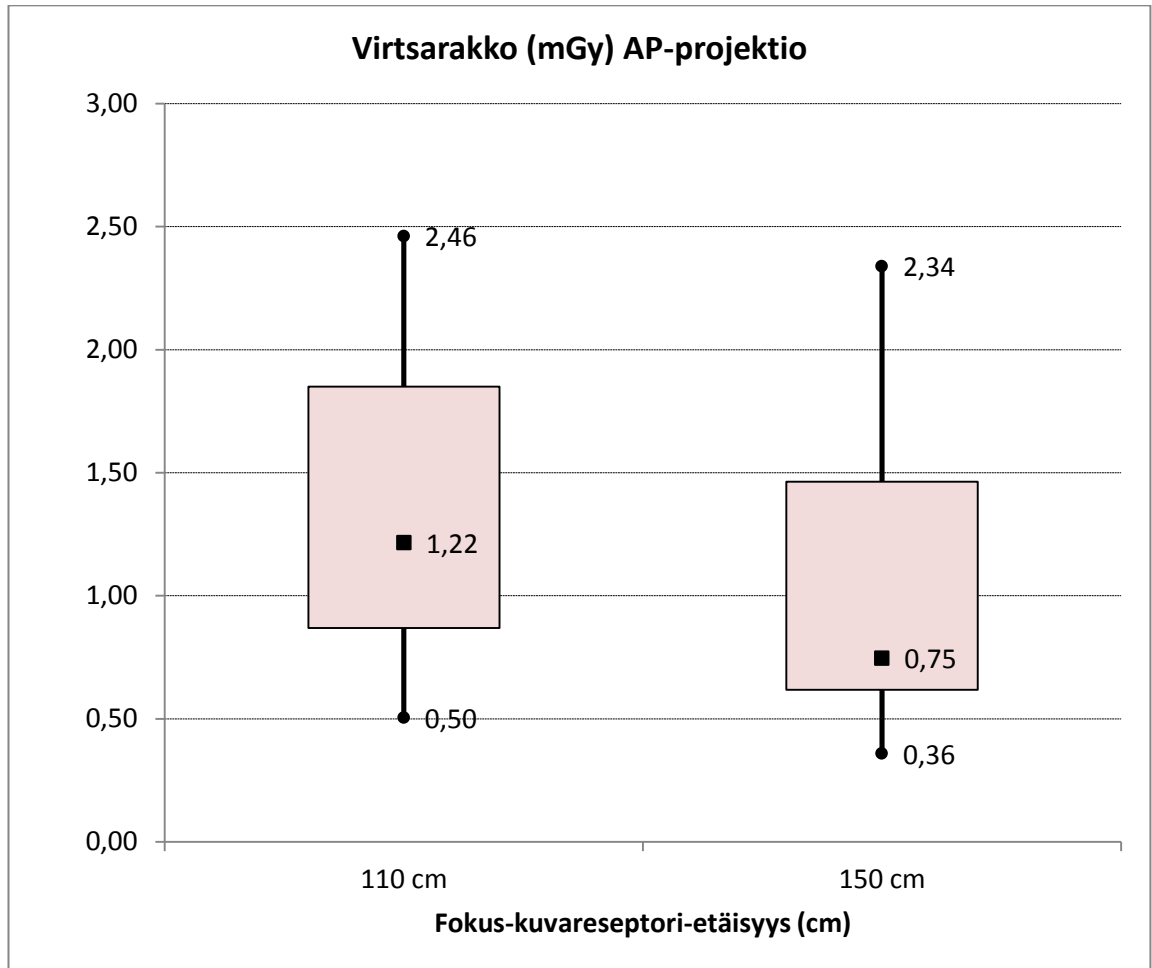
KUVIO 11. Sukurauhasten säteilyannos (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa AP-projektiossa

LAT-projektiossa sukurauhasten saama keskimääräinen säteilyannos kuvattaessa 110 cm etäisyydeltä oli 0,19 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,01–0,65 mGy. Kuvattaessa 150 cm etäisyydeltä oli sukurauhasten keskimääräinen säteilyannos 0,21 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,01–0,44 mGy. (kuvio 12; liite 4, taulukko 22).



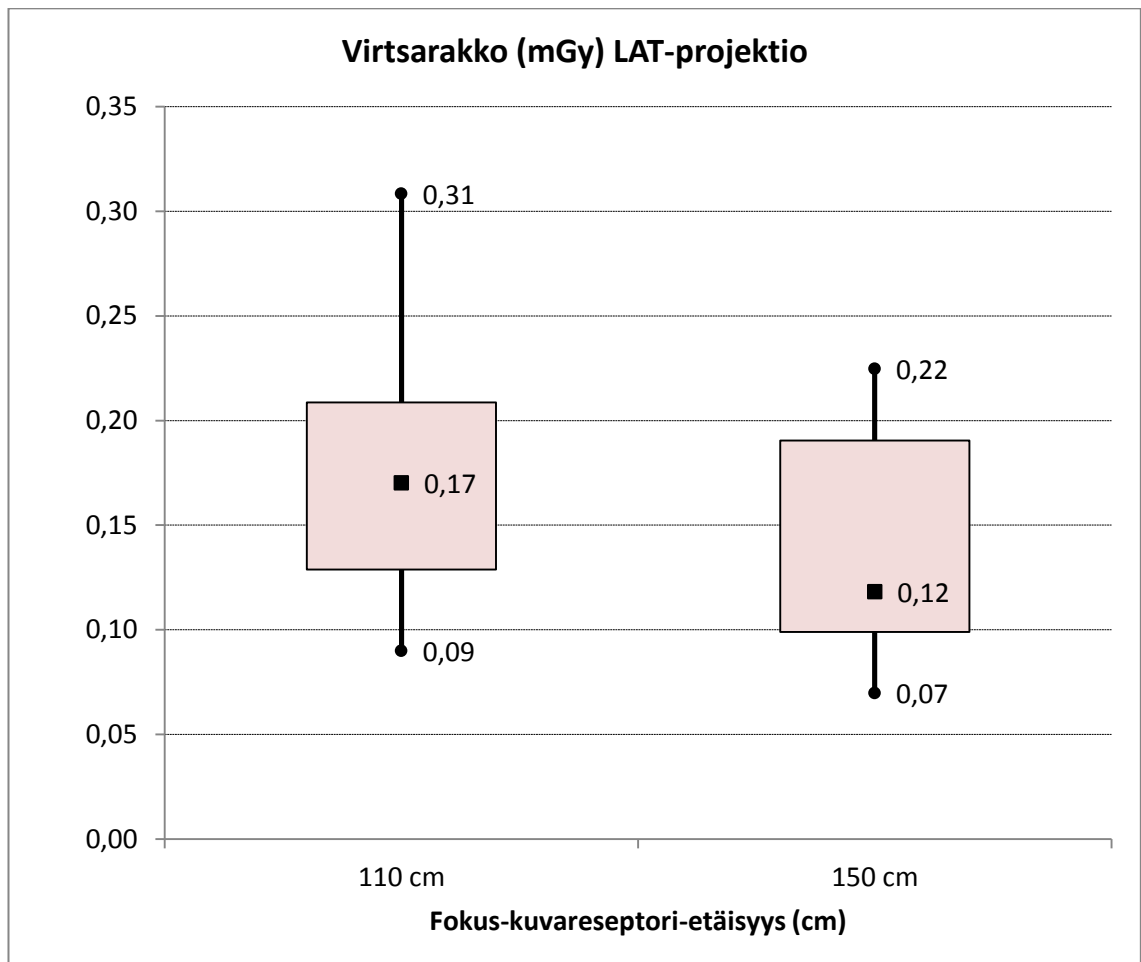
KUVIO 12. Sukurauhasten säteilyannos (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa LAT-projektiossa

Virtsarakon saama keskimääräinen säteilyannos AP-projektiossa kuvattaessa 110 cm etäisyydeltä oli 1,22 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,50–2,46 mGy. AP-projektiossa virtsarakon saama keskimääräinen säteilyannos kuvattaessa 150 cm etäisyydeltä oli 0,75, vaihteluvälin ollessa 0,36–2,34 mGy. (kuvio 13; liite 4, taulukko 23).



KUVIO 13. Virtsarakon säteilyannos (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa AP-projektiossa

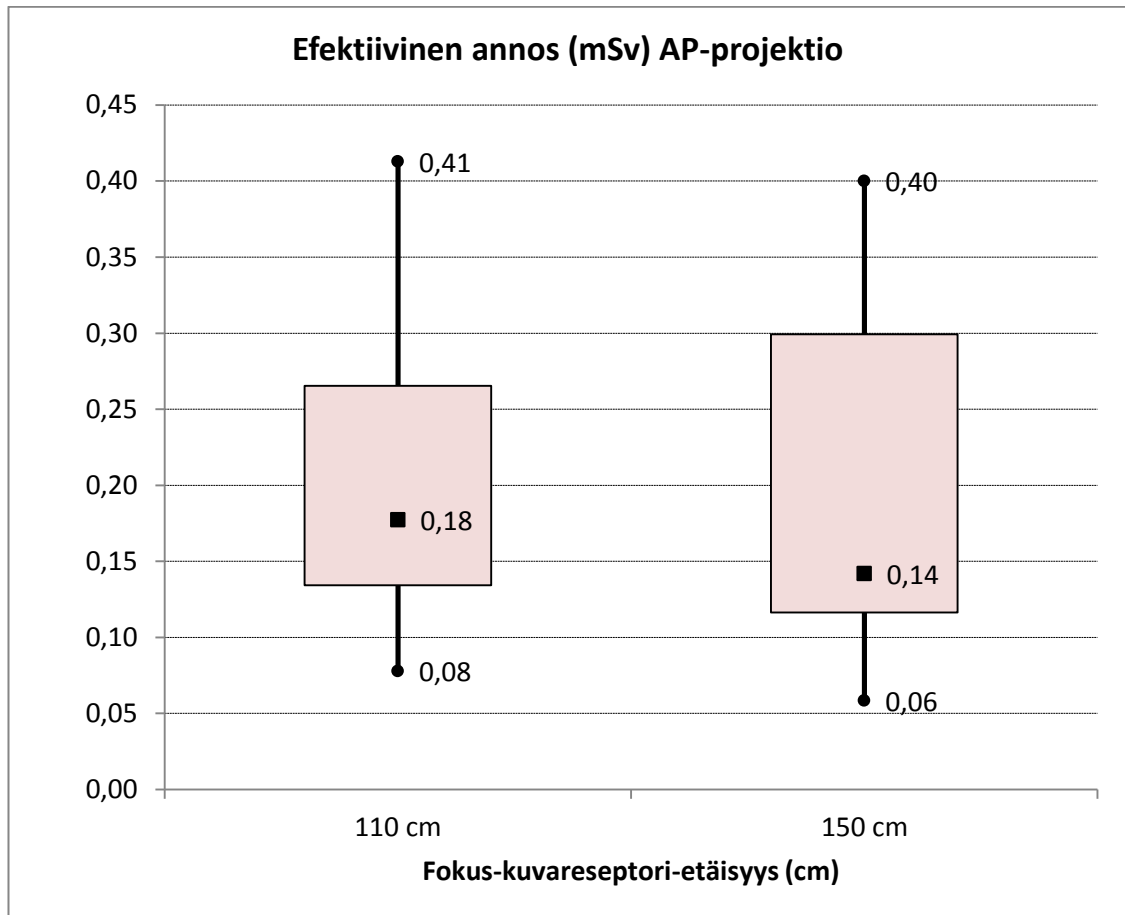
Keskimääräinen virtsarakon saama säteilyannos LAT-projektiossa kuvattaessa 110 cm etäisyydellä oli 0,17 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,09–0,31 mGy. Kuvausetäisyyden ollessa 150 cm keskimääräinen säteilyannos LAT-projektiossa oli 0,12 mGy, vaihteluvälin ollessa 0,094–0,327 mGy. (kuvio 14; liite 4, taulukko 24).



KUVIO 14. Virtsarakon säteilyannos (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa LAT-projektiossa

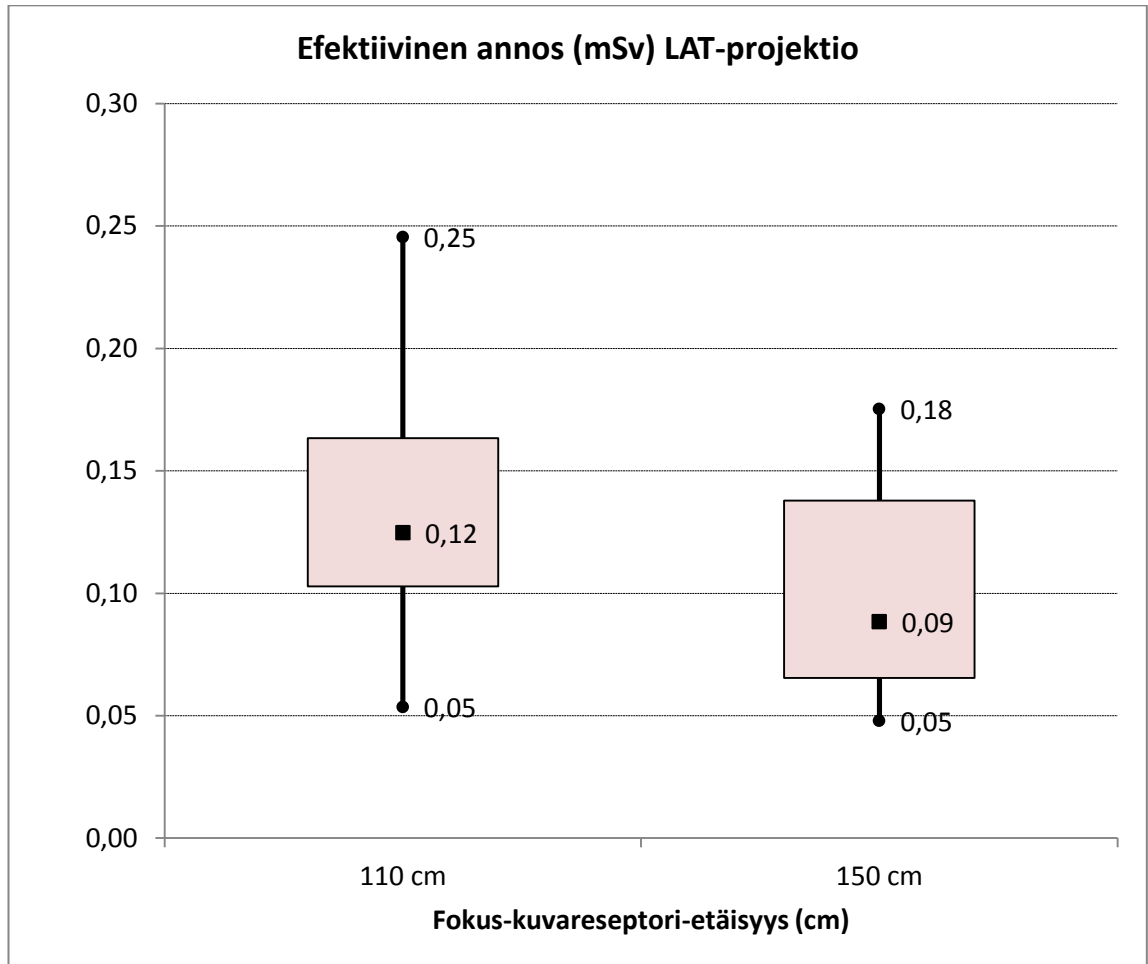
9.6 Efektiivinen annos

Keskimääräinen efektiivinen annos AP-projektiossa kuvattaessa 110 cm etäisyydellä oli 0,18 mSv, vaihteluvälin ollessa 0,08–0,41 mSv. Kuvausetäisyyden ollessa 150 cm keskimääräinen efektiivinen annos AP-projektiossa oli 0,14 mSv, vaihteluvälin ollessa 0,06–0,40 mSv. (kuvio 15; liite 4, taulukko 25).



KUVIO 15. Efektiivinen annos (mSv) lannerangan röntgentutkimuksessa AP-projektiossa

Keskimääräinen efektiivinen annos LAT-projektiossa kuvattaessa 110 cm etäisyydellä oli 0,12 mSv, vaihteluvälin ollessa 0,05–0,25 mSv. Kuvausetäisyyden ollessa 150 cm keskimääräinen efektiivinen annos LAT-projektiossa oli 0,09 mSv, vaihteluvälin ollessa 0,05–0,18 mSv. (kuvio 16; liite 4, taulukko 26).



KUVIO 16. Efektiivinen annos (mSv) lannerangan röntgentutkimuksessa LAT-projektiossa

Keskimääräinen efektiivinen annos koko tutkimuksessa kuvattaessa 110 cm etäisyydellä oli 0,3 mSv ja kuvausetäisyyden ollessa 150 cm keskimääräinen efektiivinen annos oli 0,23 mSv.

10 POHDINTA

10.1 Radiologinen laitetekniikka

Röntgenyksikön käyttämä radiologinen laitetekniikka lannerangan röntgentutkimuksessa noudatti lähes Euroopan Unionin suosituksia molemmissa projektioissa ja molemmilla käytetyillä kuvausetaisyysyksillä. Hilasuhde ja lamellitiheys sekä kuvareseptorin herkkyys AP-projektiossa poikkesivat Euroopan Unionin suosituksista.

Molemmilla käytetyillä kuvausetaisyysyksillä ja molemmissa projektioissa fokuskoon suositus toteutui. Fokuskoon suositus on $\leq 1,3$ mm. Röntgenyksikössä oli käytössä 0,6 mm fokus kuvattaessa 110 cm etäisyydellä ja 150 cm etäisyydellä oli käytössä 1 mm fokus. Kokonaissuodatuksen osalta EU:n suositukset täyttyivät. Suositus on $\geq 3,0$ mmAl ja röntgenyksikön laitteessa kokonaissuodatus oli 4,8 mmAl.

Hilasuhde ja lamellitiheys eivät olleet EU:n suositusten mukaisia: hilasuhde 10 ja lamellitiheys 40 lamellia / cm. Röntgenyksikössä hilan hilasuhde oli 12 ja lamellitiheys 36 lamellia / cm. Hilasuhde ja lamellitiheys vaikuttavat hilaan kykyyn suodattaa hajasäteilyä pois (Kosonen & Lehto 1984, 41; Wallace 1995, 102–107; Lança & Silva 2013, 42–43). Kuvareseptorin herkkyuden osalta EU:n suositus ei toteutunut AP-projektiossa. Lannerangan röntgentutkimuksessa suositus kuvareseptorin herkkyudeksi on 400 molemmissa projektioissa. Röntgenyksikössä oli AP-projektiossa kuvareseptorin herkkyysnä 300 ja LAT-projektiossa suositeltu 400. Herkkyys kuvaa kuvareseptorin kykyä reagoida säteilyyn. Mitä herkempi kuvareseptori on, sitä vähemmän tarvitaan säteilyä kuvan muodostumiseen, jolloin potilaan saama säteilyannos pienenee (Wallace 1995, 150–151; Shephard 2003, 104–105).

Röntgenyksikössä käytetty kuvausetaisyys oli Euroopan Unionin suositusten mukainen. Lannerangan röntgentutkimuksien kuvausetaisyysdeksi suositellaan 100–150 cm. Röntgenyksikössä oli käytössä kaksi kuvausetaisyyttä, seisten kuvattaessa 150 cm ja maaten kuvattaessa 110 cm. Ennen tätä tutkimusta röntgenyksikössä oli etäisyytenä seisten kuvattaessa 110 cm, mutta fyysikon ehdotuksesta kuvausetaisyyttä pidennettiin. Kuvausjännitteet olivat molempien projektioiden osalta EU:n suositusten mukaiset, samoin

valotusautomaatin käyttö. Säteilysuojainten käyttö oli suositusten mukaista, miehillä käytettiin kivessuojaa ja naisilta suojattiin rintarauhaset lyijykäsinein.

10.2 Säteilyannokset

Tutkimukseen valitut potilaat valittiin STUKin ohjeistuksen mukaan. Ohjeistuksessa puhutaan normaalikokoisista 55–85 kiloista potilaista, joiden painojen keskiarvo on noin 70 kg (STUK 2011). Tässä tutkimuksessa mukana olleiden potilaiden painot olivat 55–85 kg:n välillä. Lyhyemmällä kuvausetäisyydellä (110 cm) potilaiden keskiarvopaino oli 76,8 kg eli noin seitsemän kiloa enemmän kuin STUKin suosittelema. Potilaista miehiä oli neljä ja naisia kuusi. Pidemmällä kuvausetäisyydellä (150 cm) kuvattujen potilaiden keskiarvopaino oli 65,8 kg, noin neljä kiloa vähemmän kuin suositeltu paino. Potilaista naisia oli yhdeksän ja vain yksi mies. 150 cm kuvausetäisyydellä kuvattujen potilaiden painojen vaihteluväli oli suuri: 55–81 kg. Jos röntgenyksiköllä olisi ollut enemmän aikaa tietojenkeruun suorittamiseen, olisi ollut mahdollista ottaa tutkimukseen enemmän potilaita, jolloin STUKin suosittelema keskiarvopaino olisi toteutunut paremmin. Haasteena röntgenyksikössä oli sopivan painoisten potilaiden saaminen tutkimuksen piiriin suunnitellussa ajassa. Lannerangan röntgentutkimukseen tuli paljon potilaita, mutta heidän painonsa oli usein yli 85 kg.

Vuoden 2011 lannerangan röntgentutkimuksen pinta-annoksen (ESD) vertailutasot (AP 5,0 mGy ja LAT 15 mGy) alittuivat molemmilla käytetyillä kuvausetäisyyksillä ja molemmissa kuvausprojektioidissa. Tässä tutkimuksessa saadut keskimääräiset pinta-annokset olivat AP-projektiossa 4,1 mGy (110 cm) ja 2,3 mGy (150 cm). LAT-projektiossa keskimääräiset pinta-annokset olivat 6,9 mGy (110 cm) ja 2,9 mGy (150 cm).

1.7.2014 voimaan tulleet pinta-annoksen (ESD) vertailutasot lannerangan röntgentutkimuksessa ovat matalammat, kuin tutkimusta tehdessä voimassa olleet vertailutasot. Lannerangan röntgentutkimuksen AP-projektion uusi vertailutaso on 3,5 mGy, tämä **ylittyy** 110 cm kuvausetäisyydellä, mutta alittuu 150 cm kuvausetäisyydellä. LAT-projektion uusi vertailutaso on 10 mGy ja tässä tutkimuksessa molemmilla käytetyillä kuvausetäisyyksillä se alittui.

Tässä tutkimuksessa saatu keskimääräinen pinta-annos AP-projektiossa 110 cm:n kuvausetäisyydellä oli lähes neljä kertaa suurempi kuin Järvenpään vuonna 2013 tekemässä tutkimuksessa samalla 110 cm:n kuvausetäisyydellä. LAT-projektiossa tässä tutkimuksessa kuvattaessa 110 cm:n etäisyydellä saatu keskimääräinen pinta-annos oli pienempi kuin Järvenpään tekemässä tutkimuksessa vastaavalla kuvausetäisyydellä. Kuvattaessa 150 cm:n kuvausetäisyydellä tässä tutkimuksessa saadut pinta-annokset olivat molemmissa projektioissa suuremmat kuin Järvenpään tekemässä tutkimuksessa samalla kuvausetäisyydellä kuvattaessa. Järvenpään vuonna 2013 tekemässä tutkimuksessa AP-projektiossa keskimääräinen pinta-annos oli toisessa kuvausyksikössä, jossa käytettiin 150 cm:n kuvausetäisyyttä, suurempi ja toisessa yhtä suuri kuin lyhyemmällä kuvausetäisyydellä kuvattaessa. LAT-projektiossa Järvenpään 2013 tekemässä tutkimuksessa keskimääräinen pinta-annos oli pienempi molemmissa kuvausyksiköissä, jossa oli käytössä 150 cm:n kuvausetäisyys. (Taulukko 6)

TAULUKKO 6. Vertailu keskimääräisistä pinta-annoksista (ESD) mGy lannerangan röntgentutkimuksessa tämä tutkimus ja Järvenpään 2013 tutkimus (Järvenpää 2013, 54)

Kuvausetäisyys	Tämä tutkimus		Järvenpää 2013	
	AP	LAT	AP	LAT
110 cm	4,1	6,9	1,1	8,8
150 cm	2,3	2,9		
150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö A)			1,6	4
150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö B)			1,1	2

Tässä tutkimuksessa kuvattaessa 150 cm etäisyydellä AP-projektiossa keskimääräinen pinta-annos oli 45 % pienempi kuin kuvattaessa 110 cm etäisyydellä. LAT-projektiossa pidemmällä etäisyydellä kuvattaessa pinta-annos oli 58 % pienempi kuin lyhyemmällä etäisyydellä kuvattaessa. (taulukko 7) Irlannissa vuonna 1998 julkaistussa tutkimuksessa LAT-projektiossa pidempää kuvausetäisyyttä käytettäessä pinta-annokset olivat fantom-tutkimuksessa 65 % ja potilastutkimuksessa 44 % pienemmät verrattuna lyhyempään kuvausetäisyyteen. Irlannissa 2003 julkaistussa lantion tutkimuksessa saadut pinta-annokset olivat fantom-tutkimuksessa 34 % ja potilastutkimuksessa 35 % pienemmät pidemmällä kuvausetäisyydellä. Kansainvälisessä keväällä 2014 julkaistuissa lantion

tutkimuksissa pinta-annokset olivat 17 % (AEC käytössä) ja 50 % (ei AEC käytössä) pienemmät pidemmällä kuvausetäisyydellä suoritetuissa tutkimuksissa. (Taulukko 7)

TAULUKKO 7. Vertailu pinta-annosten (ESD) vähenemisestä (%) käytettäessä pidempää kuvausetäisyyttä tämä tutkimus ja muut tutkimukset lannerangan ja lantion röntgen-tutkimuksessa (Brennan & Nash 1998, 251–258; Brennan, McDonnell & O’Leary 2004, 264–265; Tugwell ym. 2014, 351–354)

Alkuperäinen kuvausetäisyys	Kuvausetäisyys	Tämä tutkimus		Irlanti 1998		Irlanti 2003		Kansainvälinen 2014	
		AP	LAT	LAT fantom	LAT potilas	AP lantio fantom	AP lantio potilas	AP lantio AEC	AP lantio ei AEC
100 cm	130 cm			65 %	44 %	34 %	35 %		
110 cm	140 cm							17 %	50 %
110 cm	150 cm	45 %	58 %						

Vuoden 2011 lannerangan röntgentutkimuksen vertailutaso ($6 \text{ Gy} * \text{cm}^2$) alittui keskimääräisessä annoksen ja pinta-alan tulossa (DAP) molemmilla tässä tutkimuksessa käytetyillä kuvausetäisyyksillä. DAP oli 110 cm kuvausetäisyydellä keskimäärin $3,1 \text{ Gy} * \text{cm}^2$ ja 150 cm kuvausetäisyydellä $1,8 \text{ Gy} * \text{cm}^2$. Pidemmällä kuvausetäisyydellä DAP oli 42 % prosenttia pienempi.

1.7.2014 voimaan tulleet lannerangan röntgentutkimuksen uudet annoksen ja pinta-alantulon vertailutasot ovat projektiokohtaisia. Uusi AP-projektion vertailutaso on $1 \text{ Gy} * \text{cm}^2$. Se alittuu tässä tutkimuksessa saadussa keskimääräisessä annoksen ja pinta-alan tulossa ($0,7 \text{ Gy} * \text{cm}^2$) 150 cm:n kuvausetäisyydellä. Uusi vertailutaso **ylittyy** tässä tutkimuksessa saadulla keskimääräisellä annoksen ja pinta-alan tulolla ($1,2 \text{ Gy} * \text{cm}^2$) 110 cm:n kuvausetäisyydellä. LAT-projektion uusi vertailutaso on $2,1 \text{ Gy} * \text{cm}^2$, joka myös alittuu tämän tutkimuksen keskimääräisellä annoksen ja pinta-alan tulolla molemmilla käytetyillä kuvausetäisyyksillä. Tässä tutkimuksessa AP-projektiossa keskimääräinen annoksen ja pinta-alan tulo oli 42 % pienempi pidemmällä kuvausetäisyydellä. LAT-projektiossa pidemmällä kuvausetäisyydellä annoksen ja pinta-alan tulo oli 44 % pienempi.

Tässä tutkimuksessa saadut annoksen ja pinta-alan tulot olivat koko tutkimuksen (AP+LAT) osalta molemmilla käytetyillä kuvausetäisyyksillä suuremmat kuin Järvenpään vuonna 2013 tekemässä tutkimuksessa (taulukko 8).

TAULUKKO 8. Vertailu keskimääräisistä annoksen ja pinta-alan tulosta (DAP) Gy * cm² lannerangan röntgentutkimuksessa tämä tutkimus ja Järvenpään vuonna 2013 tekemä tutkimus (Järvenpää 2013, 53–54)

Kuvausetäisyys	Tämä tutkimus			Järvenpää 2013
	AP+LAT	AP	LAT	AP+LAT
110 cm	3,1	1,2	1,6	2,2
150 cm	1,8	0,7	0,9	
150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö A)				1,7
150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö B)				1,1

Potilaan paksuus kuvauskohdassa (keskisäteen kohdalla) vaikuttaa potilaan saamaan säteilyannokseen niin, että 3 cm lisäys paksuuteen kasvattaa säteilyannoksen noin kaksinkertaiseksi (STUK 1999, 151). Tässä tutkimuksessa molemmilla kuvausetäisyyksillä kuvatut potilaat olivat lähes yhtä paksuja. AP-projektiossa pidemmällä kuvausetäisyydellä (150 cm) kuvatut potilaat olivat keskimäärin senttimetrin paksumpia, kuin lyhyemmällä etäisyydellä (110 cm) kuvatut. LAT-projektiossa lyhyemmällä etäisyydellä (110 cm) kuvatut potilaat olivat keskimäärin senttimetrin paksumpia.

PCXMC-ohjelmalla laskettiin elinkohtaisia säteilyannoksia ja efektiivisiä annoksia. Saatuihin laskennallisiin annoksiin vaikutti muun muassa se mihin kohtaan ohjelmassa olevaan fantomiin keskisäteen asetti (kuva 3 ja kuva 4).

Luuytimen saama keskimääräinen säteilyannos oli molemmissa projektioissa pienempi pidemmällä kuvausetäisyydellä. AP-projektiossa keskimääräinen säteilyannos oli 25 % ja LAT-projektiossa 44 % pienempi pidemmällä kuvausetäisyydellä. Sukurauhasten saama keskimääräinen säteilyannos oli pidemmällä kuvausetäisyydellä suurempi. Sukurauhasten keskimääräinen säteilyannos oli pidemmällä kuvausetäisyydellä AP-projektiossa 19 % ja LAT-projektiossa 11 % suurempi. Tämä todennäköisesti johtuu siitä, että pidemmällä kuvausetäisyydellä kuvatuista potilaista yhdeksän kymmenestä oli naisia, jolloin sukurauhaset ovat säteilykentässä. Naisilla ei ole mahdollista tietää mu-

nasarjojen paikkaa, joten sukurauhaset saavat lannerangan röntgentutkimuksessa aina säteilyannosta. Lyhyemmällä kuvausetäisyydellä kuvatuista potilaista neljä kymmenestä oli miehiä ja sukurauhaset ovat silloin primaarisädekentän ulkopuolella ja helposti suojattavissa kaikelta säteilyltä käyttämällä gonadisuoja. Virtsarakon saama keskimääräinen säteilyannos oli molemmissa projektioissa pienempi pidemmällä kuvausetäisyydellä. Virtsarakon saama keskimääräinen säteilyannos oli AP-projektiossa 39 % ja LAT-projektiossa 29 % pienempi pidemmällä kuvausetäisyydellä. Virtsarakko ja luuydin saavat aina molemmilla sukupuolilla säteilyannosta lannerangan röntgentutkimuksessa. Kuvauskentän leveys vaikuttaa luuytimen ja naisilla munasarjojen saamaan säteilyannokseen. Tässä tutkimuksessa keskimääräinen efektiivinen annos oli AP-projektiossa 38 % ja LAT-projektiossa 45 % pienempi suuremmalla kuvausetäisyydellä kuvattaessa. (Taulukko 9)

Irlannissa 1998 julkaistussa tutkimuksessa sukurauhasille tuli 64 % pienempi säteilyannos käytettäessä pidempää kuvausetäisyyttä ja efektiivinen annos oli 41 % pienempi. Irlannissa vuonna 2003 julkaistussa tutkimuksessa sukurauhasten saamat säteilyannokset olivat pidemmällä kuvausetäisyydellä fantom-tutkimuksessa 34–37 % ja potilastutkimuksissa 35–36 % pienemmät. Efektiivinen annos oli potilas-tutkimuksessa pidemmällä kuvausetäisyydellä 34 % pienempi. Vuonna 2004 julkaistussa kansainvälisessä tutkimuksessa efektiiviset annokset olivat pidempää kuvausetäisyyttä käytettäessä valotusautomaatin ollessa käytössä 4 % pienemmät. Kun valotusautomaattia ei käytetty, efektiivinen annos oli 42 % pienempi. (Taulukko 9)

TAULUKKO 9. Vertailu elinten säteilyannosten ja efektiivisen annoksen vähenemisestä (%) käytettäessä pidempää kuvausetäisyyttä tämä tutkimus ja muut tutkimukset lannerangan ja lantion röntgentutkimuksessa

	Tämä tutkimus		Irlanti 1998	Irlanti 2003		Kansainvälinen 2014	
	Kuvausetäisyydet 110 ja 150 cm		Kuvausetäisyydet 100 cm ja 130 cm	Kuvausetäisyydet 110 ja 130 cm		Kuvausetäisyydet 110 ja 140 cm	
	AP	LAT	LAT potilas	AP lantio fantom	AP lantio potilas	AP lantio AEC	AP lantio ei AEC
Luuydin	25 %	44 %					
Sukurauhaset	**	**	64 %	34 – 37 %	35 - 36 %		
Virtsarakko	39 %	19 %					
Efektiivinen annos	38 %	45 %	41 %		34 %	4 %	42 %

** 150 cm:n kuvausetäisyydellä keskimääräinen sukurauhasten säteilyannos oli AP-projektiossa 19 % ja LAT-projektiossa 11 % suurempi.

Taulukossa 10 on esitetty vertailu tässä tutkimuksessa ja Järvenpään vuonna 2013 tekemässä tutkimuksessa saaduista keskimääräisistä elinten säteilyannoksista ja efektiivisistä annoksista projektioittain ja kuvausetäisyyksittäin. Tässä tutkimuksessa pidemmällä kuvausetäisyydellä saadut säteilyannokset olivat pienemmät lukuun ottamatta sukurauhasten saamia säteilyannoksia. Järvenpään 2013 tekemässä tutkimuksessa säteilyannokset vaihtelivat eikä tuloksista ole selkeästi havaittavissa kuvausetäisyyden vaikutusta potilaan saamaan säteilyannokseen. Säteilyannokset ovat osittain samansuuntaisia tutkimusten kesken.

Järvenpään (2013) tutkimuksessa luuytimen saama keskimääräinen säteilyannos 150 cm:n kuvausetäisyydellä oli 0,08–0,23 mGy kun tässä tutkimuksessa se oli 0,03 mGy. Sukurauhasten saamat keskimääräiset säteilyannokset olivat samansuuntaiset molemmissa projektioissa ja molemmilla kuvausetäisyyksillä. Tässä tutkimuksessa saatu keskimääräinen virtsarakon saama säteilyannos 110 cm:n kuvausetäisyydellä oli AP-projektiossa 1,22 mGy ja LAT-projektiossa 0,17 mGy. Järvenpään (2013) tutkimuksessa virtsarakon keskimääräiset säteilyannokset olivat AP-projektiossa 0,59 mGy ja LAT-projektiossa 0,06 mGy. 150 cm:n kuvausetäisyydellä keskimääräiset virtsarakon säteilyannokset molemmissa projektioissa olivat samansuuntaiset. Tässä tutkimuksessa saatu

keskimääräinen efektiivinen annos 110 cm:n kuvausetäisyydellä LAT-projektiossa oli 0,12 mSv ja Järvenpään (2013) tutkimuksessa 0,06 mSv. 150 cm:n kuvausetäisyydellä tässä tutkimuksessa saatu keskimääräinen efektiivinen annos AP-projektiossa oli 0,14 mSv ja Järvenpään (2013) tutkimuksessa 0,12–0,25 mSv.

TAULUKKO 10. Vertailu keskimääräisistä luuytimen, sukurauhasten ja virtsarakon säteilyannoksista (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa tämä tutkimus ja Järvenpään vuonna 2013 tekemä tutkimus (Järvenpää 2013, 54–57)

	Tämä tutkimus		Järvenpää 2013		Kuvaus-etäisyys
	AP	LAT	AP/PA	LAT	
Luuydin	0,04	0,16	0,05	0,08	110 cm
	0,03	0,09			150 cm
			0,23	0,09	150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö A)
			0,08	0,1	150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö B)
Sukurauhaset	0,27	0,19	0,32	0,12	110 cm
	0,32	0,21			150 cm
			0,27	0,15	150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö A)
			0,38	0,15	150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö B)
Virtsarakko	1,22	0,17	0,59	0,06	110 cm
	0,75	0,12			150 cm
			0,13	0,08	150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö A)
			0,78	0,11	150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö B)
Efektiivinen annos	0,18	0,12	0,18	0,06	110 cm
	0,14	0,09			150 cm
			0,12	0,08	150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö A)
			0,25	0,09	150 cm (Järvenpää kuvausyksikkö B)

Lannerangan röntgentutkimuksen keskimääräinen efektiivinen annos Suomessa on 2,3 mSv. (STUK 2014c.) Efektiivinen annos alittui molemmilla kuvausetäisyyksillä tehdyissä tutkimuksissa. Tässä tutkimuksessa saadut keskimääräiset efektiiviset annokset

olivat koko tutkimuksen osalta yhteensä 110 cm:n kuvausetäisyydellä 0,3 mSv ja 150 cm:n kuvausetäisyydellä 0,23 mSv.

Tämän aineiston perusteella kannattaisi mahdollisuuksien mukaan käyttää lannerangan seisten tehtävässä röntgentutkimuksessa 150 cm:n kuvausetäisyyttä. Mahdollisesti kannattaisi nostaa AP-projektiossa kuvareseptorin herkkyys (kuvanluennan suhteellinen nopeus) Euroopan Unionin suositusten mukaiseen 400. Jos käytetään 110 cm:n kuvausetäisyyttä, kannattaisi tehdä uudet potilaiden säteilyannosmittaukset, koska voimassa olevat vertailutasot AP-projektioissa (ESD ja DAP) ylittyivät. Jos potilaiden säteilyannosmittaukset uusitaan, potilaiden keskimääräisen painon olisi oltava noin 70 kg, joka on STUKin suosittama.

10.3 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Määrällistä tutkimusta tehdessä tulee noudattaa hyvää tieteellistä tapaa. Hyvään tieteelliseen tapaan kuuluu muun muassa seuraavia asioita: rehellisyys tutkimusta tehdessä sekä yleinen huolellisuus ja tarkkuus, tutkittavan oikeus kieltäytyä tutkimuksesta, tietojen keräämisen ja käsittelyn luottamuksellisuus, lähteiden asianmukainen ja kunnioittava käyttö ja tutkimuksen raportointi tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten mukaisesti. (Vilkkä 2007, 90–91.) Tässä opinnäytetyössä potilaiden osallistuminen tutkimukseen oli vapaaehtoista. Potilaille kerrottiin, että tietoja käytetään opinnäytetyön tekemiseen ja röntgentutkimusten laadunvarmistukseen. Kaksi sopivaa potilasta kieltäytyi tutkimukseen osallistumisesta ja yhtä sopivan kokoista ei voitu ottaa mukaan tutkimukseen yhteisen kielen (suomi, englanti) puuttumisen vuoksi. Yksittäiset potilaat eivät ole tunnistettavissa tutkimuksessa, koska potilaan henkilötietoja ei kirjattu ylös missään vaiheessa. Tutkimusta varten kerättiin ainoastaan potilaan syntymävuosi, paino, pituus ja sukupuoli.

Kanasen mukaan (2011, 118–119) määrällisessä tutkimuksessa pitää aina arvioida sen luotettavuutta ja luotettavuuteen liittyvät kysymykset on otettava huomioon tutkimuksen suunnitteluvaiheessa. Luotettavuutta arvioidaan reliabiliteetti- ja validiteettikäsitteillä. Reliabiliteetti tarkoittaa mittauksen pysyvyyttä eli toistettaessa tutkimus saadaan samat tulokset. Saadut tulokset eivät ole sattumaa. Validiteetti tarkoittaa pätevyyttä eli mitataan ja tutkitaan oikeita asioita ja tutkimuksen kykyä mitata sitä asiaa mitä on tar-

koituskin mitata. (Vilkkä 2007, 150; Kananen 2011, 118–121) Tutkimuksen luotettavuutta voi heikentää se, että vastaaja ymmärtää esitetyn kysymyksen väärin tai tutkimuksen tekijä tekee virheen tallentaessaan tutkimustietoja (Vilkkä 2005, 162). Opinnäytetyön toteutus on kuvailtu mahdollisimman tarkasti, jotta tutkimus olisi myöhemmin mahdollista toistaa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kuvausetäisyyden vaikutusta potilaan saamaan säteilyannokseen, toteutuvatko lannerangan tutkimukselle asetetut vertailutasot ja minkälaista radiologista laitetekniikkaa käytetään lannerangan röntgentutkimuksessa. Käytetyillä menetelmillä saatiin kerättyä tarvittava tieto. Tutkimuksessa saatuja tuloksia vertailtiin tässä työssä esitettyihin muihin tutkimuksiin. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset olivat samansuuntaisia niiden kanssa. Tutkimuksen luotettavuutta voi heikentää mahdolliset mittausvirheet ja kirjausvirheet: fokus-iho etäisyys, säteilykentän koko, säteilyannosten kirjaus tai potilaiden painot ja pituudet. Luotettavuutta voi myös heikentää mahdolliset tietojen kirjausvirheet havaintomatriisiin ja PCMXC-annoslaskentaohjelmaan.

Opinnäytetyöntekijä toimi rehellisesti käsitellessään tietoja ja pyrki huolellisuuteen tietojen kirjaamisessa havaintomatriisiin ja tehdessä PCXMC-annoslaskentaohjelmalla efektiivisten annosten ja elinten säteilyannosten laskentaa. Aineistonkeruulomakkeet oli numeroitu ennen tietojen kirjaamista havaintomatriisiin ja näin tietojen tarkistus oli helppoa. Opinnäytetyöntekijä tarkasti useamman kerran havaintomatriisiin kirjatut tiedot sekä PCXMC-annoslaskentaohjelmaan kirjatut tiedot. Opinnäytetyöntekijä noudatti opinnäytetyötä tehdessä hyvää tieteellistä tapaa ja arvioi eettisyyttä koko opinnäytetyöprosessin ajan. Opinnäytetyön lähdeviittaukset tehtiin huolellisesti Tampereen ammattikorkeakoulun kirjallisten raportointiohjeiden mukaan. Aineistonkeruulomakkeet ja laitetietolomake tuhottiin heti, kun opinnäytetyö oli hyväksytty.

10.4 Oma oppimiskokemus ja jatkotutkimusehdotukset

Aiheen valintaan vaikutti opinnäytetyöntekijän kiinnostus tehdä opinnäytetyönä määrällinen tutkimus. Tämän työn aihe tuli erään terveyskeskuksen röntgenyksiköstä, jossa oli kiinnostuttu, kuinka kuvausetäisyyden pidentäminen lannerangan röntgentutkimuksessa oli vaikuttanut potilaiden saamaan säteilyannokseen.

Opinnäytetyön tekemiseen liittyvien alkuvalmisteluiden teko oli helppoa. Opinnäytetyöntekijällä oli valmiina aineistonkeruulomake ja laitetietolomake sekä havaintomatriisin pohja, jossa oli tarvittavat laskukaavat valmiina. Röntgenyksikön röntgenhoitajille annettu ohje tietojen keruusta olisi voinut olla tarkempi tutkimukseen otettujen potilaiden painojen osalta. Ohjeessa ei mainittu STUKin suosittelemaa potilaiden keskimääräistä painosuositusta. Aineiston keruulomakkeeseen oli merkitty tutkimukseen otettavien potilaiden painorajat (55–85 kg). Potilaiden painojen keskiarvo ylittyi suositukseen nähden toisessa ryhmässä ja toisessa ryhmässä alittui. Jos röntgenyksiköllä olisi ollut enemmän aikaa käytettävissä potilastietojen keruuseen, olisi painojen osalta varmasti päästy suositukseen. Opinnoissa olimme käyttäneet PCXMC-annoslaskentaohjelmaa, joten tietojen syöttäminen ohjelmaan oli kohtalaisen helppoa. Kuvioiden ja taulukoiden teko sekä tulosten analysointi oli mielenkiintoista.

Perehtyminen aiheeseen ja teorian kirjoittaminen vei opinnäytetyöntekijältä paljon aikaa, mutta oli antoisaa. Opinnoissa saatu tieto kuvantamistekniikasta syventyi opinnäytetyön tekemisen aikana. Haasteita teorian kirjoitukseen toi osittain englanninkielinen lähdekirjallisuus ja ammattisanasto. Opinnäytetyötä tehdessä opinnäytetyöntekijän kielitaito kehittyi ammattisanaston hallinnan osalta ja kirjallisuuden ja artikkeleiden lukeminen oli helpompaa työn edistyessä. Oma oppimiskokemus olisi syventynyt, jos opinnäytetyöntekijällä olisi ollut mahdollisuus suorittaa itse myös tietojen keruu.

Potilaan säteilyannoksen pienentäminen niin, että saadaan kuitenkin diagnostinen tieto, on tärkeä osa tulevaa röntgenhoitajan työtä. Perehtyminen aiheeseen opinnäytetyön merkeissä antaa tulevaisuudessa valmiuksia kehittää omia ja työyhteisön käytäntöjä erilaisia röntgentutkimuksia tehtäessä.

Jatkossa voitaisiin tutkia kuinka kuvausetäisyys vaikuttaa lannerangan röntgenkuvan laatuun tai mahdollisesti millainen vaikutus kuvaussuunnalla (AP vs. PA) on potilaan saamaan säteilyannokseen.

LÄHTEET

Alaselkikipu. 2014. Käypähoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Fysiatriryhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki. Suomalainen lääkärisseura Duodecim. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi20001> luettu 19.9.2014

Brennan, P.C., McDonnell, S. & O’Leary, D. 2004. Increasing Film-focus distance (FFD) reduces radiation dose for x-ray examination. *Radiation Projection Dosimetry* (2004). vol. 108, No.3, 263-268.

Brennan, P. C. & Nash, M. 1998. Increasing FFD: an effective dose-reducing tool for lateral lumbar spine investigations. *Radiography* (1998) 4, 215-259.

Cornuelle, A. G. & Gronefeld, D.H. 1998. *Radiographic anatomy & Positioning: An Integrated Approach*. United States of America: Appleton & Lange.

DIMOND III. 2004. Image Quality and Dose Management for Digital Radiography. Final Report. www.dimond3.org/WEB_DIMOND3/Reports/WP%201/part_d_Chapter%20III.pdf luettu 29.1.2014

Euroopan komissio. 1999. Säteilysuojelu 109. ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/109_fi.pdf luettu 24.1.2014

European Commission. 1996. *European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images*. EUR 16260 EN, Luxembourg. www.med.unibo.it/rad2/Rad/Leggi/eur16260.pdf luettu 29.1.2014

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2005. *Tutki ja kirjoita*. 11. painos. Helsinki: Tammi.

Järvenpää, T. 2013. Lannerangan natiiviröntgentutkimuksen aiheuttama säteilyannos potilaalle. Tampereen ammattikorkeakoulu. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Kananen, J. 2011. *Kvantti: Kvantitatiivisen opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas*. Tampere: Juvenes Print.

Kosonen, M. & Lehto, A. 1983. *Röntgenkuvauksen perustietoutta*. Turku: Gamma Oy.

Laarne, P. & Nieminen, K. 2006. *Asemoinnin ja rajauksen vaikutus kuvanlaatuun. Sädeturvapäivien luentolyhennelmä 26.10.2006*.

Lança, L. & Silva, A. 2013. *Digital Imaging Systems for Plain Radiography*. New York: Springer Science+Business Media

Manninen, P. 2011. *Johdatus tilastolliseen data-analyysiin: Sovellus- ja atk-keskeinen näkökulma*. Opetusmoniste B 44. 8.painos. Tampere: Tampereen yliopisto, Matematiikan, tilastotieteen ja filosofian laitos.

Mustonen, R. & Salo, A. 2002. Säteily ja solu. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Helsinki: STUK.

Nordic Co-operation. 1996. Nordic guidance levels for patient doses in diagnostic radiology. Report No 5 on Nordic radiation protection co-operation of radiation protection and nuclear safety authorities.

http://www.gr.is/media/skyrslur//nrpa_report_nr_5_001.pdf Luettu 26.1.2014

Paile, W. 2000. Ionisoivan säteilyn haitat. Duodecim 2000; 116: 660-3.

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

Salminen, J. J. & Pohjolainen, T. 2010. Selkäkipu. Teoksessa Terve tuki- ja liikunta elimistö, Opas Tule-sairauksien hoitoon. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Helsinki: Yliopistopaino.

Shephard, C.T. 2003. Radiographic image production and manipulation. United States of America: The McGraw-Hill Companies, Inc.

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

STUK. 1999. Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgendiagnostiikassa. Servomaa, A. (toim.). STUK-A163. 151–188.

STUK. 2000. Toivonen, M., Miettinen, A. & Servomaa, A. STUK-A 174. Potilasannoksen määrittäminen: Annoksen ja pinta-alan tulon mittaaminen ja pinta-annoksen laskeminen. www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/a174_6.pdf Luettu 9.10.2014.

STUK. 2001. Toivonen, M., Komppa, T. & Wirtanen, M. STUK-A 184. Potilasannosten määrittäminen röntgenkuvauksissa ja toiminnan suunnittelua varten tehty esitutkimus. Teoksessa Servomaa, A. & Parviainen, T. (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. <http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a184.html> Luettu 9.10.2014.

STUK. 2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. STUK tiedotta 1/2004. 3. www.stuk.fi/julkaisut/katsaukset/pdf/rontgensateily.pdf Luettu 22.10.2013.

STUK. 2006. Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. ST 3.3. 20.3.2006.

STUK. 2008. Tapiovaara M, Siiskonen T. STUK-A231. PCXMC, A Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations (2nd Ed.) http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/a_sarja/en_GB/_print/ Luettu 6.8.2013

STUK. 2011. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten tavanomaisissa röntgentutkimuksissa. Päätös 11/3020/2011. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/fi_FI/stohjeet/ Luettu 6.8.13

STUK. 2012. http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/mitaonsateily/fi_FI/mitaonsateily/ Luettu 24.9.2014.

STUK. 2014a. http://www.stuk.fi/sateilyn-hyodyntaminen/terveydenhuolto/rontgen/fi_FI/index/ luettu 1.4.2014.

STUK. 2014b Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten tavanomaisissa röntgen-tutkimuksissa. Päätös 9/3020/2014.

STUK 2014c. Eräiden röntgentutkimusten määriä ja keskimääräisiä potilasannoksia Suomessa. http://www.stuk.fi/sateilyn-hyodyntaminen/terveydenhuolto/rontgen/fi_FI/index/ Luettu 9.10.2014

STUK. Sanasto A-E. http://www.stuk.fi/stuk/sanasto/fi_FI/sanasto/ Luettu 9.11.2013.

Säteilyasetus 20.12.1991/1512.

Säteilylaki 27.3.1991/592.

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa Pukkila, O. (toim.) Säteilyn käyttö. Helsinki: STUK.

Tugwell, J., Everton, C., Kingma, A., Oomkens, D.M., Pereira, G.A., Pimentinha, D.B., Rouiller, C.A.I., Stensrud, S.M., Kjelle, E., Jorge, J. & Hogg, P. Increasing source to image distance for AP pelvis imaging – Impact on radiation dose and image quality. *Radiography* (2014) 20, 351–355.

Vilkkä, H. 2005. Tutki ja kehitä. 1.-3. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vilkkä, H. 2007. Tutki ja mittaa. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Wallace, J. E. 1995. *Radiographic Exposure Principles & Practice*. Philadelphia: F.A. Davis Company.

LIITTEET

Liite 1. Aineistonkeruulomake

Potilastietolomake		
Päivämäärä		
Sukupuoli		
Pituus cm		
Paino kg (55 – 85 kg)		
Syntymävuosi		
Sädesuoja		
Lanneranka		
Projektio	AP	LAT
FSD (fokus-iho etäisyys) cm		
Kenttäkoko kaihdinkotelosta cm (leveys x korkeus)		
Valotusautomaatti (mikä kammio)		
Kuvausarvot		
kV		
mAs		
DAP (annoksen ja pinta-alan tulo) YKSIKKÖ!		

Liite 2. Ohje

OHJEITA POTILASTIETOJEN KERÄÄMISEEN

Potilaalta on hyvä pyytää lupa tutkimuksen suorittamiseen ja kertoa, että mittaukset suoritetaan laadunvarmistuksen vuoksi ja ovat lakisääteistä toimintaa sekä tietoja käytetään Tampereen ammattikorkeakoulun opiskelijan Anu Sinkkosen opinnäytetyöhön. Potilaan osallistuminen on vapaaehtoista ja hänelle voi kertoa, ettei henkilötietoja tule tutkimukseen, ainoastaan paino, pituus, sukupuoli ja syntymävuosi.

- Täytä päivämäärä, potilaan sukupuoli ja syntymävuosi lomakkeeseen.
- Merkitse pituus senttimetrin tarkkuudella lomakkeeseen.
- Merkitse potilaan paino puolen kilon (0,5 kg) tarkkuudella lomakkeeseen, käytä vaakaa tarvittaessa.

- Asettele potilas kuvausasentoon.
- Mittaa etäisyys fokuksesta potilaan iholle.
- Katso kaihdinkotelosta kentän koko leveys x korkeus, ja kirjaa ylös mitat.
- Eksponoi ja asettele potilas toiseen projektiioon.
- Mittaa etäisyys fokuksesta potilaan iholle.
- Katso kaihdin kotelosta kentän koko leveys x korkeus, ja kirjaa ylös mitat.

- Merkitse lomakkeeseen käyttämäsi sädesuoja molempien projektioiden osalta, jos sitä käytettiin.
- Merkitse erikseen lomakkeeseen molemmissa projektiossa käytetty kilovolttimäärä (esim. 75 kV).
- Merkitse erikseen lomakkeeseen molempien projektioiden toteutunut mAs kahden desimaalin tarkkuudella (esim. 41,15 mAs).
- Merkitse erikseen molempien projektioiden toteutunut DAP, kirjaa myös käytetty yksikkö (esim. mGycm²).

Liite 3. Laitetietolomake

Laitetiedot	
Laitteen malli/tyyppi	
Putki	
Kiinteä suodatus mm	
Lisäsuodatus mm	
Hilasuhde	
Lamellienmäärä / cm	
Mille etäisyydelle hila on fokusoitu kuvattaessa 110 cm etäisyydellä	
Mille etäisyydelle hila on fokusoitu kuvattaessa 150 cm etäisyydellä	
Fokuskoko mm	
Anodilautasenkulma	
Kuvareseptorin herkkyys (detectorin suht. nopeus = herkkyys)	
Fokus-tukipinta (thx-teline) etäisyys	
Fokus-kuvareseptori etäisyys	
Kopio säteilyntuottopöytäkirjasta!	

Liite 4. Potilaiden painot ja paksuudet keskisäteen kohdalta sekä saadut säteilyannokset

TAULUKKO 11. Potilaiden painot (kg) kuvausetäisyyden mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	76,8	5,5	66,0	74,0	78,0	80,0	85,0	10
150 cm	65,8	7,5	55,0	60,0	65,5	70,0	81,0	10

TAULUKKO 12. Potilaiden paksuudet (cm) keskisäteen kohdalla AP-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	26,9	3,1	22,0	25,0	26,0	29,5	32,0	10
150 cm	26,5	3,3	21,0	24,3	27,0	28,5	32,0	10

TAULUKKO 13. Potilaiden paksuudet (cm) keskisäteen kohdalla LAT-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	35,6	2,5	32,0	34,0	35,0	37,3	39,5	10
150 cm	34,2	3,3	29,0	33,0	34,0	35,0	41,0	10

TAULUKKO 14. Potilaiden saamat pinta-annokset (ESD) (mGy) AP-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	4,822	2,827	1,360	2,802	4,120	7,034	9,981	10
150 cm	3,076	2,029	0,898	1,646	2,256	4,212	7,075	10

TAULUKKO 15. Potilaiden saamat pinta-annokset (ESD) (mGy) LAT-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	7,081	2,999	2,551	5,259	6,860	8,401	13,114	10
150 cm	3,687	1,970	1,535	2,237	2,863	5,083	6,906	10

TAULUKKO 16. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) ($\text{Gy} * \text{cm}^2$) AP- ja LAT-projektiot kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvaus- etäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	3,012	1,283	1,018	2,386	3,080	3,510	5,640	10
150 cm	2,084	1,112	0,939	1,188	1,802	3,057	3,710	10

TAULUKKO 17. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) ($\text{Gy} * \text{cm}^2$) AP-projektio kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvaus- etäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	1,395	0,746	0,452	0,868	1,200	1,918	2,820	10
150 cm	1,034	0,676	0,312	0,528	0,692	1,595	2,260	10

TAULUKKO 18. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) ($\text{Gy} * \text{cm}^2$) LAT-projektio kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvaus- etäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	1,617	0,631	0,566	1,203	1,600	1,983	2,820	10
150 cm	1,050	0,523	0,455	0,662	0,874	1,363	2,080	10

TAULUKKO 19. Luuytimen säteilyannos (mGy) AP-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvaus- etäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	0,0532	0,0417	0,0236	0,0302	0,0391	0,0557	0,1631	10
150 cm	0,0425	0,0234	0,0148	0,0269	0,0306	0,0580	0,0865	10

TAULUKKO 20. Luuytimen säteilyannos (mGy) LAT-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvaus- etäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	0,1630	0,0604	0,0740	0,1144	0,1648	0,1901	0,2525	10
150 cm	0,1116	0,0486	0,0526	0,0803	0,0916	0,1488	0,1932	10

TAULUKKO 21. Sukurauhasten säteilyannos (mGy) AP-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	0,3430	0,3128	0,0497	0,1127	0,2650	0,4112	0,9747	10
150 cm	0,4097	0,2646	0,0136	0,2617	0,3171	0,6016	0,9057	10

TAULUKKO 22. Sukurauhasten säteilyannos (mGy) LAT-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	0,2134	0,2125	0,0116	0,0233	0,1923	0,3406	0,6498	10
150 cm	0,2376	0,1382	0,0110	0,1496	0,2124	0,3480	0,4358	10

TAULUKKO 23. Virtсарakon säteilyannos (mGy) AP-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	1,3934	0,6963	0,5046	0,8692	1,2152	1,8501	2,4605	10
150 cm	1,0451	0,6552	0,3588	0,6182	0,7463	1,4632	2,3385	10

TAULUKKO 24. Virtсарakon säteilyannos (mGy) LAT-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	0,1752	0,0662	0,0899	0,1288	0,1702	0,2086	0,3083	10
150 cm	0,1390	0,0543	0,0696	0,0990	0,1182	0,1905	0,2247	10

TAULUKKO 25. Efektiivinen annos (mSv) AP-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	0,2073	0,1051	0,0778	0,1342	0,1774	0,2653	0,4128	10
150 cm	0,1999	0,1199	0,0585	0,1164	0,1419	0,2992	0,4266	10

TAULUKKO 26. Efektiivinen annos (mSv) LAT-projektiossa kuvausetäisyyksien mukaan lannerangan röntgentutkimuksessa

<i>Kuvausetäisyys</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
110 cm	0,1364	0,0532	0,0535	0,1028	0,1247	0,1634	0,2454	10
150 cm	0,1019	0,0458	0,0478	0,0655	0,0883	0,1378	0,1752	10