

**STADIA**

**HELSINGIN AMMATTIKORKEAKOULU**

---

# **Pinta-annokset 5-10-vuotiaiden lasten thorax- tutkimuksissa**

Radiografian ja sädehoidon  
koulutusohjelma,  
röntgenhoitaja  
Opinnäytetyö  
3.4.2007

---

Eva-Stiina Karvonen  
Satu Kunnari  
Katri Savolainen



Koulutusohjelma		Suuntautumisvaihtoehto	
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma			
Tekijä/Tekijät			
Karvonen Eva-Stiina, Kunnari Satu, Savolainen Katri			
Työn nimi			
Pinta-annokset 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa			
Työn laji	Aika	Sivumäärä	
Opinnäytetyö	Kevät 2007		
<p>TIIVISTELMÄ</p> <p>Opinnäytetyömme aiheena oli mitata pinta-annoksia 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalassa. Käytimme säteilyaltistuksen määrittämisessä annossuureina pinta-annosta (ESD) sekä annoksen ja pinta-alan tuloa (DAP). Säteilyannosten säännöllistä seurantaa ja vertailua vertailutasoihin edellytetään Euroopan Unionin 97/43/Euratom-direktiivissä. Vertailimme kahdesta eri tutkimushuoneesta saatuja säteilyannoksia keskenään sekä Säteilyturvakeskuksen lasten tutkimusten vertailutasoihin.</p> <p>Tutkimusmenetelmä oli kvantitatiivinen. Keräsimme aineiston kahdesta eri kuvaushuoneesta lomakkeille, jotka saimme Lasten ja nuorten sairaalasta. Otokoko oli kokonaisuudessaan 36 potilasta. Lasten saamat pinta-annokset (ESD) määritettiin laskennallisesti Säteilyturvakeskuksen ohjeistuksien mukaan kummankin röntgenlaitteen omalla säteilyntuotolla, takaisinsirontakertoimella sekä lomakkeisiin kerätyillä tutkimuskohtaisilla tiedoilla. Tulokset jaettiin ilman hilaa ja hilan kanssa saatuihin annoksiin, koska hilan käyttö muuttaa potilaan saamaa pinta-annosta niin, ettei ole mielekästä esittää tuloksia yhtenä ryhmänä. Annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) määrittämisessä käytettiin DAP-mittareita.</p> <p>Lasten keuhkokuvausten vertailutasot on annettu vertailutasokäyrinä potilaan paksuuden funktiona. Esitämme vertailutasokäyrät ja saamamme pinta-annokset sekä annoksen ja pinta-alan tulot kuvina. Kaikki saadut pinta-annokset jäivät alle vertailutason molemmissa tutkimushuoneissa kummassakin projektiossa. T-testin perusteella huoneen 1 ilman hilaa saadut pinta-annokset ovat molemmissa projektioissa tilastollisesti merkitsevästi pienempiä kuin huoneen 2 ilman hilaa saadut pinta-annokset viiden prosentin riskitasolla. Annoksen ja pinta-alan tulojen tulokset olivat huoneessa 1 hyvin alhaisia, selkeästi vertailutason alapuolella ja huoneessa 2 hyvin hajanaisia, pääasiassa hieman vertailutason yläpuolella.</p> <p>Mittaustuloksista voi todeta, että hilan käyttö nostaa potilaan saamaa säteilyannosta huomattavasti. Kuvauskäytännöt ilman hilaa tehdyissä tutkimuksissa täyttävät Säteilyturvakeskuksen asettamat vaatimukset.</p> <p>Jatkotutkimusaiheeksi ehdotamme thorax-tutkimusten annosmittauksia seuraavassa ikäryhmässä, missä syvennyttäisiin vertailemaan ja pohtimaan kahden eri röntgenlaitteiston teknisten ominaisuuksien vaikutuksia annosmittausten tuloksiin.</p>			
Avainsanat			
vertailutaso, lapsi, thorax-tutkimus, pinta-annos, annoksen ja pinta-alan tulo			



Degree Programme in		Degree	
Bachelor of Radiography and Radiotherapy			
Author/Authors			
Karvonen Eva-Stiina, Kunnari Satu, Savolainen Katri			
Title			
Entrance Surface Doses in 5-10-year old Children's Chest X-ray Examinations			
Type of Work	Date	Pages	
Final Project	Spring 2007	35+4	
<p>ABSTRACT</p> <p>The purpose of this study was to measure entrance surface doses (ESD) and dose area products (DAP) in 5-10-year old children's chest x-ray examinations in HUCH Hospital for Children and Adolescents. Regular dose measurements and dose comparison with reference levels are required in 97/43/Euratom-directive by the European Union. We compared patient dose values between two examination rooms. We also compared doses to children's reference levels published by Radiation and Nuclear Safety Authority of Finland.</p> <p>As for methods we chose quantitative examination. We had a sample of 36 patients. Entrance surface doses were defined according to the radiation yield curves of the x-ray tubes, backscatter factor and individual examination data. The examinations performed with and without grid were separated when analysing the results, because grid affects doses considerably. DAP-meters were used in defining dose area products.</p> <p>Reference dose levels for children are shown as function curves that observe patient thickness. We illustrated our results as figures together with reference dose levels. ESD-results did not exceed dose reference level at all. The results without grid had a statistic significance between the two examination rooms according to t-test. DAP-results were considerably low and beneath reference dose level in one room and rather scattered, mainly above reference dose level in the other room.</p> <p>Results indicated that the use of grid causes an increase in dose values. Thus examination techniques with no grid seem to meet the standards of Radiation and Nuclear Safety Authority.</p> <p>For further studies we recommend dose measurement related subjects that pay attention to the two different x-ray equipment and their qualities.</p>			
Keywords			
reference dose level, child, chest x-ray, entrance surface dose, dose area product			

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	SÄTEILYN VAIKUTUKSET JA SÄTEILYSUOJELU	3
2.1	Säteilyn terveysvaikutukset	4
2.2	Lasten säteilysuojelu	6
3	SÄTEILYANNOSTEN MÄÄRITTÄMINEN	7
3.1	Pinta-annos (ESD)	8
3.2	Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP)	8
4	AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET	9
5	KUVAUSKÄYTÄNNÖT 5-10 -VUOTIAIDEN LASTEN THORAX - TUTKIMUKSISSA LASTEN JA NUORTEN SAIRAALASSA	12
6	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	13
7	TUTKIMUSMENETELMÄ	13
7.1	Aineiston keruu ja tutkimusjoukko	14
7.2	Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti	14
8	AINEISTON ANALYSOINTI	15
8.1	Pinta-annosten (ESD) määrittäminen laskennallisesti	15
8.2	T -testi kahden keskiarvon merkitsevyyden vertailussa	18
8.3	Annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) arvojen tulkitseminen	18
9	TUTKIMUSTULOKSET	19
9.1	Pinta-annosten (ESD) tutkimustulokset	19
9.2	Annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) tutkimustulokset	23
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	27
11	POHDINTA	28
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	
	LIITE 1 Käsitteiden määrittäykset	
	LIITE 2 Annoskeruulomake	
	LIITE 3 Tutkimusaineisto	
	LIITE 4 Tutkimuslupa-anomus	

## 1 JOHDANTO

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää pinta-annoksia 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosastolla. Työ on jatkotutkimus Sippolan ja Juntusen syksyllä 2005 tekemälle opinnäytetyölle Pinta-annokset 1- alle 5-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa. Tuloksia verrataan Säteilyturvakeskuksen lasten tutkimusten vertailutasoihin sekä pohditaan niiden merkitystä säteilyturvallisuuden kannalta. 97/43/Euratom-direktiivi edellyttää EU:n jäsenmaita laatimaan vertailutasot sekä käyttämään ja seuraamaan niitä säännöllisesti. Vertailutasolla tarkoitetaan etukäteen määriteltyä röntgentutkimuksen säteilyannostasoa, jonka ei oleteta ylittyvän normaalikokoiselle potilaalle hyvän käytännön mukaan tehtävässä toimenpiteessä. Vertailutasojen avulla voidaan havaita röntgenlaitteet ja toiminnot, joista aiheutuu tavanomaista suurempia säteilyaltistuksia. Aiemmissa tutkimuksissa annosmittaustulokset ovat jääneet alle EU:n suositusten. Jokaisen röntgenosaston kuuluu seurata säteilyannoksiaan ja verrata niitä vertailutasoihin jokaisessa ikäryhmässä ja tutkimustyyppissä. (Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten röntgentutkimuksissa 2005: 1.) Opinnäytetyössä nivoutuu yhteen säteilysuojelu, säteilyn vaikutukset sekä säteilyannosten määrittäminen erityisesti lasten tutkimusten kannalta huomioituna, ja työ on suunnattu näistä asioista tietoa haluaville. Tulokset antavat tietoa Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosaston kahden eri röntgenlaitteiston antamista säteilyaltistuksista. Tutkimuksen tulokset kertovat hyvistä toimintatavoista sekä antavat kehittämisenäkökulmia osaston toimintaan.

Toiminnanharjoittaja on velvollinen huolehtimaan, että yleisimmistä röntgentutkimuksista aiheutuva säteilyaltistus määritetään vähintään kerran kolmessa vuodessa ainakin kymmenen potilaan otoksen keskiarvona. Lisäksi on varmistettava vähintään kerran vuodessa, että säteilyaltistus ei ole oleellisesti muuttunut. Altistus tulee määrittää ainakin yhdellä annossuureella (ESD, DAP) vähintään kunkin tutkimuksen yhdestä projektiosta. Säteilyaltistustiedot on säilytettävä vähintään 20 vuotta. (Röntgentutkimukset terveydenhuollossa 2006; Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten röntgentutkimuksissa 2005: 1.) Työhön kerätään lasten keuhkotutkimuksesta molempien projektioiden (AP/PA ja LAT) tiedot. Tässä tutkimuksessa käytetään kahta eri annosmittausmenetelmää pinta-annosta (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tuloa (DAP). Työn teoriaosuudessa esitetään lyhyesti molempien annosmittausmenetelmien

fysiikan perusteita, jotka ovat tämän tutkimuksen kannalta oleellisia. Tutkimuksen keskeisiä käsitteitä ja lyhenteitä selvitetään liitteessä 1.

Lasten tutkimusten vertailutasot ja annosten optimointi puhuttivat asiantuntijoita vuoden 2005 Sädeturvapäivillä. Vertailutasojen käytön tulisi olla rutiininomaista röntgeneissä. Varsinkin digitaalisessa kuvantamisessa vertailutasojen käytön hyödyllisyys korostuu, koska nykyiset detektorit pystyvät kompensoimaan suuretkin säteilyannokset, jolloin suuri annos ei ilmene kuvanlaadun huononemisenä. (Nikupaavo 2005: 28.)

Säteilyannosten optimointi ja tarkkailu on erityisen tärkeää lasten tutkimusten kohdalla, koska lapset ovat pienempiä ja heillä säteilylle herkät elimet ovat lähempänä ihon pintaa kuin aikuisilla. Myös solut ovat vielä jakautumisen alkuvaiheissa ja lapsen odotettavissa oleva elinikä on pitkä, jolloin todennäköisyys tilastollisten haittavaikutusten ilmentymiselle on suurempi kuin iäkkäillä ihmisillä. (Svedström 2005: 570.)

## 2 SÄTEILYN VAIKUTUKSET JA SÄTEILYSUOJELU

Säteilyn ionisoivan vaikutuksen takia säteilysuojeluun on kiinnitettävä jatkuvasti huomiota. Säteilysuojelun tarkoituksena on mahdollisten haittavaikutusten rajoittaminen ja estäminen sekä tarpeettoman säteilyannoksen välttäminen - kuitenkin siten, että säteilynkäytön tavoite toteutuu. (Paile - Mustonen - Salomaa - Voutilainen 1996: 76.) Kansainvälisesti säteilyn käyttöä ohjeistaa International Commission on Radiological Protection (ICRP), joka on perustettu vuonna 1928 edistämään säteilyturvallisuuksiin muun muassa suositusten ja ohjeistusten avulla (International Commission on Radiological Protection 2003). Suomessa ylin ohjaava ja valvova taho haitalliselta säteilyltä suojautumisessa on Sosiaali- ja terveysministeriö, joka laatii säteilysuojelulainsäädännön (Säteilysuojelu 2006). Säteilyn käytön varsinainen valvonta kuuluu kuitenkin Säteilyturvakeskukselle, jonka vastuulla on lisäksi tutkimus- ja tiedotustoiminta säteilyyn liittyvissä asioissa (Säteilyturvakeskus).

ICRP on jakanut säteilyaltistuksen vuonna 1990 kahdeksi käsitteeksi: praktiikka ja interventio. Praktiikka tarkoittaa kaikkea toimintaa, joka lisää ihmisten säteilyaltistusta. Ydinenergian tuottaminen ja säteilyn hyödyntäminen muun muassa terveydenhuollossa ja teollisuudessa kuuluvat tähän. Interventio kuvaa puolestaan toimintaa, jolla säteilyaltistusta pyritään vähentämään, kun säteilylähde on jo olemassa. Interventiona eli toisin sanoen säteilysuojeluna on muun muassa asetettu käsitteet säteilylähteiden annosrajoituksista sekä annosrajoista, joilla on tarkoitus turvata yksittäisten ihmisten terveyttä. (Paile – Mustonen – Salomaa – Voutilainen 1996: 76.)

Röntgentutkimukselta edellytetään oikeutusta, mikä tarkoittaa, että siitä on oltava enemmän hyötyä kuin haittaa. Toiminnanharjoittajan on tehtävä selvitys ja arviointi oikeutuksen toteutumisesta ennen hoitomenetelmän tai tutkimuslaitteen käyttöönottoa. Lisäksi oikeutus on aina harkittava potilaskohtaisesti ennen tutkimuksen suorittamista ja tällöin tulee myös harkita vaihtoehtoja säteilytutkimukselle. Oikeutusharkinta kuuluu lähettävän lääkärin ja röntgentutkimuksesta vastaavan radiologin vastuulle, ja kirjallinen dokumentti oikeutuksesta on tutkimuslähete. Lähete on juridinen asiakirja (Soimakallio 2005: 89). Siitä tulee ilmetä selkeät indikaatiot säteilytutkimukseen tai -hoitoon. Optimointiperiaate edellyttää säteilyaltistuksen pitämistä niin alhaisena kuin se on mahdollista kuitenkin niin, että tutkimuksen tavoite täyttyy. ALARA on röntgentutkimuksia ohjaava yleinen periaate optimointiin liittyen (Jurvelin 2005b: 15).

Tavoitteena on tarpeettoman altistuksen välttäminen ja taloudellinen säteilynkäyttö, jota voidaan edistää muun muassa järkeillä laitevalinnoilla ja tutkimuskäytännöillä, laadunvarmistustoimenpiteillä sekä potilaan sädeannoksen määrittämisillä. Yksilönsuojaperiaate on työntekijöiden suojaksi määritelty vaatimus siitä, että yksilön säteilyaltistus ei saa ylittää asetuksessa määriteltyjä enimmäisarvoja työskentelytavoista, röntgentutkimuslaitteista ja niiden käyttötiloista johtuen. (Järvinen 2005: 83-84.)

ICRP suositteli vuonna 1996 röntgentutkimukseen laadittavan vertailutasoja. Sittemmin Euroopan Unionin 97/43/Euratom-direktiivi on lisäksi velvoittanut jäsenmaitaan laatimaan lääketieteelliseen, diagnostiseen säteilynkäyttöön vertailutasot ja käytännössä seuraamaan niitä. Vertailutasolla tarkoitetaan tutkimuskohtaista säteilyannosrajaa, jonka ei odoteta ylittävän hyvän käytännön mukaisesti normaalikokoiselle potilaalle tehdyssä röntgentutkimuksessa. Tavallisesti vertailutasot annetaan pinta-annoksena (ESD) sekä annoksen ja pinta-alan tulona (DAP). Vertailutasolla ei pyritä rajoittamaan yksittäisen potilaan säteilyannosta, vaan ensisijaisesti havaitsemaan röntgenlaitteet ja tutkimuskäytännöt, jotka aiheuttavat tarpeettoman suuria altistuksia. Vertailutasojen toistuva ylittäminen antaa aihetta tutkimuskäytäntöjen lähempään tarkasteluun ja mahdollisesti myös niiden parantamiseen. (Kiljunen 2004: 37-38.)

## 2.1 Säteilyn terveysvaikutukset

Röntgensäteilyllä on kyky irrottaa elektroni väliaineen atomin elektronekkehältä, jolloin jäljelle jää positiivisesti varautunut ioni. Täten röntgensäteily on ionisoivaa säteilyä. (Jurvelin 2005a: 16.) Tiheään ionisoiva säteily aiheuttaa runsaasti ionisaatioita kulkiessaan solun läpi, koska sillä on suuri energiansiirtokyky. Harvaan ionisoivalla säteilyllä taas energiansiirtokyky on pieni, joten se aiheuttaa vähemmän ionisaatioita kulkureitillään. (Paile ym. 1996: 9; Mustonen - Salo 2002: 29.)

Ihmisen jokainen solu sisältää saman perimän. Sen perusyksikkö on geeni. Geenit sijaitsevat kromosomeissa ja niihin sisältyvää tietoa kantaa DNA-molekyylillä. DNA-koodin avulla geenit ohjaavat solujen rakennetta ja toimintaa. (Paile ym. 1996: 16-17.) Ionisaatio aiheuttaa kemiallisten sidosten katkoksia molekyyleissä. Mikäli kohde on DNA-molekyylillä, voi seurata moninaisia DNA-vaurioita. Nämä vauriot voivat johtaa perimän vaurioitumiseen, solun kuolemaan, muuntumiseen syöpäsolun esiasteeksi,



jakaantumiskyvyn menetykseen tai vaurion korjaamiseen ja normaalin toiminnan jatkumiseen. Säteilyvauriot soluissa ja kudoksissa saavat alkunsa muutoksista DNA:n rakenteessa. DNA-vauriot voivat esiintyä joko yhdessä tai molemmissa DNA-juosteissa. Vahingollisimpia ovat molemmissa juosteissa esiintyvät kaksoisjuostekatkokset, jotka sijaitsevat paikallisesti lähellä toisiaan. Näiden kaksoisjuostekatkosten läheisyyteen voi tulla myös muita vaurioita. Kun tuman läpi kulkee tiheään ionisoiva hiukkanen, seuraa tästä usein DNA:n monivaurioinen alue. Tämä on todella vaikea korjata ja seurauksena on usein solukuolema. Myös harvaan ionisoivan säteilyn vaikutukset voivat olla vakavia, sillä yhden fotonin kulkiessa DNA:n läpi seuraa hyvin usein DNA-kaksoisjuosteen katkos. (Mustonen - Salo 2002: 31-32.)

DNA-vauriosta ei välttämättä seuraa terveyshaittaa, koska on mahdollista, että syntynyt vaurio korjataan. Korjauksessa voi kuitenkin syntyä virhe, mutta vaikka se jäisikin pysyväksi, ei sillä välttämättä ole vaikutusta solun toiminnalle. Jotta epänormaalisti toimivasta solusta syntyisi terveyshaitta, sen täytyy monistua. Kaikki solut eivät kuitenkaan kykene jakautumaan, ja ne jotka pystyvät, eivät sitä välttämättä tee. (Paile ym. 1996: 20, 22.)

Säteilyn vaikutukset jaetaan kahteen ryhmään: deterministisiin ja stokastisiin haittavaikutuksiin. Deterministiset eli suorat vaikutukset ovat varmoja haittavaikutuksia, jotka aiheutuvat laajasta solutuhosta. Stokastiset eli satunnaiset vaikutukset ovat tilastollisia haittavaikutuksia, jotka syntyvät satunnaisesta geneettisestä muutoksesta yhdessä ainoassa jakautumiskykyisessä solussa. (Paile 2005: 78; Paile 2002: 44.)

Deterministiset vaikutukset ovat kudosvammoja, jotka liittyvät suuriin äkillisiin säteilyaltistuksiin. Vaurio syntyy vain, mikäli määrätty säteilyannoksen kynnyisarvo ylittyy. Säteilyannos ja säteilylaji, altistunut kudos ja altistuneen alueen laajuus sekä annoksen ajallinen jakautuminen vaikuttavat kynnyisarvoon sekä vamman vaikeuteen. Kroonisesta altistuksesta voi myös seurata deterministinen haitta, mikäli kokonaisannos on riittävän suuri. Yksilön suojaaminen deterministisiltä haittavaikutuksilta on ehdottoman tärkeää. (Paile 2005: 79; Paile 2002: 44.)

Stokastisilla vaikutuksilla ei ole kynnyisarvoa, joten ne voivat syntyä periaatteessa kuinka pienestä säteilyannoksesta tahansa. Näitä haittavaikutuksia ovat muun muassa syöpä ja geneettinen haitta. Koska yksikin ionisoivan säteilyn fotonin tai hiukkanen

riittää aiheuttamaan DNA-molekyylin katkoksen ja tämän katkoksen korjauksen epäonnistuminen on aina mahdollista, ei voida puhua pienestä säteilyannoksesta DNA:ssa, jossa vaikutus syntyy. Täysin vaaratonta säteilyannosta ei ole olemassa. Kudosten saaman säteilyannoksen ollessa pieni DNA:n saamat osumat ovat harvassa ja kriittisen vaurion synty on hyvin epätodennäköistä, mutta nollariskiinkin päästään vain nolla-annoksella. Annosnopeus ei vaikuta riskiin kovinkaan suuresti. Säteilysuojelun kannalta väestön kokonaisannos on yksilöannosta merkittävämpi. (Paile 2005: 80; Paile ym. 1996: 27; Paile 2002: 45.)

## 2.2 Lasten säteilysuojelu

Suomessa vuosittain tehtävästä noin 4,2 miljoonasta röntgentutkimuksesta vajaa kymmenesosa tehdään lapsille. Säteilysuojelussa lapset ovat ensisijaisessa asemassa säteilyherkkyytensä vuoksi. (Lasten röntgentutkimusohjeisto 2005: 3.) Pediatriset sairaudet vaativat usein erilaisia tutkimus- ja hoitotapoja kuin aikuisten sairaudet, ja kuvantamistutkimusta harkittaessa on huomioitava erityisesti lapsen säderasitus ja röntgentutkimuksen tarpeellisuus hoidon kannalta (Svedström 2005: 569). Ultraääni- ja magneettitutkimuksissa ei käytetä ionisoivaa säteilyä, mistä syystä ne sopivat hyvin lasten kuvantamiseen (Lasten röntgentutkimusohjeisto 2005: 4).

Potilaan saaman sädeannoksen suuruudella on merkitystä. Lasten arvioidaan saavan sädetutkimuksista kymmenkertaisia haittoja aikuisiin nähden huolimatta siitä, että pienten potilaiden kohdalla onkin mahdollista käyttää vähemmän säteilyä. Tähän on syynä useat eri tekijät. Lapsen pienessä kehossa herkät sisäelimet ovat lähempänä ihon pintaa kuin aikuisella. Punaista luuydintä, joka on säteilylle erityisen herkkää, on lähes kaikkialla luustossa. Lapsen kehittyessä solujen jakaantumista tapahtuu paljon, mikä lisää riskiä säteilyn aiheuttaman perimän muutoksen ja tilastollisen haitan syntymiselle. Tällaisen haitan ilmenemisen todennäköisyys on lapsilla aikuisia suurempi, sillä heidän oletettavissa oleva elinikänsä on vielä pitkä ja riskin katsotaan olevan sitä suurempi mitä nuorempi lapsi on kyseessä. Perimän muutos voi vaikuttaa tuleville sukupolville siirtyvään geneettiseen annokseen. Edellä mainittujen ohella myös sikiöaikana saatu säteilyaltistus suurentaa lapsen riskiä sairastua syöpään aina 15 ikävuoteen asti. Lasten kuvantamisessa tarvitaan suhteessa vähemmän säteilytystä kuin aikuisten, mutta säteilyn tilastolliset riskit ovat silti suuremmat lapsilla. Röntgentutkimus tulee suunnitella lapselle yksilöllisesti ja ottaa vain kliinisen kysymyksenasettelun perusteella

välttämättömät projektiot. (Kettunen 2003: 6-7; Lasten röntgentutkimusohjeisto 2005: 4; Svedström 2005: 569-570.)

Kuvaustilanteessa säteilysuojelu voidaan jaotella sekä primäärisäteilyltä että sironneelta säteilyltä suojaamiseen. Primäärisäteilyn altistuksen optimointi tapahtuu kuvausalueen tarkalla rajauksella ja kuvausparametrien valinnalla. Sironneelta säteilyltä suojaaminen on hankalampaa, sillä siihen vaikuttavat muun muassa kuvausjännite, kohteen paksuus, suodatus ja kenttäkoko. Jos on mahdollista tehdä tutkimus ilman hilaa, voidaan potilaan saamaa säteilyannosta vähentää. Kuva-alueen ulkopuolisten elinten suojaamiseen käytetään tavallisesti lyijyä. Lyijysuojia suositellaan käyttämään etenkin kuvausalueen reunoilla ja tärkeintä on suojata säteilyherkkiä elimiä kuten silmät, kilpirauhaset, rintarauhaset ja sukurauhaset. (European Commission 1996: 49; Lasten röntgentutkimusohjeisto 2005: 4.)

Lasten röntgenkuvausta tehtäessä tulee huomioida myös mahdollinen kiinnipitäjä. Hänen on oltava yli 18-vuotias, ensisijaisesti lapsen vanhempi. Raskaana oleva nainen ei saa toimia kiinnipitäjänä. Kiinnipitäjä ohjeistetaan ja suojataan säteilyltä asianmukaisesti ALARA-periaatteen mukaan. (Lasten röntgentutkimusohjeisto 2005: 5.)

### 3 SÄTEILYANNOSTEN MÄÄRITTÄMINEN

Useamman kuin yhden mittausmenetelmän käyttäminen lisää tutkimustulosten luotettavuutta. Tässä tutkimuksessa käytetään kahta eri annosmittausmenetelmää pinta-annosta (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tuloa (DAP). (Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten röntgentutkimuksissa 2005: 1.) Säteilyannosta kuvaavat suureet pinta-annos (ESD) sekä annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) sopivat kumpikin hieman toisistaan poikkeaviin säteilynkäytön riskejä kuvaaviin selvityksiin. Pinta-annos (ESD) havainnollistaa paremmin determinististen haittavaikutusten mahdollisuuksia. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) kertoo sen sijaan paremmin stokastisten riskien mahdollisuudesta. Pinta-ala vaikuttaa stokastisten riskien suuruuteen, sillä pinta-alan ja samanaikaisesti DAP-lukeman kaksinkertaistuessa tilastollisen riskin mahdollisuus myös kaksinkertaistuu. Pinta-annos (ESD) pysyy kenttäkoon muuttuessa lähes

muuttumattomana, joten sillä ei pystytä kuvaamaan tilastollisten riskien mahdollista muutosta. (Tapiovaara – Pukkila – Miettinen 2004: 125.)

### 3.1 Pinta-annos (ESD)

Pinta-annoksella (ESD) tarkoitetaan röntgenkuvauksen aiheuttamaa pinta-annosta. Tarkemmin sillä tarkoitetaan ilmaan absorboitunutta annosta säteilykeilan keskiakseliin ja potilaan etupinnan leikkauspisteessä ja se sisältää potilaasta sironneen säteilyn aiheuttaman annoksen. Pinta-annos (ESD) on käyttökelpoinen vain yksittäisten röntgenkuvien annoksen ilmaisuun. Useista eri suunnista otetuista röntgenkuvista koostuvan tutkimuksen annosta ei voida ilmaista kuvien pinta-annosten summan avulla. Pinta-annosta voidaan käyttää vertaillessa saman suunnan projektioita toisiinsa. Saman projektion pinta-annokset ovat vertailukelpoisia, vaikka ne olisi saatu eri tutkimuslaitteistoilla. Tarkoituksena on seurata, että annokset pysyvät keskimäärin suositelluissa rajoissa sekä havaita mahdolliset laitteet tai laiteviat, jotka toistuvasti aiheuttavat suositusten ylittymisen. Yksittäisiin pinta-annosten suositusrajojen ylityksiin ei puututa. (ESD -laskenta 2003: 2; Tapiovaara – Pukkila – Miettinen 2004: 119-122.)

Pinta-annos (ESD) voidaan määrittää laskennallisesti röntgenputken säteilyntuotosta ja kuvausparametreista projektiokohtaisesti kaavalla:

$$ESD = Y_{100} \cdot (100/FSD)^2 \cdot Q \cdot BSF$$

$Y_{100}$  = röntgenputken säteilyntuotto

$Q$  = potilastutkimuksessa käytetty virta-aikatulo eli mAs

$BSF$  = kyseisen projektion takaisinsirontakerroin, joka riippuu käytetystä kenttäkoosta ja putkijännitteestä

$(100/FSD)^2$  = korjauskerroin, joka korjaa kertoimen  $Y_{100}$  kuvauksessa käytetylle fokus-  
ihoaetäisyydelle (FSD)

(ESD -laskenta 2003: 2; Tapiovaara – Pukkila – Miettinen 2004: 121.)

### 3.2 Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP)

Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) kuvaa potilaan saamaa säteilyannosta pinta-annoksen ja säteilykeilan pinta-alan tulona. Se ilmaisee ilmaan absorboituneen annoksen, joka on riippumaton käytetystä kuvausetäisyydestä, koska säteilykeilan pinta-alan kasvaessa säteilyn intensiteetti eli annos pienenee samassa suhteessa. Pinta-alan ja annoksen tulo saadaan suoraan DAP-mittarin näytöltä. Röntgenputken eteen kiinnitetty

mittari antaa suoraan lukeman, joka vastaa potilaan iholle kertynyttä annosta. DAP-annosmittausta voidaan käyttää läpivalaisututkimuksissa sekä yksittäisen tai useamman natiiviprojektion röntgentutkimuksissa. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) sopii pinta-alan huomioivana annossuureena nimenomaan tutkimuksiin, joissa koko säteilykeilan alue on potilaassa (Tapiovaara – Pukkila – Miettinen 2004: 125). Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) ei huomioi lainkaan potilaasta takaisinsiroavaa säteilyä (Tapiovaara – Pukkila – Miettinen 2004: 124). Jotta DAP-lukemat ovat vertailukelpoisia ESD-menetelmän kanssa, tulee useamman projektion kuvauksessa kustakin projektiosta kirjoittaa erikseen ylös DAP-arvo. Säteilyannoksen ja pinta-alan tulon mittayksikkönä käytetään tavallisesti  $\text{mGy} \cdot \text{cm}^2$ . (Toivonen - Miettinen - Servomaa 2000: 101.)

Röntgenputken eteen kiinnitettävä DAP-mittari tulee kalibroida ennen kuin sitä käytetään potilastutkimuksissa. Ionisaatiomittarit vaimentavat jo itsessään säteilyä, mikä täytyy huomioida ja kalibroida mittari suhteessa sen läpäisevään säteilyyn. Annoksen ja pinta-alan tulo mitataan säteilykeilan keskisäteeseen nähden kohtisuorassa olevan DAP-mittarin avulla, joka on röntgenputken kaihdinten eteen kiinnitettävä tasomainen, ilmatäytteinen ionisaatiokammio. DAP-mittarin säteilyherkän alueen tulee mitattaessa kattaa käytettävän säteilykeilan pinta-ala. Useat DAP-mittarit ovat herkkyyden puolesta sopivia mittaamaan aikuisten lisäksi myös lasten röntgentutkimusten annoksia. (Pöyry 2004: 15, 16, 19, 24.)

Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) korreloi usein potilaan saamaa säderasitusta, mutta siinä on puutteensa säteilyannosta kuvaavana käsitteenä. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) ei nimittäin aina kuvaa suorassa suhteessa absorboitunutta annosta. Esimerkiksi läpivalaisussa ja pediatriassa altistettaessa pieniä alueita DAP-lukema voi olla pieni, vaikka elimeen absorboitunut annos olisi suuri tai vastaavasti toisinpäin. (Säteilysuojelu 109 1999: 11-12.)

#### 4 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Juntunen ja Sippola tutkivat vuonna 2005 opinnäytetyössään millaisia pinta-annoksia 1-alle 5-vuotiaat lapset saavat thorax-tutkimuksista Lasten ja nuorten sairaalassa, vertasivat saamiaan kahden eri tutkimushuoneen tuloksia keskenään sekä vertasivat niitä Euroopan Unionin asettamiin annossuosituksiin. Tutkimuksen otoskoko oli 40

potilasta. He käyttivät tutkimuksessa Lasten ja nuorten sairaalasta saamaansa tutkimuslomaketta, johon he keräsivät tiedot potilaista, potilaiden rintakehän paksuuksista ja kuvausarvoista. Thorax-tutkimuksista määritettiin ESD-arvot AP- ja LAT-projektioissa. Pinta-annosten keskiarvo AP-projektiossa huoneessa 1 oli 0,015 mGy ja huoneessa 2 0,025 mGy. LAT-projektiossa keskiarvo huoneessa 1 oli 0,024 mGy ja huoneessa 2 0,036 mGy. (Sippola - Juntunen 2005: 28.)

Vuonna 2004 julkaistussa Timo Kiljusen pro gradu -tutkielmassa Lasten röntgentutkimusten vertailutasot on analysoitu aikaisemmin Suomessa kerättyä potilasannosaineistoa sekä tehty lisämittauksia ja näin ollen saatu tulokset lasten säteilyannoksista yleisimmissä natiiviröntgen- ja läpivalaisututkimuksissa. Työssä esitetään myös menetelmä lapsen koon huomioonottamiseksi vertailutasoja määritettäessä. Lisäksi Kiljunen on arvioinut yhdestä thorax-tutkimuksesta aiheutuvaa säteilyriskiä. Kiljusen käyttämä aineisto koostui kahdesta aikaisemmasta tutkimuksesta sekä omista mittauksista Etelä-Karjalan keskussairaalassa ja Armilan sairaalassa. Aikaisemmista tutkimuksista ensimmäisessä lapsipotilaiden säteilyannoksia oli määritetty DAP-mittarin avulla Helsingin, Turun, Oulun ja Kuopion yliopistosairaaloissa vuosina 1994-1998 ja toisessa säteilyannokset oli määritetty DAP-mittarilla sekä laskennallisesti kuvausparametrien ja säteilyntuottomittausten avulla HUS:n Lasten ja nuorten sairaalassa ja Kätilöopiston Sairaalassa vuosina 1999-2001. Koko aineistossa oli noin 700 thorax-tutkimusta, muita natiiviröntgen-tutkimuksia vajaa 100 ja läpivalaisututkimuksia 165. Thorax-tutkimusten AP/PA-projektiossa, jossa paksuusluokka oli 14-15,5 cm ja vastaava ikä 5-9 vuotta, pinta-annosten keskiarvo oli 0,05 mGy ja annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo 18 mGy\*cm<sup>2</sup>. LAT-projektiossa ESD-keskiarvo oli 0,11 mGy ja DAP-keskiarvo 33 mGy\*cm<sup>2</sup>. Kyseisen projektion paksuusluokka oli 19-23 cm ja vastaava ikä 5-9 vuotta. (Kiljunen 2004: 46-72.)

Kätilöopiston sairaalassa Helsingissä alkoi vuonna 1999 laadun kehittämishanke yhteistyössä Säteilyturvakeskuksen kanssa (Outinen 2000: 46). Kehittämishankkeen tavoitteeksi asetettiin selvittää lapsipotilaiden saamat säteilyannokset, arvioida kuvan laatua sekä kehittää tutkimustekniikkaa eri ikäisten lasten tutkimuksissa. Tutkimuksiksi valittiin keuhko- ja poskiontelotutkimukset sekä osastothorax. Lisäksi mitattiin myös pelvimetrian ja eräiden muiden aikuisten tutkimusten säteilyannoksia. Säteilyannokset mitattiin kuvauslaitteistoon asennetulla pinta-ala-annosmittarilla sekä määritettiin laskennallisesti säteilyn ilmakerma-mittausten avulla. Myös potilaan ihoannos

määritettiin eri kuvausprojektioissa. 5-<10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa keskimääräinen ESD AP/PA-projektiossa oli 0,04 mGy ja LAT-projektiossa 0,10 mGy. Keskimääräinen DAP oli AP/PA-projektiossa 19 mGy\*cm<sup>2</sup> ja LAT-projektiossa 32 mGy\*cm<sup>2</sup>. Tutkimusten määrä oli 18. (Parviainen 2001: 94-97.)

Säteilyturvakeskus ja Lasten ja nuorten sairaala ovat toteuttaneet yhteisen laadun kehittämishankkeen, jonka tavoitteena oli määrittää säteilyannoksia ja arvioida kuvanlaatua lasten thorax-tutkimuksissa. Tarkoituksena oli optimoida tutkimusmenetelmiä. Mittaukset tehtiin alle 16-vuotiaiden thorax-tutkimuksista ja tulokset jaoteltiin ikäryhmittäin. Otanta oli noin 300 thorax-tutkimusta. Tutkimuksista määritettiin DAP, ESD ja efektiivinen annos. Kuvanlaatua arvioivat sekä radiologit että röntgenhoitajat. 5-<10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa AP/PA-projektion DAP- ja ESD-keskiarvot olivat 20 mGy\*cm<sup>2</sup> ja 0,067 mGy. LAT-projektion keskiarvot olivat 34 mGy\*cm<sup>2</sup> ja 0,139 mGy. Tutkimuksien määrä oli 41. Muuttamalla kuvaustekniikkaa säteilyannos väheni 30-60 % alkuperäisestä kuvanlaadun pysyessä hyvänä. (Parviainen ym. 2003: 305-308.)

Virossa tehtiin tutkimus säteilyannoksista vuosien 2000 ja 2001 aikana. Mittaukset tehtiin kolmessa sairaalassa lasten lantion, rintakehän, rangan ja kallon röntgentutkimuksissa. Aineisto koostui yli 400 röntgenkuvasta. Tutkimuksista määriteltiin DAP ja ESD. Thorax-tutkimusten tulokset jaettiin ikäryhmiin alle 1-vuotiaat, 1-4-vuotiaat, 5-9-vuotiaat ja 10-16-vuotiaat. Thorax-tutkimusten AP/PA-projektioiden potilasotanta 5-9-vuotiaiden ikäryhmässä oli 41. ESD-lukemien keskiarvo kyseisessä ryhmässä oli 0,097 mGy ja DAP -lukemien keskiarvo 32 mGy\*cm<sup>2</sup>. (Kepler ym. 2003: 287, 289.)

Aikaisemmissa tutkimuksissa annokset ovat jääneet vertailutasojen alle. Lasten vertailutasoja kuvaavat yhtälöt, joissa ESD ja DAP määritellään suhteessa lapsen paksuuteen. Esimerkiksi potilaan paksuuden ollessa 15 cm pinta-annoksen vertailutaso on noin 0,10 mGy ja annoksen ja pinta-alan tulon vertailutaso noin 25 mGy\*cm<sup>2</sup> AP/PA-projektiossa. (Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten röntgentutkimuksissa 2005: 3-4.) Yllämainituissa tutkimuksissa vain yhdessä ilmenee kohderyhmän paksuusluokka, joka oli 14-15,5 cm. Tässä Kiljusen pro gradu -

tutkimuksessa tulokset jäävät selkeästi alle vertailutasojen, sillä pinta-annoksen keskiarvo on 0,05 mGy ja annoksen ja pinta-alan tulon keskiarvo 18 mGy\*cm<sup>2</sup>.

## 5 KUVAAUSKÄYTÄNNÖT 5-10-VUOTIAIDEN LASTEN THORAX-TUTKIMUKSISSA LASTEN JA NUORTEN SAIRAALASSA

5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimus Lasten ja nuorten sairaalan röntgenissä tehdään ensisijaisesti pystyasennossa, jos potilaan kunto ja yhteistyökyky sen sallivat. Makuuasennossa kuvien tekninen taso ja diagnostinen arvo kärsivät huomattavasti. Kuvat otetaan kahdesta suunnasta AP/PA- ja LAT-projektioina. Lasten tutkimuksissa on tärkeää käyttää lyijysuojia. Jotta niistä olisi hyötyä, tulisi ne asetella oikein, aivan primäärikeilan reunaan. Jokainen lapsi on yksilöllinen, ja röntgenhoitajan tulee ottaa huomioon lapsen kehitystaso ohjatessaan lasta tutkimukseen. Röntgenhoitajan tulee esimerkiksi soveltaa hengitysohjeita jokaisen tutkimukseen tulevan lapsen kohdalla erikseen. Useimmiten 5-10-vuotias lapsi pystyy noudattamaan hoitajan ohjeita ja pysymään paikallaan kuvan oton ajan, mutta tarvittaessa lapsen saattaja tai henkilökunnan jäsen auttaa ylläpitämään lapsen asentoa. Kiinnipitäjän säteilysuojauksesta tulee huolehtia lyijysuojilla ja tarvittaessa eteen liikuteltavalla sermillä, joka on vahvistettu lyijyllä. (HUS -Röntgen 2004; Järvenpää 2005: 95; Kormano 1998: 71.)

Lasten ja nuorten sairaalan röntgenissä on kaksi natiivikuvaushuonetta. Tutkimushuoneessa 1 on käytössä Siemensin Axiom Aristos FX suoradigitaalinen röntgenkuvauslaitteisto. Perussuodatus on 2,9 mmAl ja thorax-tutkimuksessa käytettävä lisäsuodatus 0,2 mmCu. Tutkimushuoneessa 2 on käytössä Siemensin Multix Top digitaalinen levykuvantamisjärjestelmä. Perussuodatus on 2,9 mmAl ja lisäsuodatus 0,1 mmCu. (HUS -Röntgen. 2006.)



## 6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää pinta-annoksia 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosastolla. Tuloksia verrataan Säteilyturvakeskuksen lasten röntgentutkimusten vertailutasoihin sekä pohditaan niiden merkitystä säteilyturvallisuuden kannalta.

Tutkimusongelmat:

1. Millaisia pinta-annoksia 5-10-vuotiaat lapset saavat thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalassa?
2. Miten saamamme 5-10-vuotiaiden lasten pinta-annosten tulokset sijoittuvat Säteilyturvakeskuksen vertailutasoihin nähden?
3. Miten Lasten ja nuorten sairaalan kahden eri röntgenkuvauslaitteiston antamat pinta-annokset 5-10-vuotiaiden tutkimuksissa eroavat toisistaan?

## 7 TUTKIMUSMENETELMÄ

Työ on kvantitatiivinen tutkimus. Kvantitatiivista tutkimusstrategiaa käytetään paljon sosiaali- ja yhteiskuntatieteissä ja se juontaa juurensa luonnontieteisiin. Kvantitatiivisen menetelmän taustalla on ajatus, jonka mukaan todellisuus rakentuu objektiivisesti todettavista tosiasioista. (Hirsjärvi 2004: 129.)

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa olennaisia tekijöitä ovat aiemmat teoriat, johtopäätökset aiemmista tutkimuksista, käsitteiden määrittely ja hypoteesien esittäminen. Tutkimuksen luonteeseen kuuluu myös aineistonkeruun suunnitelma, jonka tulee olla pätevä nimenomaan määrälliseen eli numeeriseen mittaamiseen.

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa on valittava myös tutkittavien henkilöiden joukko eli perusjoukko, josta otetaan otos. Tutkimuksen luonteeseen kuuluu myös muuttujien taulukoiminen ja aineiston saattaminen tilastollisesti työstettävään muotoon. Tuloksia kuvataan taulukoin, niiden tilastollista merkitsevyyttä testataan ja havaintoaineistosta tehdään päätelmiä. (Hirsjärvi 2004: 129.)

### 7.1 Aineiston keruu ja tutkimusjoukko

Lasten kohdalla säteilyaltistus määritetään vähintään kymmenen potilaan keskiarvona ikä- ja painorajojen ollessa vertailutasojen mukaiset (Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen 2004: 5). Lasten röntgentutkimusohjeistossa keuhkokuvauksen ohjeet on jaoteltu ikäryhmittäin vauvat, 1-10-vuotiaat ja yli 10-vuotiaat (Lasten röntgentutkimusohjeisto 2005: 6). Aiemmassa tutkimuksessa määriteltiin 1-alle 5 -vuotiaiden pinta-annoksia thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalassa. Tämän työn ollessa jatkotutkimus täydennetään 1-10-vuotiaiden ikäryhmä tutkimalla 5-10-vuotiaiden pinta-annoksia. Molemmista huoneista oli tarkoitus kerätä 20 potilaan otos. Valittu otoskoko on samansuuruinen kuin edeltävässä tutkimuksessa.

Tutkittava perusjoukko koostui Lasten ja nuorten sairaalaan thorax-tutkimukseen saapuvista 5-10-vuotiaista lapsista. Aineisto kerättiin lomakkeille (liite 2) tutkimuksiin tulevista, määrätyn ikäisistä potilaista sattumanvaraisessa järjestyksessä. Annoskeruulomake saatiin Lasten ja nuorten sairaalan röntgenistä. Tätä samaa lomaketta on käytetty kerätessä aineistoa Säteilyturvakeskuksen Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten röntgentutkimuksissa -ohjetta varten. Lomaketta on käytetty myös Sippolan ja Juntusen opinnäytetyössä. Tutkimuslomake on siis testattu ja todettu luotettavaksi.

Lomakkeeseen tuli merkitä projektiio, lapsen ikä, sukupuoli, paino, jännite (kV), sähkömäärä (mAs), fokus (iso/pieni), potilaan paksuus (cm), muuta huomioitavaa esimerkiksi lisäsuodatus tai hila sekä annoksen ja pinta-alan tulo DAP-mittarista ( $\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$ ). Lasten ja nuorten sairaalassa on kaksi natiivikuvaushuonetta. Pinta-annokset (ESD) laskettiin molempien röntgentutkimushuoneiden säteilyntuottokäyrien avulla.

### 7.2 Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti

Tutkimuksen validiteetti tarkoittaa, että tutkimustulosten tulisi tuoda esille sitä mitä alun perin on ollut tarkoitus tutkia. Validiteetin eli pätevyyden kannalta onkin tärkeä asettaa ennen tutkimuksen suorittamista tutkimusongelma, jotta tulee tutkineeksi oikeaa asiaa. (Heikkilä 1999: 28.) Validiteetti voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen validiteettiin. Ulkoisella validiteetilla tarkoitetaan tutkimustulosten yleistettävyyttä. Tämän tutkimuksen tulokset eivät ole yleistettävissä muualla. Tutkimus selvittää vain Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosaston 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimusten pinta-annoksia (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tuloja (DAP). Sisäinen validiteetti mittaa tutkimuksen luotettavuutta sekä oikeiden käsitteiden, mittausvälineiden ja -kohteiden osuvuutta. Myös mahdollisten mittauksen luotettavuutta vähentävien tekijöiden esittäminen kuuluu sisäiseen validiteettiin. (Metsämuuronen 2000: 41.) Mittauksissa käytettiin Säteilyturvakeskuksen DAP-mittareita, jotka asennettiin ja kalibroitiin sairaalan toimesta.

Reliabiliteetti tarkoittaa tutkimuksen luotettavuutta eli toisin sanoen myös tulosten osuvuutta. Tutkimuksen luotettavuutta edistää muun muassa se, että tutkimus olisi toistettavissa vastaavin tuloksin. Tulokset eivät saa olla sattumanvaraisia, joten otannan tulee olla siihen nähden riittävä sattumanvaraisuuden poissulkemiseksi. Tuloksia ei myöskään saa yleistää tutkittavan aihealueen tai kohderyhmän ulkopuolelle. (Heikkilä 1999: 29.) Tutkimuksissa on kiellettyä aiempien tuotosten plagioiminen ja muiden tutkimustyön tekijöiden osuuden vähättely (Hirsjärvi - Remes - Sajavaara 2004: 27).

Tutkijan objektiivisuus tutkimusaiheeseen nähden on tärkeää. Tutkittavan aiheen tulisi olla hyödyllinen ja tutkimusmenetelmän sellainen, jolla saadaan tutkittua oikein haluttua asiaa. Ihmisiä tutkittaessa on tutkittavia informoitava asianmukaisesti tutkimuksesta ja siihen osallistumisesta. Henkilötietoja käsiteltäessä tulee huolehtia, että tietosuojaa säilyy, eikä tutkimustuloksissa saa olla tietoja, joista voi tunnistaa yksittäisen vastaajan. Tässä tutkimuksessa aineistoa kerätessä tulee lapsen huoltajalta saada suostumus tietojen kirjaamiseen tutkimusta varten. Huoltajalle tulee selvittää tutkimuksen tarkoitus ja kertoa, ettei lapsen henkilötietoja kerätä. (Heikkilä 1999: 30-31.)

## 8 AINEISTON ANALYSOINTI

Tutkimusaineisto kerättiin lomakkeille molemmista tutkimushuoneista. Aineiston purku ja analysointi jakaantui pinta-annosten (ESD) sekä annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) määrittämisiin.

### 8.1 Pinta-annosten (ESD) määrittäminen laskennallisesti

Pinta-annosten laskennassa käytettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaa, johon luotiin laskentakaavat Säteilyturvakeskuksen ESD-laskentaohjelman käyttöohjetta apuna käyttäen. Taulukko on luotu siten, että sinne voi syöttää eri muuttujia ja ohjelma laskee tuloksen. Pinta-annos (ESD) lasketaan sijoittamalla kaavaan kerätyt tiedot otosjoukon kustakin potilaasta ja projektiosta erikseen.

Esimerkkilasku otoksen yhden potilaan tiedoilla:

$$\text{ESD} = 0,15075 \text{ mGy/mAs} \cdot (100 \text{ cm}/184 \text{ cm})^2 \cdot 0,8 \text{ mAs} \cdot 1,4$$

$$\text{ESD} \approx 0,050 \text{ mGy}$$

$$0,15075 \text{ mGy/mAs} = \text{jännitteestä (kV) riippuva säteilyntuottokerroin}$$

$$100 \text{ cm} = \text{mittauspöytäkirjassa käytetty etäisyys}$$

$$184 \text{ cm} = \text{fokus-ihoetäisyys}$$

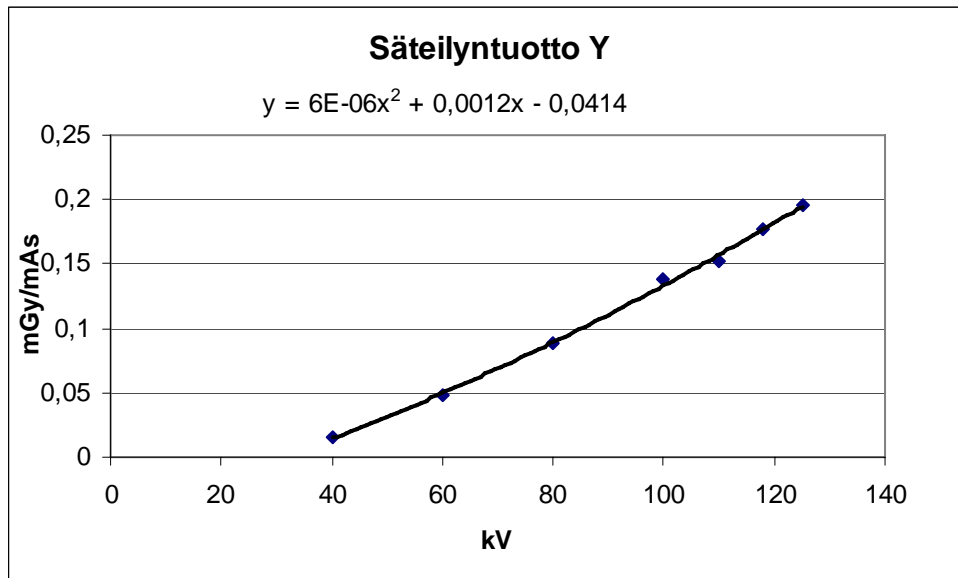
$$0,8 \text{ mAs} = \text{virta-aikatulo}$$

$$1,4 = \text{takaisinsirontakerroin}$$

Pinta-annosten (ESD) laskennassa tarvittava säteilyntuottokerroin ( $Y_{100}$ ) riippuu kuvauksessa käytettävästä putkijännitteestä sekä käytetyistä suodatuksista. Säteilyntuotto laskettiin Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosaston tutkimushuoneiden 1 ja 2 mittauspöytäkirjojen tiedoista Säteilyturvakeskuksen pinta-annoksen (ESD) laskentaohjelman käyttöohjeen mukaan. Säteilyntuoton määrittämiseen käytettiin neljästä seitsemään kappaletta eri jännitteille (kV) määriteltyä virta-aikatuloa (mAs) ja niille mitattua säteilyannosta (mGy). Pöytäkirjoissa oli erilliset mittaukset isolle ja pienelle fokukselle. Säteilyntuotto määritellään yhtälöllä

$$Y_{100} = (\text{mitattu annos}) \cdot (\text{mittausetäisyys} / 100 \text{ cm})^2 / (\text{virta-aikatulo}).$$

Molemmille tutkimushuoneille määritettiin isolle ja pienelle fokuskoolle säteilyntuottokerroin ( $Y_{100}$ ) jännitteen (kV) funktiona sovittamalla mittauspöytäkirjan tuloksiin toisen asteen yhtälö. Kuvassa 1 on esitetty erään röntgenputken säteilyntuottokäyrä. (ESD-laskenta 2003: LIITE 2.)



KUVA 1. Esimerkki erään röntgenputken säteilyntuotosta ilman suodatusta.

Suodatukset huomioitiin mittaamalla Radcal 3036-säteilyannosmittalaitteella molemmista tutkimushuoneista annokset kolmella eri jännitteellä (kV) suodatuksen kanssa ja ilman suodatusta. Näistä määritettiin laskennallisesti säteilyntuottoa varten kertoimet, jotka huomioivat kummankin huoneen lisäsuodatukset jännitekohtaisesti.

Tekijä  $(100/\text{FSD})^2$  on kerroin, joka korjaa säteilyntuottokertoimen käytetylle fokus-ihoetäisyydelle. Säteilyntuottoa määritettäessä mittaukset tehdään 100 cm etäisyydellä fokuksesta. Fokus-ihoetäisyys (FSD) voidaan mitata joko mittaamalla suoraan etäisyys fokuksesta potilaan iholle tai vähentämällä käytetystä kuvausetäisyydestä potilaan paksuus, jolloin tulee huomioida potilaan ja kuvalevyn tai detektorin väliin jäävä etäisyys. (ESD-laskenta 2003: 2.)

Potilaasta sironnut säteily eli takaisinsironta aiheuttaa annoslisäyksen, joka pyrittiin huomioimaan pinta-annosta (ESD) laskiessa takaisinsirontakertoimen avulla (ESD-ohjelma röntgentutkimuksiin). Euroopan Unionin diagnostisten röntgenkuvausten laatukriteerit sekä tyypilliset säteilykenttien koot ja fokus-ihoetäisyydet Suomessa ovat takaisinsirontakertoimien valinnan perusta. Säteilyturvakeskus on määritellyt ESD-laskentaohjelmaan tutkimuskohtaiset kertoimet. Tässä työssä käytettiin takaisinsirontakerrointa 1,4, joka on ohjelmassa määritelty keuhkokuvausten takaisinsirontakertoimeksi. (ESD-laskenta 2003: LIITE 2.) Pienille lapsille on määritelty kallon tutkimuksen takaisinsirontakertoimeksi 1,2 kenttäkoolle 18 x 18 cm, jota voi käyttää myös pienempien lasten keuhkokuvauksissa, joissa kenttäkoko pysyy

suunnilleen määritellyissä rajoissa. Tämän tutkimuksen otoksen lapset ovat kooltaan kuitenkin jo suurempia, minkä vuoksi takaisinsirontakerroin valittiin suuremmaksi.

## 8.2 T-testi kahden keskiarvon merkitsevyyden vertailussa

T-testi on matemaattinen, parametrinen testi. T-testiä voidaan käyttää kahden ryhmän keskiarvojen vertailumenetelmänä, kun on kerätty otos jostakin mitattavasta suureesta. Tällöin tehdään ensin nollahypoteesi eli oletus, että keskiarvot ovat samat. (Studentin t-testi 2007.) Jos havaintojen määrä on pieni (<30), havaintojen tulisi noudattaa normaalijakaumaa (Tilastotieteen perusteet 2006). T-testissä saadaan tulokseksi nollahypoteesille p-arvo (väliltä 0-1), joka kertoo tilastollisen merkitsevyyden keskiarvojen erolle. P-arvon ollessa pienempi kuin 0,05 nollahypoteesi hylätään ja voidaan puhua tilastollisesti merkitsevästä erosta keskiarvojen välillä. (Päätely – kahden ryhmän vertailu.) T-testi tehtiin Excel-taulukolla.

## 8.3 Annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) määrittäminen

Annoksen ja pinta-alan tulo -aineisto kerättiin Lasten ja nuorten sairaalan molemmista natiivikuvaushuoneista DAP-mittareilla. Kuvaushuoneen 1 suoradigitaalisessa laitteistossa oli sisäänrakennettu DAP-mittari. Se antoi DAP-lukemat yksikköinä  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ . Kuvaushuoneeseen 2 asennettiin tutkimusta varten Säteilyturvakeskuksen DAP-mittari. Tässä kuvaushuoneessa mittari antoi annokset yksikköinä  $\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$ .

Mittausten jälkeen DAP-yksiköt oli muutettava yhtenäisiksi aineiston analysointia varten. Pinta-ala-annokset ilmaistaan tyypillisesti  $\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$ -yksikössä, ja siksi muunnokset tehtiin kuvaushuoneesta 1 kerätyille,  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ -yksikössä oleville annoslukemille.

Esimerkki yksikkömuunnoksesta:

$$0,3 \mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2 (= 0,0003 \text{mGy}\cdot\text{m}^2) = 3 \text{mGy}\cdot\text{cm}^2$$

## 9 TUTKIMUSTULOKSET

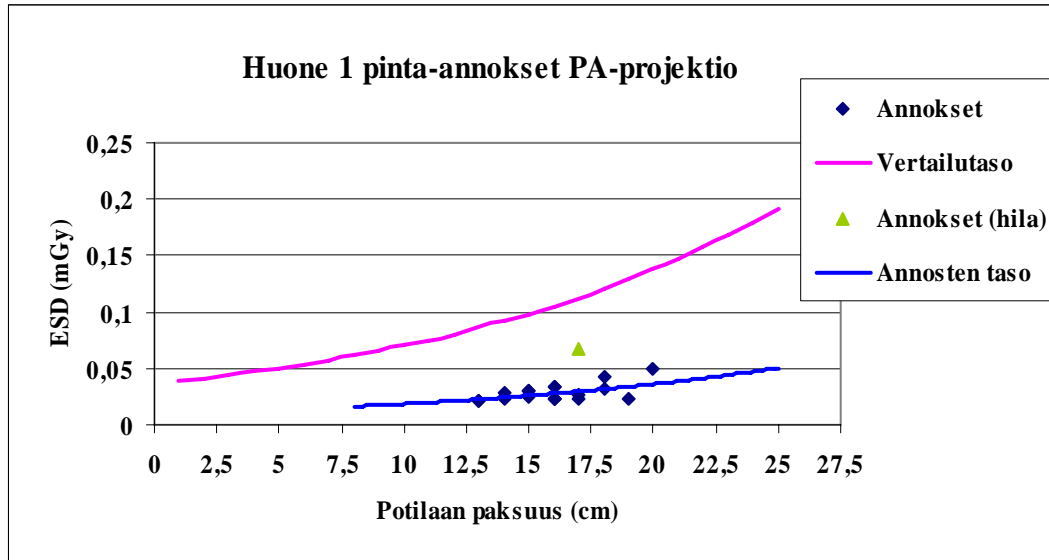
Tutkimuksessa selvitettiin millaisia pinta-annoksia 5-10-vuotiaat lapset saavat thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosaston kahdessa eri huoneessa. Tuloksia vertailtiin Säteilyturvakeskuksen asettamiin lasten vertailutasoihin ja lisäksi huoneiden tuloksia vertailtiin keskenään. Otoksen oli tarkoitus olla 40 potilaan suuruinen, mutta otosjoukko jäi 36 potilaan kokoiseksi. Kerätty aineisto on liitteessä 3.

### 9.1 Pinta-annosten (ESD) tutkimustulokset

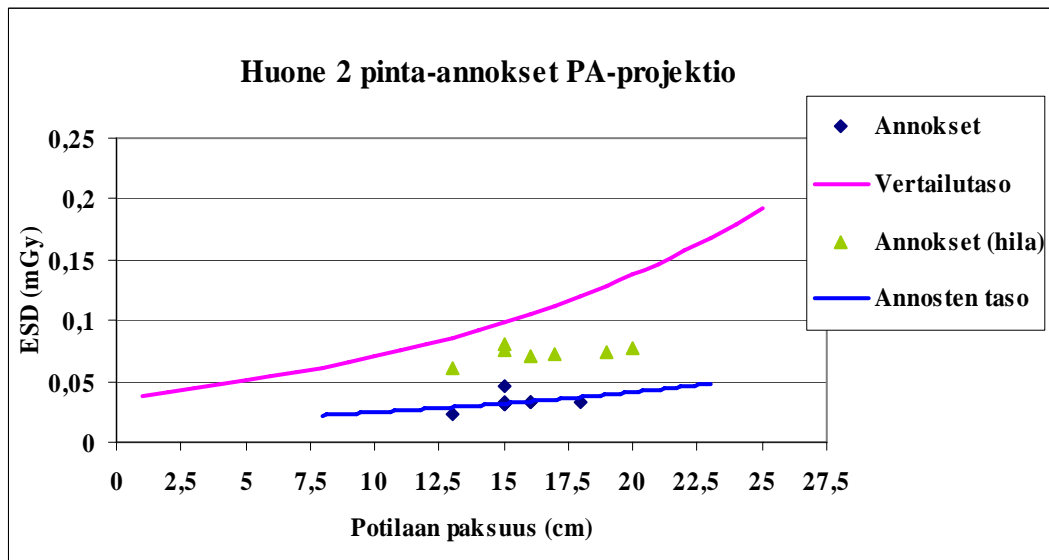
Mitatut pinta-annokset (ESD) esitetään molemmat neljänä kuvana (kuvat 2-5), kummallekin huoneelle erikseen PA- ja LAT-projektioista. Tulokset on jaettu kahteen ryhmään sen mukaan onko tutkimuksessa käytetty hilaa vai ei, koska hilan käyttö nostaa pinta-annoksia huomattavasti. Kuvissa on esitetty ilman hilaa saadut annokset tummansinisellä vinoneliöllä ja hilan kanssa saadut annokset vihreällä kolmiolla. Huoneen 1 otoksessa vain yksi potilas on kuvattu hilan kanssa ja muut 19 ilman hilaa. Huoneessa 2 on kuvattu seitsemän potilasta hilan kanssa ja yhdeksän potilasta ilman hilaa. Huoneesta 2 on puutteelliset merkinnät muun muassa hilan käytöstä, mikä laskee tulosten luotettavuutta. Projektiot, joiden hilamerkinnät ovat puutteelliset, on tulkittu muiden kirjattujen tietojen sekä pinta-annoksen perusteella ilman hilaa tai hilan kanssa kuvatuiksi. Tulkinta ei kuitenkaan korvaa puutteellisia merkintöjä ja siksi huoneen 2 tulokset eivät ole luotettavia.

Säteilyturvakeskuksen laatimat lasten keuhkokuvausten vertailutasot on annettu kuvaajina eli vertailutasokäyrinä potilaan paksuuden funktioina. Vertailutasokäyrä on kussakin tapauksessa piirretty samaan kuvaan pinta-annosten kanssa, joka on esitetty kuvissa 2-5 vaaleanpunaisena käyränä. Pinta-annosten vertailu vertailutasokäyrään tehtiin Säteilyturvakeskuksen ohjeiden mukaan laskennallisesti sovittamalla pinta-annoksiin eksponentiaalinen käyrä. (Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten röntgentutkimuksissa 2005: 2.) Käyrä on sovitettu vain ilman hilaa mitattuihin pinta-annoksiin ja se on merkitty sinisenä käyränä kuvissa 2-5. Sovitetut käyrät on esitetty samoissa kuvissa pinta-annosten kanssa.

Kaikki pinta-annokset (ESD) jäävät alle vertailutason molemmissa huoneissa kummassakin projektiossa. Ilman hila saadut annokset ovat selkeästi pienempiä kuin hilan kanssa saadut annokset.

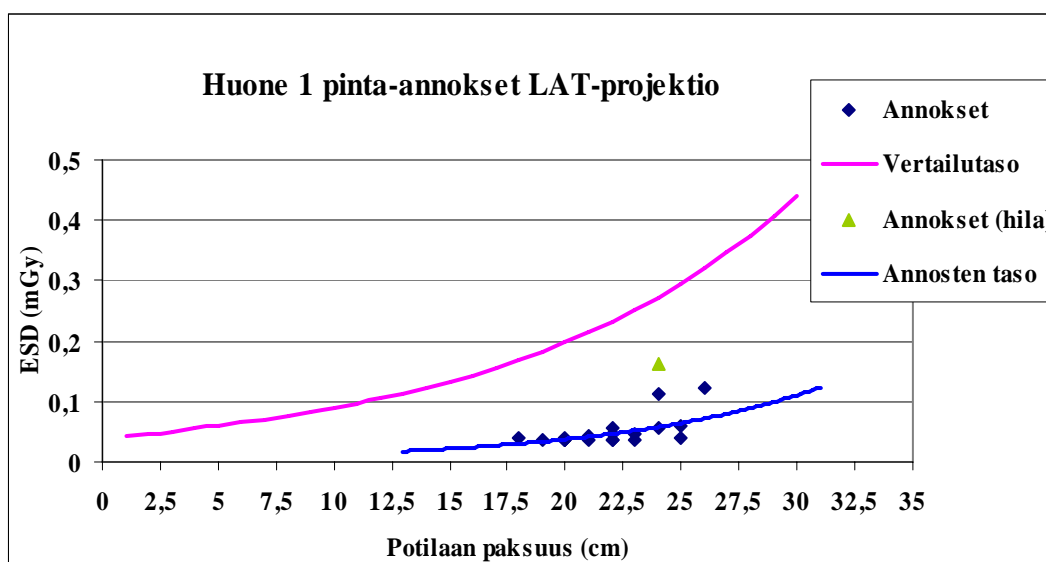


KUVA 2. Huoneen 1 PA-projektioiden pinta-annokset (ESD), Säteilyturvakeskuksen vertailutaso sekä pinta-annoksiin sovitettu eksponentiaalinen käyrä (annosten taso).

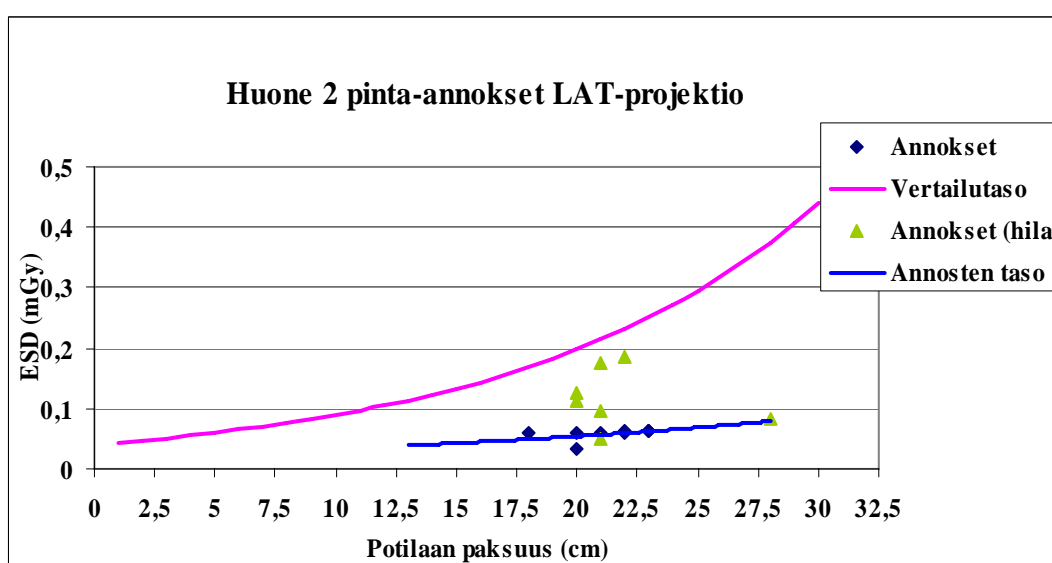


KUVA 3. Huoneen 2 PA-projektioiden pinta-annokset (ESD), Säteilyturvakeskuksen vertailutaso sekä pinta-annoksiin sovitettu eksponentiaalinen käyrä (annosten taso).





KUVA 4. Huoneen 1 LAT-projektioiden pinta-annokset (ESD), Säteilyturvakeskuksen vertailutaso sekä pinta-annoksiin sovitettu eksponentiaalinen käyrä (annosten taso).



KUVA 5. Huoneen 2 LAT-projektioiden pinta-annokset (ESD), Säteilyturvakeskuksen vertailutaso sekä pinta-annoksiin sovitettu eksponentiaalinen käyrä (annosten taso).

Pinta-annoksia huoneiden välillä vertailtiin t-testillä. Testi tehtiin erikseen PA- ja LAT-projektioille. Testistä jätettiin pois kaikki hilalla kuvatut tutkimukset, koska näiden annokset ovat huomattavasti suurempia kuin ilman hilaa kuvatut. Tämän takia tutkimushuoneen 1 otos oli 19 potilasta ja tutkimushuoneen 2 otos oli yhdeksän potilasta. Kahden otoksen t-testin kummankin otoksen minimikooksi suositellaan

kymmentä näytettä, joten yhdeksän potilaan otos vähentää testin luotettavuutta. Pinta-annokset normalisoitiin vertailutason arvolla potilaan paksuuden mukaan.

Nollahypoteesina oli, että huoneiden välisten pinta-annosten välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. T-testin tulokseksi tuli PA-projektioiden pinta-annoksia vertailtaessa  $p=0,014$ , joka oli pienempi kuin merkitsevyys  $p=0,05$ . Tällöin nollahypoteesi ei jää voimaan, joten PA-projektioiden pinta-annoksilla huoneiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero. Molempien huoneiden LAT-projektioiden pinta-annoksia vertailtaessa p-arvoksi tuli  $p=0,042$  eli pinta-annoksilla huoneiden välillä on juuri ja juuri tilastollisesti merkitsevä ero myös LAT-projektioissa. Huoneen 1 pinta-annokset ovat molemmissa projektioissa tilastollisesti merkitsevästi pienempiä kuin huoneen 2 pinta-annokset viiden prosentin riskitasolla.

Vähäisten näytemäärien takia annoksia kahden huoneen välillä on t-testin lisäksi testattu myös U-testillä, joka sopii pienempien otoskokojen testaamiseen paremmin kuin t-testi. U-testillä näytemäärillä 9 ja 19 U-testin kriittinen arvo tilastolliselle merkitsevyydelle riskitasolla 0,05 on 45. U-testin testisuureen arvoiksi saatiin PA-projektioissa 35 ja LAT-projektioissa 30. Myös tällä testillä saatiin juuri ja juuri merkitsevä ero huoneiden välisissä tuloksissa viiden prosentin riskitasolla.

Molemmista huoneista määritettiin ESD-arvojen PA- ja LAT-projektioiden keskiarvot. Huoneen 1 ilman hilaa saatujen pinta-annosten keskiarvo PA-projektiossa oli 0,03 mGy ja keskihajonta 0,01 ja LAT-projektion keskiarvo 0,10 mGy ja keskihajonta 0,04 mGy. Huoneessa 2 keskiarvo ilman hilaa oli 0,03 mGy ja keskihajonta 0,01 sekä hilan kanssa 0,07 mGy ja keskihajonta 0,01. Huoneen 2 LAT-projektion keskiarvo ilman hilaa oli 0,06 mGy ja keskihajonta 0,01 sekä hilan kanssa 0,12 mGy ja keskihajonta 0,05.

Aiemmista tutkimuksista ja tämän tutkimuksen tuloksista tehtiin taulukko (TAULUKKO 1.), jossa on esitetty eri tutkimusten tulokset keskiarvoina. Otosten potilaiden paksuudet ilmoitetaan tämän tutkimuksen lisäksi vain Kiljusen tutkimuksessa. Tämän tutkimuksen pinta-annosten keskiarvot PA-projektiossa ilman hilaa jäävät pienemmiksi kuin muut ja hilan kanssa saatu on samaa luokkaa kuin muut keskiarvot. LAT-projektiossa tämän tutkimuksen huoneen 2 ilman hilaa saatujen pinta-annosten keskiarvo jää pienimmäksi. Muut keskiarvot ovat keskenään samaa tasoa.

TAULUKKO 1. Aiempien tutkimusten ja tämän tutkimuksen pinta-annokset (ESD) keskiarvoina.

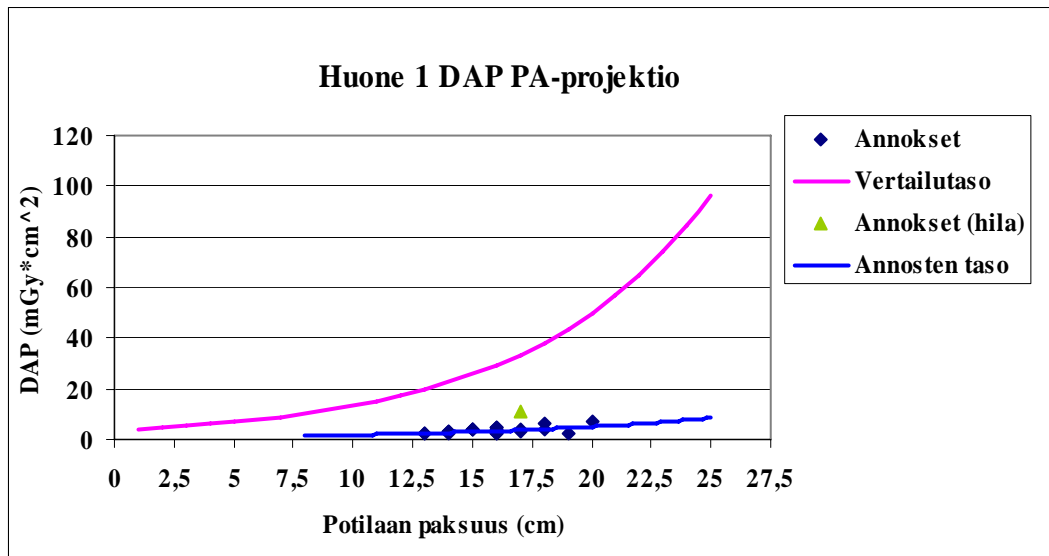
Tutkimus	Ikäryhmä (vuotta)	Paksuus (cm) PA	ESD (mGy) PA	Paksuus (cm) LAT	ESD (mGy) LAT
Kiljunen	5-9	14-15,5	0,05	19-23	0,11
Kättilöopisto/STUK	5-<10	-	0,04	-	0,10
LNS/STUK	5-<10	-	0,067	-	0,139
Kepler ym.	5-9	-	0,097	-	-
LNS huone 1 (ilman hilaa)	5-10	13-20	0,03	18-26	0,10
LNS huone 2 (ilman hilaa)	5-10	13-18	0,03	18-23	0,06
LNS huone 2 (hilan kanssa)	5-10	13-20	0,07	20-28	0,12

## 9.2 Annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) tutkimustulokset

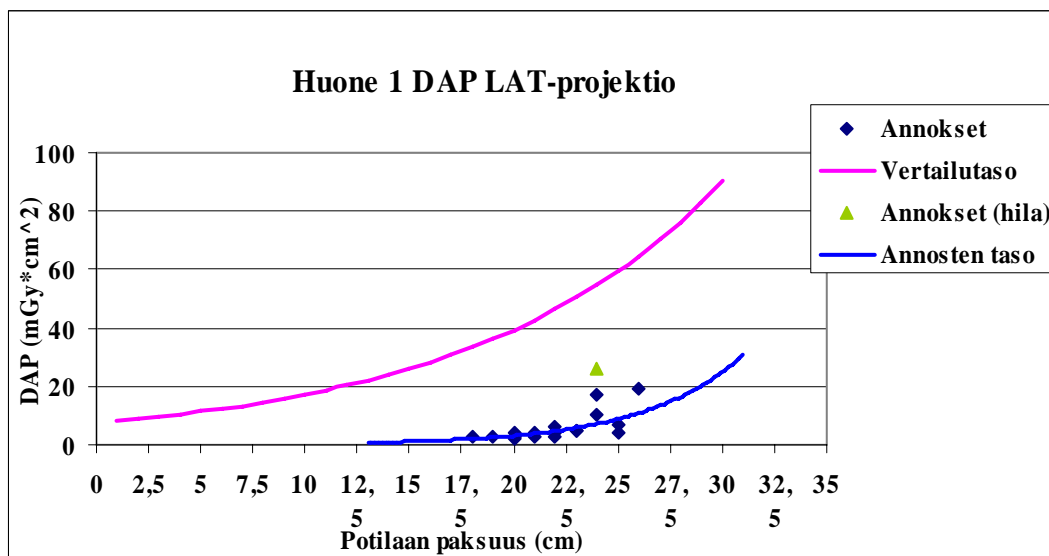
Mitatut annoksen ja pinta-alan tulot (DAP) esitetään, kuten pinta-annoksetkin (ESD), neljänä kuvana (kuvat 6-9), kummallekin huoneelle erikseen PA- ja LAT-projektioista. Tulokset on jaettu kahteen ryhmään samaa jakoa käyttäen kuin pinta-annoksetkin (ESD) eli sen mukaan onko tutkimuksessa käytetty hilaa vai ei, koska hilan käyttö nostaa pinta-annoksia huomattavasti. Kuvissa 6-9 on esitetty ilman hilaa saadut annokset tummansinisellä vinoneliöllä ja hilan kanssa saadut annokset vihreällä kolmiolla. Jako ilman hilaa ja hilan kanssa saaduissa annoksissa on sama kuin pinta-annoksissakin eli huoneen 1 otoksessa vain yksi potilas on kuvattu hilan kanssa ja muut 19 ilman hilaa. Huoneessa 2 on kuvattu seitsemän potilasta hilan kanssa ja yhdeksän potilasta ilman hilaa. Huoneesta 2 on puutteelliset merkinnät muun muassa hilan käytöstä, mikä laskee tulosten luotettavuutta.

Annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) lasten keuhkokuvausten vertailutasot on annettu kuvaajina eli vertailutasokäyrinä potilaan paksuuden funktiona. Vertailutasokäyrä on kussakin tapauksessa piirretty samaan kuvaan annosten kanssa. Vertailutasokäyrä on esitetty vaaleanpunaisena käyränä kuvissa 6-9. Annosten vertailu vertailutasokäyrään tehtiin Säteilyturvakeskuksen ohjeiden mukaan laskennallisesti sovittamalla niihin eksponentiaalinen käyrä. (Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten röntgentutkimuksissa 2005: 2.) Käyrä on sovitettu vain ilman hilaa mitattuihin annoksiin. Tämä käyrä on esitetty sinisellä värillä kuvissa 6-9. Sovitetut käyrät on esitetty samoissa kuvissa annosten kanssa.

Huoneessa 1 saadut tulokset DAP-lukemista jäivät huomattavan alhaisiksi verrattuna vertailutasoon (kuvat 6-9). PA-projektioista ainut hilan kanssa saatu annos ei ollut paljoa suurempi kuin ilman hilaa saadut annokset. LAT-projektioiden annoksissa oli hiukan enemmän keskinäistä hajontaa kuin PA-projektioiden annoksissa, mutta nekin jäivät huomattavasti vertailutason alapuolelle. LAT-projektioissa ainut hilan kanssa saatu annos oli suurempi kuin muut annokset.

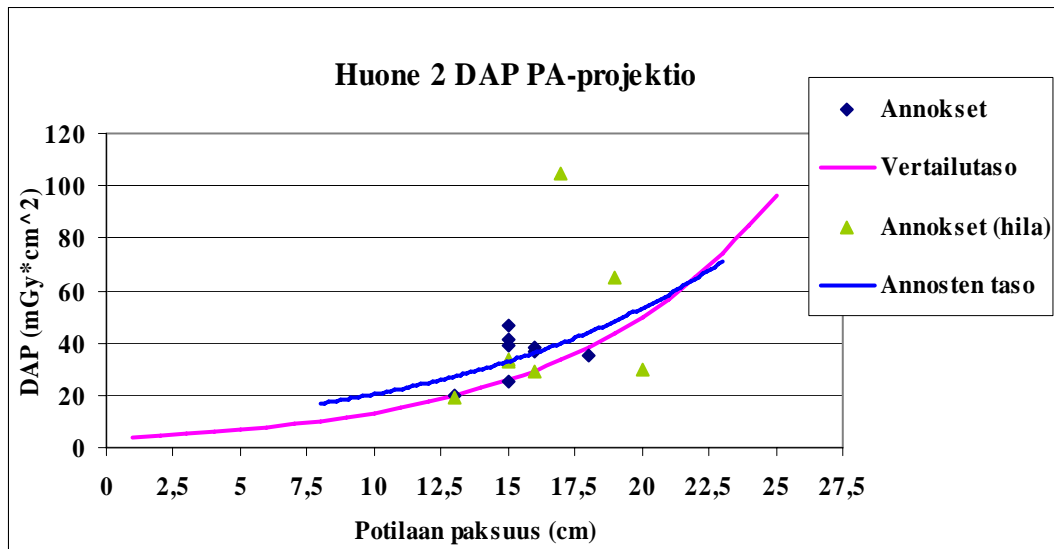


KUVA 6. Huoneen 1 PA-projektioiden annoksen ja pinta-alan tulot (DAP), Säteilyturvakeskuksen vertailutaso sekä annoksiin sovitettu eksponentiaalinen käyrä (annosten taso).

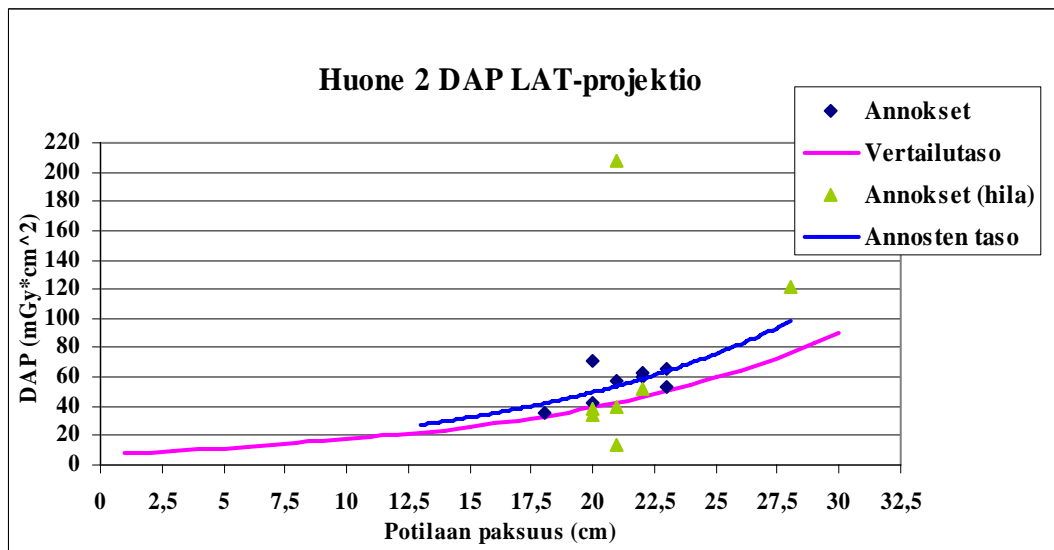


KUVA 7. Huoneen 1 LAT-projektioiden annoksen ja pinta-alan tulot (DAP), Säteilyturvakeskuksen vertailutaso sekä annoksiin sovitettu eksponentiaalinen käyrä (annosten taso).

Huoneessa 2 saadut tulokset sijoittuvat molemmissa projektioidissa vertailutason molemmin puolin selkeästi hajanaisemmin kuin huoneessa 1 (kuvat 6-9). Ilman hila saadut annokset sijoittuvat pääasiassa vertailutason yläpuolelle. Hilan kanssa saadut potilasannokset sijoittuvat laajasti vertailutason molemmin puolin. Hilan käytöstä on kuitenkin epävarmuutta puutteellisten merkintöjen vuoksi.



KUVA 8. Huoneen 2 PA-projektioiden annoksen ja pinta-alan tulot (DAP), Säteilyturvakeskuksen vertailutaso sekä annoksiin sovitettu eksponentiaalinen käyrä (annosten tas o).



KUVA 9. Huoneen 2 LAT-projektioiden annoksen ja pinta-alan tulot (DAP), Säteilyturvakeskuksen vertailutaso sekä annoksiin sovitettu eksponentiaalinen käyrä (annosten tas o).

Molemmista huoneista laskettiin DAP-arvojen PA- ja LAT-projektoiden keskiarvot. Huoneen 1 ilman hilaa saatujen annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo PA-projektiossa oli  $4 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  ja keskihajonta 1 ja LAT-projektion keskiarvo  $6 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  ja keskihajonta 5. Huoneessa 2 keskiarvo PA-projektiossa ilman hilaa oli  $35 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  ja keskihajonta 9 sekä hilan kanssa  $45 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  ja keskihajonta 30. Huoneen 2 LAT-projektion keskiarvo ilman hilaa oli  $56 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  ja keskihajonta 12 sekä hilan kanssa  $72 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  ja keskihajonta 69.

Aiemmista tutkimuksista ja tämän tutkimuksen tuloksista tehtiin taulukko (TAULUKKO 2.), jossa on esitetty eri tutkimusten tulokset keskiarvoina. Otosten potilaiden paksuudet ilmoitetaan tämän tutkimuksen lisäksi vain Kiljusen tutkimuksessa. Tämän tutkimuksen annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo PA-projektiossa huoneessa 1 ilman hilaa jää merkittävästi pienemmäksi kuin muiden tutkimusten vastaavat keskiarvot. Huoneen 2 PA-projektion ilman hilaa saatujen annosten keskiarvo on 35 ja se on muiden tutkimusten vastaaviin keskiarvoihin verrattuna suurin ja hilan kanssa saatu keskiarvo on huomattavasti suurempi kuin muut. LAT-projektiossa tämän tutkimuksen huoneen 1 keskiarvo on 6, joka on huomattavasti pienempi kuin yksikään vastaavista keskiarvoista. Huoneen 2 ilman hilaa saatujen annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo on 56, joka on paljon suurempi kuin muiden tutkimusten vastaavat keskiarvot ja hilan kanssa saatu keskiarvo on 72, joka on suurin keskiarvo. Aiempien tutkimusten keskiarvot molemmissa projektioissa noudattelevat keskenään samaa tasoa paremmin kuin tämän tutkimuksen keskiarvot.

TAULUKKO 2. Aiempien tutkimusten ja tämän tutkimuksen annoksen ja pinta-alan tulot (DAP) keskiarvoina.

Tutkimus	Ikäryhmä (vuotta)	Paksuus (cm) PA	DAP ( $\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$ ) PA	Paksuus (cm) LAT	DAP ( $\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$ ) LAT
Kiljunen	5-9	14-15,5	18	19-23	33
Kätilöopisto/STUK	5-<10	-	19	-	32
LNS/STUK	5-<10	-	20	-	34
Kepler ym.	5-9	-	32	-	-
LNS huone 1 (ilman hilaa)	5-10	13-20	4	18-26	6
LNS huone 2 (ilman hilaa)	5-10	13-18	35	18-23	56
LNS huone 2 (hilan kanssa)	5-10	13-20	45	20-28	72

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää pinta-annoksia 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosastolla. Tuloksia vertailtiin Säteilyturvakeskuksen määrittelemiін vertailutasoihin. Pinta-annokset (ESD) pysyivät vertailutasoissa. Annoksen ja pinta-alan tulot (DAP) olivat poikkeuksellisen pieniä huoneessa 1 ja huoneessa 2 annokset sijoittuivat hajanaisesti, keskimäärin hieman vertailutason yläpuolelle. Tutkimushuoneiden välisiä pinta-annoksia vertailtiin keskenään. Tutkimushuoneiden pinta-annoksia (ESD) vertailtaessa olivat tulokset lähellä toisiaan, joten niiden välistä tilastollista merkitsevyyttä selvitettiin t- ja U-testien avulla. Huoneen 1 pinta-annokset ovat tilastollisesti merkitsevästi pienempiä kuin huoneen 2 pinta-annokset. Merkitsevyysero johtuu todennäköisesti lisäsuodatuksesta, joka on huoneessa 1 0,2 mmCu ja huoneessa 2 0,1 mmCu. Pinta-annokset (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tulot (DAP) kerättiin samoista tutkimuksista. Tällöin olisi voinut olettaa tulosten olevan keskenään yhteneväisiä. Niin ei kuitenkaan käynyt. Yllätyksenä tuli, että pinta-annoksien (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) tulokset eivät tukeneet toisiaan.

Kuvaushuoneessa 2 ei tavallisesti kuvata 5-10-vuotiaiden keuhkokuvia. Tämän tutkimuksen myötä muutettiin väliaikaisesti Lasten ja nuorten sairaalan röntgenin kuvauskäytäntöjä, sillä määriteltyyn otosjoukkoon sopivia potilaita tuotiin kyseiseen huoneeseen kuvattavaksi aineistonkeruuta varten. Lasten ja nuorten sairaalassa ohjeistetaan kuvaamaan alle 10-vuotiaiden lasten keuhkot ilman hilaa, mutta tutkimuskohtaisesti hilan käyttöön voidaan päätyä esimerkiksi lapsipotilaan suuren koon takia. Toisaalta opinnäytetyön aineistonkeruun aiheuttama muutos kuvauskäytännöissä on voinut aiheuttaa sen, että huoneessa 2 on kuvattu moni otosjoukon potilas hilan kanssa.

Hilan kanssa saadut pinta-annokset (ESD) olivat molemmissa tutkimushuoneissa suurempia kuin ilman hilaa saadut. Tutkimustulokset vahvistavat, että hilan käyttö nostaa merkittävästi potilaan saamaa pinta-annosta.

Pinta-annosten (ESD) tuloksista laskettiin myös keskiarvot ja keskihajonnat. Pinta-annoksia ei kuitenkaan ole mielekästä esittää keskiarvoina tästä otoksesta, koska potilaiden paksuus vaihtelee yksilöittäin iästä riippumatta.

## 11 POHDINTA

Opinnäytetyössä mitattiin 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimusten pinta-annoksia Lasten ja nuorten sairaalassa. Opinnäytetyön teoriaosuudet pyrittiin valitsemaan ja rajaamaan lapsipotilaan altistuksen annosmäärittäykseen sopiviksi. Teorian säteilysuojelusta ja säteilyn terveystaakasta kertova osa selvittää ja perustelee opinnäytetyömme tarkoituksen tärkeyttä lasten säteilysuojelun kannalta. Fysiikan osalta keskityimme pinta-annosten (ESD) sekä annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) määrittämisen kannalta keskeisiin asioihin. Tuloksia vertailtiin Säteilyturvakeskuksen määrittelemiä vertailutasoihin. Tuloksista nousi erilaisia kehittämisenäkökuja Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosastolle, mistä toivomme heidän hyötyvän.

Työssä käytettiin kahta eri annosmittausmenetelmää: pinta-annosta (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tuloa (DAP). Pinta-annos (ESD) kuvaa näistä paremmin säteilyn suorien haittavaikutusten mahdollisuutta. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) kuvaa puolestaan tilastollisten riskien mahdollisuutta. Pinta-annoksen (ESD) tulokset olivat kaikki vertailutason alapuolella. Vertailutasot ovat huomattavasti pienempiä kuin determinististen haittojen kynnyksarvot, joiden ylityksestä voisi aiheutua suoria haittavaikutuksia. Tästä voidaan päätellä, että deterministiset haittavaikutukset eivät ole mahdollisia 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) tulokset olivat hyvin hajanaisia ja rinnastettuna vastaaviin pinta-annoksiin (ESD) ne antavat aiheita epäillä DAP-mittausten onnistumista ja DAP-mittareiden oikeaa kalibrointia. Kuitenkin näistä hajanaisista annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) tuloksista voidaan tuoda yhteys stokastisten haittavaikutusten mahdollisuuteen, jotka ovat periaatteessa mahdollisia kuinka pienillä säteilyaltistuksilla tahansa. Voidaan siis sanoa, että pienempi annos on aina turvallisempi potilaalle kuin suurempi.

Röntgentutkimusten säteilyannoksia seurattaessa vertailutasojen yksittäiset ylitykset eivät ole pääasia. Vertailutasojen avulla pyritään havaitsemaan laitteita ja kuvauskäytäntöjä, jotka aiheuttavat tarpeettoman suuria säteilyannoksia ja tästä syystä vertailutasojen ylityksiä tulee seurata suurempien potilasjoukon otoksissa. Tässä tutkimuksessa otoskoot kahdessa eri kuvaushuoneessa olivat 20 ja 16, jotka ovat jo suuntaa antavia otoskokoja kuvauskäytäntöjä ja -laitteita pohdittaessa. Huoneen 1 pinta-annokset (ESD) olivat hieman pienempiä kuin huoneen 2, mutta ne jäivät kaikki reilusti



alle vertailutason. Annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) annokset keskimäärin ylittivät vertailutason huoneessa 2. Oletettavaa on, että ylitys johtuu DAP-mittarin kalibroinnista, mutta asia on hyvä selvittää.

Aineistonkeruun tavoite yhteensä 40 potilaasta jäi aikatauluista johtuen kuitenkin vajaaksi, mikä osaltaan laskee tutkimuksen luotettavuutta. Huoneesta 1 saatiin kerättyä koko 20 potilaan otos suunnitelmien mukaisesti ja annoskeruulomake oli täytetty huolella. Huoneesta 2 otos jäi 16 potilaan kokoiseksi. Lisäksi huoneen 2 otoksen tiedot olivat osin puutteellisia. Huoneeseen 2 asennettu DAP-mittari hajosi kesken aineistonkeruun, ja uuden mittarin saaminen vei aikaa, mikä myös hidasti aineiston keräämistä. Aineisto oli kuitenkin riittävää tutkimusongelmiin, sillä Lasten ja nuorten sairaalan kahden natiivikuvaushuoneen keskinäisiä pinta-annoksia saatettiin vertailla t- ja U-testeillä.

Lomakkeen saimme Lasten ja nuorten sairaalasta ja sitä oli käytetty aikaisemmissa tutkimuksissa. Tämän vuoksi emme testanneet lomaketta erikseen. Ongelmaksi muodostui, että toisessa huoneessa lomaketta oli täytetty vajavaisesti. Tässä korostuu se, että huolellisesti kerätyt otosjoukon tiedot takaavat luotettavimmat tutkimustulokset. Tästä voisi myös olettaa, että lomake ei ollutkaan niin selkeä täyttää kuin olisi pitänyt olla, jotta tarvittavat asiat olisivat tulleet varmasti kerättyä. Esimerkiksi hilan käytölle ei ollut varsinaista omaa saraketta, vaikka sen merkitseminen olisi ollut erittäin tärkeää tutkimuksen kannalta. Hyvän annoskeruulomakkeen tulisi olla niin johdonmukaisesti täytettävä, että tietoja kirjaavalle ei tulisi mahdollisuutta ohittaa tärkeiden tietojen kirjaamista.

Tutkimuksen validiteetti täyttyy eli tutkimuksen tulokset vastaavat esitettyihin kysymyksiin ja tuovat esille asioita, joita oli tarkoituskin tutkia. Saadut tulokset eivät ole yleistettävissä muualla. Tutkimus selvittää vain Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosaston 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimusten pinta-annoksia (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tuloja (DAP). Sisäisellä validiteetilla mitataan tutkimuksen luotettavuutta sekä oikeiden käsitteiden, mittausvälineiden ja -kohteiden osuvuutta. Valitsimme tutkimusta suunnitellessa oikeat käsitteet, joiden ympärille tutkimuksemme rakentui. Tutkimuksen luotettavuuteen vaikutti osaltaan se, että teimme kvantitatiivista tutkimusta ensimmäistä kertaa. Tutkimuksen reliabiliteettia edistää se, että tutkimuksemme on suoritettu niin, että se on toistettavissa vastaavin tuloksin.

Opinnäytetyön aineistonkeruun tuoma muutos kuvauskäytäntöihin aiheutti mahdollisesti sen, että huoneessa 2 kuvattiin moni otosjoukon potilas hilan kanssa. Tämä muutos käytännöissä voi vaikuttaa osaltaan tulosten luotettavuuteen.

Pinta-annosten (ESD) laskennassa käytettiin asianmukaista kaavaa, jossa erilaisten kertoimien määrittäminen ja valitseminen olivat avainasemassa luotettavien tulosten saamiseksi. Kahden mittausmenetelmän käytöllä tavoiteltiin tutkimukseen lisää luotettavuutta. Opinnäytetyössä haluttiin myös rinnastaa kaksi erilaista säteilyannosta kuvaavaa käsitettä, pinta-annos sekä annoksen ja pinta-alan tulo. Tulokset eivät kuitenkaan tukeneet toisiaan kummassakaan tutkimushuoneessa.

Huoneiden tuloksiin aiheuttaa eroa erilainen suodatus röntgenputkissa. Molemmissa huoneissa on perussuodatuksena 2,9 mmAl. Thorax-tutkimuksissa käytetään lisäsuodatusta. Huoneessa 1 lisäsuodatus on 0,2 mmCu ja huoneessa 2 0,1 mmCu. Isompi lisäsuodatus huoneessa 1 pienentää potilaan saamaa pinta-annosta, sillä se poistaa säteilystä pienienenergisisimmät kvantit, jotka muuten absorboituisivat potilaaseen osallistumatta merkittävästi kuvan muodostukseen.

Annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) määrittämiseen käytimme DAP-mittareita. Tuloksien analysointia hankaloitti osaltaan se, että aineistonkeruun jälkeen havaittiin, että kahdesta eri huoneesta mitatuilla annoksilla oli noin kymmenkertainen ero, vaikka yksikkömuunnokset oli tehty oikein. Huoneessa 1 DAP-mittarilla saatu annostasoa yksikkömuunnoksen jälkeenkin oli kymmenesosan huoneen 2 annostasosta, ja näin suurta eroa ei pinta-annosten (ESD) antamat tulokset tue. Toisaalta huoneen 2 annoksen ja pinta-alan tulot (DAP) ylittävät keskimäärin vertailutasoa, mutta pinta-annoksilla määritetyt tulokset eivät tue tätäkään tulosta.

Tutkimuksen tulosten perusteella suosittelemme uusimaan huoneen 2 pinta-annosten (ESD) annosmittaukset, koska puutteelliset merkinnät otoksen tiedoissa tekevät tutkimuksen tuloksista epäluotettavat huoneen 2 osalta. Suosittelemme myös annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) annosmittausten uusimista ja mittareiden kalibroinnin tarkistamista molemmissa tutkimushuoneissa.

Opinnäytetyön teon myötä perehdyimme kvantitatiiviseen tutkimukseen ja toteutimme tutkimuksemme opittua menetelmää noudattaen sekä soveltaen. Opimme rajaamaan aiheen sopivaksi, hakemaan ja soveltamaan tietoa rajauksen puitteissa lähdekritiikki

huomioiden. Saimme paljon tietoutta säteilyturvallisuudesta, säteilysuojelusta ja säteilyannosten määrittämisestä, mistä on paljon hyötyä tulevaa työuraa ajatellen. Teimme kvantitatiivista tutkimusta ensimmäistä kertaa, emmekä osanneet ottaa etukäteen kaikkia tutkimukseen liittyviä asioita huomioon. Nyt olisi helpompi lähteä tekemään uutta vastaavaa kvantitatiivista tutkimusta. Tästä tutkimuksesta opimme muun muassa annoskeruulomakkeen rakenteen tärkeyden. Osaisimme muokata annoskeruulomakkeen niin, että lomakkeessa huomioitaisiin paremmin keräyksen kohteena olevan röntgentutkimuksen erityispiirteet ja käyttäjäystävällisyys. Opinnäytetyötä tehdessä ajankäyttö ja ryhmätyötaidot karttuivat, kun jouduimme sovittamaan yhteen aikataulumme sekä suorittamaan opinnäytetyön ohella harjoitteluita ja muita kouluopintoja.

Emme käsitelleet työssämme suoradigi- ja kuvalevytekniikkaa, mikä olisi tuonut aiheeseen lisää syvyyttä. Eri tekniikat ja niiden vertailu olisi kuitenkin hyvin ajankohtaista nyt, kun digikuvantaminen on vielä melko uutta ja sen eri muodot ovat yleistyneet röntgeneissä. Jatkotutkimusaiheeksi ehdotamme thorax-tutkimusten annosmittauksia seuraavassa ikäryhmässä, missä syvennyttäisiin vertailemaan ja pohtimaan kahden eri röntgenlaitteiston teknisten ominaisuuksien vaikutuksia annosmittausten tuloksiin.

## LÄHTEET

- ESD-laskenta. 2003. Versio 1.0.0. Säteilyturvakeskus. Verkkodokumentti. <[http://www.stuk.fi/sateilyn\\_kayttajille/ohjelmat/ESD/fi\\_FI/esd/\\_files/71188866101151122/default/ESD-laskenta\\_V1.0.0-kayttoohje.pdf](http://www.stuk.fi/sateilyn_kayttajille/ohjelmat/ESD/fi_FI/esd/_files/71188866101151122/default/ESD-laskenta_V1.0.0-kayttoohje.pdf)>. Luettu 16.6.2006.
- ESD-ohjelma röntgentutkimuksiin. Säteilyturvakeskus. Verkkodokumentti. <[http://www.stuk.fi/sateilyn\\_kayttajille/ohjelmat/ESD/fi\\_FI/esd/\\_print/](http://www.stuk.fi/sateilyn_kayttajille/ohjelmat/ESD/fi_FI/esd/_print/)>. Luettu 16.6.2006.
- European Commission. 1996. European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images in Paediatrics. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Heikkilä, Tarja 1999: Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Hirsjärvi, Sirkka - Remes, Pirkko - Sajavaara, Paula 2004: Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- International Commission on Radiological Protection 2003. Verkkodokumentti. <<http://www.icrp.org>>. Luettu 21.8.2006.
- Jurvelin, Jukka S. 2005a: Aineen ja energian vuorovaikutukset. Teoksessa Soimakallio, Seppo – Kivisaari, Leena – Manninen, Hannu – Svedström, Erkki – Tervonen, Osmo (toim.): Radiologia. Porvoo: WSOY. 15-24.
- Jurvelin, Jukka S. 2005b: Radiologiset kuvantamismenetelmät. Teoksessa Soimakallio, Seppo – Kivisaari, Leena – Manninen, Hannu – Svedström, Erkki – Tervonen, Osmo (toim.): Radiologia. Porvoo: WSOY. 11-15.
- Järvenpää, Ritva 2005: Thorax. Teoksessa Soimakallio, Seppo – Kivisaari, Leena – Manninen, Hannu – Svedström, Erkki – Tervonen, Osmo (toim.): Radiologia. Porvoo: WSOY. 95.
- Järvinen, Hannu 2005: Säteilysuojelun yleiset periaatteet ja säteilysuojelusäännösten vaatimukset. Teoksessa Soimakallio, Seppo – Kivisaari, Leena – Manninen, Hannu – Svedström, Erkki – Tervonen, Osmo (toim.): Radiologia. Porvoo: WSOY. 82-89.
- Kepler, K - Lintrop, M - Servomaa, A - Filippova, I - Parviainen, T - Eek, V 2003: Radiation dose measurement of paediatric patients in Estonia. Teoksessa Paile, W (toim.): Radiation protection in the 2000s – Theory and Practice. STUK-A 195. Vantaa: Dark Oy. 287-292.
- Kettunen, Anja 2003: Lapsipotilaan säteilyaltistuksen optimointi. Radiografia 3. 6-7.
- Kiljunen, Timo 2004: Lasten röntgentutkimusten vertailutasot. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto.
- Kormano, Martti 1996: Thorax. Teoksessa Standertskjöld-Nordenstam, Carl-Gustaf –

Kormano, Martti – Laasonen, Erkki M. – Soimakallio, Seppo – Suramo, Ilkka: Kliininen radiologia. Helsinki: Duodecim. 71.

Lasten röntgentutkimusohjeisto. STUK tiedottaa 1/2005. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

Luotolinna-Lybeck, Helena 2004: Lapsipotilas teknisessä hoitoympäristössä. Radiografia 3. 22-24.

Metsämuuronen, Jari 2000: Metodologian perusteet ihmistieteissä. Viro: Jaabes OÜ.

Mustonen, Riitta – Salo, Aki 2002: Säteily ja solu. Teoksessa Paile, Wendla (toim.): Säteilyn terveysvaikutukset. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

Nikupaavo, Ulla 2005: Sikiön ja lasten säteilyaltistuksen riskit sekä vertailutasot puhuttivat Sädeturvapäivillä. Radiografia 4. 28.

Outinen, Pirjo 2000: Laatu politiikka Kätilöopiston sairaalan röntgenosastolla. Teoksessa Servomaa, Antti – Parviainen, Teuvo (toim.): Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2000. STUK-A 174. Helsinki: Oy Edita Ab. 43-47.

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

Paile, Wendla 2005: Säteilyn biologiset vaikutukset. Teoksessa Soimakallio, Seppo – Kivisaari, Leena – Manninen, Hannu – Svedström, Erkki – Tervonen, Osmo (toim.): Radiologia. Porvoo: WSOY. 78-82.

Paile, Wendla – Mustonen, Raimo – Salomaa, Sisko – Voutilainen, Anne 1996: Säteily ja terveys. Helsinki: Oy Edita Ab.

Parviainen, Teuvo 2001: Säteilyannokset eräissä lasten röntgentutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalassa ja Kätilöopiston sairaalassa. Teoksessa Servomaa, Antti – Parviainen, Teuvo (toim.) 2001: Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2001. STUK-A 184. Helsinki: Oy Edita Ab. 92-99.

Parviainen, T – Palmumaa, P – Föhr, A – Marttinen, E – Laine, A-L – Rantala, R – Viinamäki, R 2003: Radiation dose and dose optimization in paediatric thorax examinations in HUCH Hospital for Children and Adolescents. Teoksessa Paile, W (toim.): Radiation protection in the 2000s – Theory and Practice. STUK-A 195. Vantaa: Dark Oy. 305-308.

Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten röntgentutkimuksissa. Ohje 28.12.2005. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

Päätely – kahden ryhmän vertailu. Verkkodokumentti. <<http://myy.helia.fi/~taaak/p/pryhma.htm>>. Luettu 6.3.2007.

Pöyry, Paula 2004: Annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) mittaaminen röntgendiagnostiikassa ja DAP -mittareiden kalibrointi. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto.

- Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. STUK tiedottaa 1/2004. Helsinki: Säteilyturvakeskus.
- Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. 2006. Ohje. ST-ohje 3.3. Helsinki: Säteilyturvakeskus.
- Saarinen, Susanna 2003: Lapsipotilas natiiviröntgentutkimuksessa. Radiografia 4. 10-12.
- Sippola, Hanna - Juntunen, Eva 2005: Pinta-annokset 1-alle 5-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalassa. Opinnäytetyö. Helsinki: Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia.
- Soimakallio Seppo 2005: Käytännön säteilysuojaus. Teoksessa Soimakallio, Seppo – Kivisaari, Leena – Manninen, Hannu – Svedström, Erkki – Tervonen, Osmo (toim.): Radiologia. Porvoo: WSOY. 89.
- Studentin t-testi. Wikipedia. Verkkodokumentti. Päivitetty 1.3.2007. <[http://fi.wikipedia.org/wiki/Studentin\\_t-testi](http://fi.wikipedia.org/wiki/Studentin_t-testi)>. Luettu 6.3.2007.
- Svedström, Erkki 2005: Pediatriset kuvantamistutkimukset. Teoksessa Soimakallio, Seppo – Kivisaari, Leena – Manninen, Hannu – Svedström, Erkki – Tervonen, Osmo (toim.): Radiologia. Porvoo: WSOY. 569-571.
- Säteilysuojelu. Sosiaali- ja terveysministeriö. Verkkodokumentti. Päivitetty 25.8.2006. <<http://www.stm.fi/Resource.phx/vastt/tervh/thymp/sateily.htx>>. Luettu 28.8.2006.
- Säteilysuojelu 109. Ohjeita lääketieteellisessä säteilyaltistuksessa sovellettavista diagnostisista vertailutasoista. 1999. Euroopan komissio. Verkkodokumentti. <[http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/109\\_fi.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/109_fi.pdf)>. Luettu 6.9.2006.
- Säteilyturvakeskus. Verkkodokumentti. <[http://www.stuk.fi/stuk/toiminta/fi\\_FI/toiminta/](http://www.stuk.fi/stuk/toiminta/fi_FI/toiminta/)>. Luettu 6.3.2007.
- Tapiovaara, Markku – Pukkila, Olavi – Miettinen, Asko 2004: Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa Pukkila, Olavi (toim.): Säteilyn käyttö. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 13- 180.
- Tilastotieteen perusteet 2006. Verkkodokumentti. <<http://www.helsinki.fi/farmasia/pharmchemistry/Luento%205%202006.pdf>>. Luettu 6.3.2007.
- Toivonen, Matti - Miettinen, Asko - Servomaa, Antti 2000: Potilasannoksen määrittäminen: Annoksen ja pinta-alan tulon mittaaminen ja pinta-annoksen laskenta. Teoksessa Servomaa, Antti - Parviainen, Teuvo (toim.): Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2000. STUK-A 174. Helsinki: Oy Edita Ab. 100-109.

### Julkaisemattomat lähteet

HUS-Röntgen. Lasten ja nuorten sairaala. 2004. Kuvantamisprosessiin liittyvät ohjeet.

HUS-Röntgen. Lasten ja nuorten sairaala. 2006. RTG -mittauspöytäkirjat huone 1 ja 2.

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITYKSET

ESD, pinta-annos, entrance surface dose

DAP, annoksen ja pinta-alan tulo, dose-area product

Thorax-tutkimus on keuhkojen alueen natiiviröntgentutkimus.

AP, anterior posterior, tarkoittaa kuvaussuuntaa edestä taakse päin. Säteet tulevat potilaan etusuunnasta.

PA, posterior anterior, tarkoittaa kuvaussuuntaa takaa eteen päin. Säteet tulevat potilaan takapuolelta.

LAT, lateral, tarkoittaa potilaan sivu suunnasta otettua kuvaa. Säteet tulevat potilaan toiselta sivulta, yleensä oikealta sivulta päin.

Maaten tarkoittaa, että keuhkot on kuvattu potilaan maatessa vuoteella tai tutkimuspöydällä. Säteet tulevat tässä tapauksessa pöydän tai sängyn yläpuolelta, läpäisten potilaan etusuunnasta päin.

Vertailutasolla tarkoitetaan etukäteen määriteltyä röntgentutkimuksen säteilyannostasoa, jonka ei oleteta ylittävän normaalikokoiselle potilaalle hyvän käytännön mukaan tehtävässä toimenpiteessä.

Lasten tutkimusten vertailutasoilla tarkoitetaan erityisesti lastentutkimuksia varten laadittuja vertailutasoja, jotka Säteilyturvakeskus on laatinut ja julkistanut yhteistyössä eri sairaaloiden röntgenien kanssa.

Oikeutus eli oikeutusperiaate on, että radiologisesta tutkimuksesta tai toimenpiteestä koituvan hyödyn tulee olla suurempi kuin siitä keskimäärin aiheutuva haitta. Hoitava lääkäri ja viime kädessä radiologi päättää tutkimuksen oikeutuksesta.



Optimointi-periaatteen mukaan säteilyaltistus tulee rajoittaa niin pieneksi kuin inhimillisesti on mahdollista siten, että säteilytutkimukselle asetettu tavoite kuitenkin toteutuu.

ALARA tulee sanoista As Low As Reasonably Achievable, jolla tarkoitetaan myös säteilynkäytön optimointia eli säteilyaltistus on pidettävä mahdollisimman pienenä niin, että tutkimuksen tavoite kuitenkin toteutuu.

STUK eli Säteilyturvakeskus toimii säteily- ja ydinturvallisuutta vaalivina viranomaisina Suomessa. Se tutkii ja toimii asiantuntijana säteily- ja ydinturvaallisuus asioissa, ja valvoo kaikkea säteilyyn liittyvää toimintaa maassamme. Lisäksi se pyrkii näyttämään hyvää toiminnan suuntaa myös kansainvälisesti säteily- ja ydinturvallisuusasioissa.

HUS-Röntgen tarkoittaa Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin alueen röntgenkuvantamisyksiköitä.

HYKS Helsingin Yliopistollinen keskussairaala

LNS eli Lasten ja nuorten sairaala. Lasten ja nuorten sairaalaksi kutsutaan itseasiassa kaikkia Hyksin Lasten ja nuorten sairauksien toimialan Helsingin yksiköitä. Se toimii kahdessatoista eri toimipisteessä ympäri Helsinkiä. Se on erikoistunut lastentauteihin, lastenkirurgiaan, lastenneurologiaan ja lasten- ja nuorten neuropsykiatriaan. Kahtena suurimpana toimipisteenä ovat Lastenkliniikka sekä Lastenlinna. Lyhennettä LNS käytettäessä tarkoitetaan Lastenklinikan toimipistettä.

STM on yleinen lyhenne Sosiaali- ja terveysministeriöstä.



Huone 1	Projektio	Ikä	Sukupuoli	Paino	Jännite	Sähkömäärä	Fokus	Paksuus	Hila	ESD	DAP
Potilas	(PA/LAT)	(vuotta)	(t/p)	(kg)	(kV)	(mAs)	(iso/pieni)	(cm)	(kyllä/ei)	(mGy)	(mGy*cm^2)
1	PA	5	t	22	105	0,8	pieni	14	ei	0,0499	2
	LAT	5	t	22	105	1,23	pieni	20	ei	0,0819	3
2	PA	8	p	32	105	0,8	pieni	17	ei	0,0515	4
	LAT	8	p	32	105	1,23	pieni	25	ei	0,0867	4
3	PA	6	p	15	109	0,92	pieni	14	ei	0,0611	3
	LAT	6	p	15	109	1,23	pieni	18	ei	0,0854	3
4	PA	9	p	29	125	0,65	pieni	15	ei	0,055	4
	LAT	9	p	29	125	0,89	pieni	22	ei	0,0814	4
5	PA	9	t	50	125	1	pieni	20	ei	0,0894	7
	LAT	9	t	50	125	2,16	pieni	24	ei	0,2021	17
6	PA	6	p	27	105	0,8	pieni	16	ei	0,051	2
	LAT	6	p	27	105	1,23	pieni	21	ei	0,0829	4
7	PA	8	p	24	109	0,8	pieni	17	ei	0,0549	3
	LAT	8	p	24	109	1,23	pieni	21	ei	0,0883	3
8	PA	9	t	37	125	0,89	pieni	18	ei	0,0778	6
	LAT	9	t	37	125	2,33	pieni	26	ei	0,2231	19
9	PA	9	t	34	125	0,72	pieni	16	ei	0,0616	5
	LAT	9	t	34	125	1,17	pieni	25	ei	0,1107	7
10	PA	8	t	40	125	1,4	pieni	17	kyllä	0,1211	11
	LAT	8	t	40	125	3,13	pieni	24	kyllä	0,2929	26
11	PA	9	p	29	125	0,65	pieni	15	ei	0,055	4
	LAT	9	p	29	125	1,11	pieni	22	ei	0,1015	6
12	PA	6	t	20	105	0,8	pieni	13	ei	0,0493	2
	LAT	6	t	20	105	1,23	pieni	19	ei	0,081	3
13	PA	8	p	33	105	0,83	pieni	16	ei	0,0529	4
	LAT	8	p	33	105	1,23	pieni	23	ei	0,0848	5
14	PA	10	t	28	109	0,8	pieni	14	ei	0,0532	3
	LAT	10	t	28	109	1,23	pieni	20	ei	0,0873	4
15	PA	9	p	42	125	0,72	pieni	16	ei	0,0616	5
	LAT	9	p	42	125	1,11	pieni	24	ei	0,1039	10
16	PA	10	t	30	109	0,8	pieni	15	ei	0,0537	4
	LAT	10	t	30	105	1,23	pieni	22	ei	0,0838	4

?= tieto jäänyt merkitsemättä ja asia tulkittu muiden tutkimusten pohjalta

Huone 1	Projektio	Ikä	Sukupuoli	Paino	Jännite	Sähkömäärä	Fokus	Paksuus	Hila	ESD	DAP
Potilas	(PA/LAT)	(vuotta)	(t/p)	(kg)	(kV)	(mAs)	(iso/pieni)	(cm)	(kyllä/ei)	(mGy)	(mGy*cm^2)
17	PA	6	t	19	105	0,8	pieni	19	ei	0,0527	2
	LAT	6	t	19	105	1,23	pieni	20	ei	0,0819	3
18	PA	8	p	29	125	0,65	pieni	18	ei	0,0568	4
	LAT	8	p	29	125	0,89	pieni	23	ei	0,0823	5
19	PA	5	t	18	105	0,8	pieni	13	ei	0,0493	2
	LAT	5	t	18	105	1,23	pieni	20	ei	0,0819	2
20	PA	6	p	26	105	0,8	pieni	16	ei	0,051	2
	LAT	6	p	26	105	1,23	pieni	22	ei	0,0838	3

Huone 2	Projektio	Ikä	Sukupuoli	Paino	Jännite	Sähkömäärä	Fokus	Paksuus	Hila	ESD	DAP
Potilas	(PA/LAT)	(vuotta)	(t/p)	(kg)	(kV)	(mAs)	(iso/pieni)	(cm)	(kyllä/ei)	(mGy)	(mGy*cm^2)
1	PA	9	p	25	125	2,05	iso	15	kyllä?	0,1292	33
	LAT	9	p	25	125	1,16	iso	21	kyllä?	0,0782	13
2	PA	8	p	27	125	1,85	iso	20	kyllä?	0,1233	30
	LAT	8	p	27	125	2,74	iso	20	kyllä?	0,1826	38
3	PA	9	t	32	125	1,79	iso	16	kyllä?	0,114	29
	LAT	9	t	32	125	4,38	iso	22	kyllä?	0,2986	52
4	PA	9	t	22	125	1,61	iso?	13	kyllä?	0,0992	19
	LAT	9	t	22	125	3,06	iso?	20	kyllä?	0,2039	34
5	PA	5	t	19	121	0,9	pieni	15	ei	0,0519	25
	LAT	5	t	19	121	1,6	pieni	18	ei	0,0953	36
6	PA	7	p	28	121	0,9	pieni	15	ei?	0,0519	merkintä puuttuu
	LAT	7	p	28	121	1,6	pieni	23	ei?	0,1009	merkintä puuttuu
7	PA	9	t	29	125	1,79	iso	17	kyllä	0,1153	105
	LAT	9	t	29	125	4,19	iso	21	kyllä	0,2824	208
8	PA	6	p	29	125	1,92	iso	15	kyllä?	0,121	34
	LAT	6	p	29	125	2,3	iso	21	kyllä?	0,155	39
9	PA	7	t	21	121	0,9	pieni?	15	ei?	0,0519	39
	LAT	7	t	21	121	1,6	pieni?	21	ei?	0,0986	57
10	PA	8	p	45	125	1,8	iso?	19	kyllä?	0,1186	65
	LAT	8	p	45	125	1,8	iso?	28	kyllä?	0,1316	121
11	PA	7	t	18	121	0,9	pieni?	16	ei?	0,0525	37
	LAT	7	t	18	121	1,6	pieni?	20	ei?	0,0975	71
12	PA	6	p	26	121	1,25	iso	15	ei	0,0746	41
	LAT	6	p	26	121	1,6	iso	23	ei	0,1044	53
13	PA	5	t	16	109	0,8	iso	13	ei	0,0404	20
	LAT	5	t	16	109	1,1	iso	20	ei	0,06	42
14	PA	7	p	23	121	0,9	iso	16	ei	0,0543	38
	LAT	7	p	23	121	1,6	iso	22	ei	0,1032	60
15	PA	6	p	27	121	0,9	iso	15	ei	0,0537	47
	LAT	6	p	27	121	1,6	iso?	23	ei	0,1044	65
16	PA	5	p	19	121	0,9	pieni?	18	ei	0,0536	35
	LAT	5	p	19	121	1,6	pieni?	22	ei	0,0998	63

?= tieto jäänyt merkitsemättä ja asia tulkittu muiden tutkimusten pohjalta

Eva-Stiina Karvonen  
Satu Kunnari  
Katri Savolainen  
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma  
Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia

6.10.2006

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri  
HUS-Röntgen  
Johtava ylihoitaja Helena Nevantaus  
Tukholmankatu 2, PL 750, 00029 HUS

### TUTKIMUSLUPA-ANOMUS

Opiskelemme röntgenhoitajiksi Helsingin ammattikorkeakoulussa ja valmistumme toukokuussa 2007. Opinnäytetyön tekeminen on osana oppimistamme radiografian ja sädehoidon koulutusohjelmassa. Anomme tutkimuslupaa opinnäytetyötämme varten, joka käsittelee 5-10 -vuotiaiden pinta-annoksia thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalan röntgenissä. Tutkimuksen on määrä valmistua keväällä 2007.

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää pinta-annoksia 5-10 -vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalan röntgenissä. Tuloksia verrataan Säteilyturvakeskuksen tuoreisiin lasten tutkimusten vertailutasoihin sekä pohditaan niiden merkitystä säteilyturvallisuuden kannalta. Lasten ja nuorten sairaala hyötyy tutkimuksesta, sillä potilaiden säteilyannoksia on seurattava säännöllisesti.

Aineisto kerätään Lasten ja nuorten sairaalaan thorax-tutkimuksiin tulevista sopivan ikäisistä potilaista sattumanvaraisessa järjestyksessä. Tutkimuslomake on saatu Lasten ja nuorten sairaalan röntgenistä. Toivomme, että saisimme kerätä aineiston loka-joulukuussa 2006 ja tarvittaessa vuoden 2007 alussa. Käytännön järjestelyistä sovimme osastonhoitajan kanssa. Emme kerää henkilötietoja, joista potilaat olisivat tunnistettavissa. Tietoja käytetään ainoastaan tähän tutkimukseen.

Kunnioitavasti,

---

Eva-Stiina Karvonen  
Röntgenhoitajaopiskelija  
050-5335421

---

Satu Kunnari  
Röntgenhoitajaopiskelija  
040-5057082

---

Katri Savolainen  
Röntgenhoitajaopiskelija  
050-3515703

---

Marjo Mannila  
Lehtori

---

Anne Kangas  
Lehtori

---

Helena Nevantaus  
Johtava ylihoitaja

Tutkimuslupa myönnetty /evätty \_\_\_/\_\_\_2006