

**S T A D I A**

**HELSINGIN AMMATTIKORKEAKOULU**

---

# **EU:n kuvanlaatukriteerien täytyminen vatsan alueen tietokonetomografiatutkimuksissa Päijät-Hämeen keskussairaalassa**

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma,  
Röntgenhoitaja  
Opinnäytetyö  
20.11.2007

---

Taija Koskenkorva



Koulutusohjelma		Suuntautumisvaihtoehto	
Radiografia ja sädehoito			
Tekijä/Tekijät			
Taija Koskenkorva			
Työn nimi			
EU:n kuvanlaatuksiteerien täytyminen vatsan alueen tietokonetomografiatutkimuksissa Päijät-Hämeen keskussairaalassa			
Työn laji	Aika	Sivumäärä	
Opinnäytetyö	syksy 2007	29 + 5 liitettä	
<p>TIIVISTELMÄ</p> <p>Tämän työn tarkoituksena on arvioida vatsan tietokonetomografiatutkimusten (TT-tutkimusten) kuvanlaatua ja säteilyannosta käyttäen apuna EU:n luomia kriteerejä, sekä tuottaa lomake TT:n sisäisen laadunvarmistuksen tekemiseen. Työ voidaan esittää seuraavassa auditoinnissa näyttönä itsearvioinnin toteuttamisesta Päijät-Hämeen keskussairaalassa.</p> <p>Lomake laadittiin EU-kriteerien pohjalta yhteistyössä radiologin kanssa. Sen avulla kerättiin taustatiedot 22:sta vatsan alueen rutiinikuvauksesta. Kuvien laatua tarkasteltiin työasemalta kahden ihmisen toimesta vatsan alueen yleisten ja elinten yksityiskohtaisten kriteerien avulla. Kuvista laskettiin kontrasti-kohinasuhteet ja kirjattiin säteilyannokset. Tutkimuksessa kiinnitetään huomiota varjoaineen oikea-aikaisuuteen ja määriin, kuvausalueen rajaukseen sekä tutkimusindikaation oikeellisuuteen.</p> <p>Potilaat olivat iältään 34 - 84 -vuotiaita, 14 naista ja 8 miestä. Potilaiden painon keskiarvo oli 70,2 kg ja painoindeksi 25,04. Yksi kuvaus olisi voitu korvata ultraäänitutkimuksella, muutoin tutkimusindikaatiot olivat TT-tutkimukseen sopivia.</p> <p>Säteilyannoksen keskiarvoksi tuli 631,5 DLPw, joka ylittää hiukan Säteilyturvakeskuksen vertailuarvon, 600 DLPw. Osin tämä johtuu ylimääräisistä leikkeistä, joita oli 15 kuvauksessa 1 - 8 kpl. Kontrasti-kohinasuhdetta verrattiin painoon, painoindeksiin sekä säteilyannokseen. Paino oli ainoa muuttuja, jolla oli kontrasti-kohinasuhteen kanssa riippuvuus. Varjoaine oli care bolus-tekniikan ansiosta oikea-aikainen jokaisessa kuvauksessa. Varjoainemäärää oli muutettu potilaan painon mukaan vain kahdessa tapauksessa, jolloin varjoainekontrasti ei ollut optimaalinen kaikissa kuvauksissa.</p> <p>Elinten erotettavuuden EU-kriteerit toteutuivat 99,7 %:sti, koska yhdessä kuvauksessa kuvausalueen yläosasta puuttui leikkeitä. Visuaalinen terävyys toteutui 98,4 %:sti. Terävästi ei ollut erotettavissa 0,3 % kriteereistä ja 1,3 %:ssa kriteerit eivät olleet arvioitavissa. Eniten ongelmia aiheuttavat kapeat rakenteet kuten haimatiehyet ja virtsateiden distaaliosat.</p> <p>Työstä saatuja tuloksia hyödynnetään Päijät-Hämeen keskussairaalassa painottamalla uudelleen varjoainemäärän laskemista potilaan painon mukaan, kiinnittämällä huomiota kuvausalueen huolelliseen rajaukseen ylimääräisten leiketason välttämiseksi ja laatimalla uudet tiukemmat määräykset suojien käytöstä TT-tutkimuksissa.</p>			
Avainsanat			
Tietokonetomografia, EU-kriteerit, kuvanlaatu, laadunvarmistus, auditointi			



Degree Programme in <b>Radiography and Radiotherapy</b>		Degree <b>Bachelor of Health Care</b>	
Author/Authors <b>Taija Koskenkorva</b>			
Title <b>Meeting EU Image Quality Criteria in Abdominal Computed Tomography Examinations in the Päijät-Häme Central Hospital</b>			
Type of Work <b>Final Project</b>	Date <b>Autumn 2007</b>	Pages <b>29 + 5 appendices</b>	
<p><b>ABSTRACT</b></p> <p>The purpose of this study was to evaluate image quality and radiation dose of abdominal CT examinations by using the EU criteria and to produce a form for internal quality assurance in CT. The study can be presented in next auditing as display that internal quality assurance has been done.</p> <p>The form is based on EU criteria. Information from twenty-two routine abdominal examinations was collected and image quality was checked with the form by using general abdominal and detailed abdominal criteria. Basic information about the examinations was also observed.</p> <p>Average radiation dose was 631,5 DLPw, when the reference value is 600 DLPw. Weight was the only variable which had correlation with contrast to noise ratio. Only in two examinations the contrast media volume was changed along with patient's weight and the contrast was not optimal in all examinations.</p> <p>The criteria of visualisation of organs in abdomen was met in 99,7 %. The criteria of critical reproduction was met 98,4 %. 0,3% of criteria was not visualised and 1,3% could not be estimated.</p> <p>This work will be utilized in the Päijät-Häme central hospital. Attention has been paid to contrast media volume, scan field limiting and using shields in CT examinations.</p>			
Keywords <b>computed tomography, EU criteria, image quality, auditing, quality assurance</b>			

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO .....	1
2 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT JA TEORIA .....	2
2.1 Auditointi .....	3
2.2 Laadunvarmistus .....	4
2.3 Vatsan alueen tietokonetomografiatutkimus Päijät-Hämeen keskussairaalassa .....	4
2.4 Kuvanlaatu .....	6
2.5 Säteilyannos tietokonetomografiassa .....	7
2.6 Säteilyannoksen ja kuvanlaadun suhde .....	8
3 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET .....	10
3.1 Kuvanlaatu .....	10
3.2 Säteilyannos .....	10
3.3 EU-Kriteerit .....	12
3.4 Laadunvarmistus .....	12
3.5 Yhteenveto .....	13
4 TUTKIMUSONGELMAT JA TAVOITTEET .....	14
5 AINEISTO, MENETELMÄT JA LUOTETTAVUUS .....	15
6 TULOKSET .....	17
6.1 Taustatiedot .....	17
6.2 TT-Kuvaus .....	18
6.3 EU-Kriteerien täytyminen .....	19
7 TULOSTEN TARKASTELOA .....	19
7.1 TT-kuvaus .....	19
7.2 EU-Kriteerien täytyminen .....	23
8 POHDINTA .....	24
8.1 Tuloksista .....	24
8.2 Hyöty toimeksiantajalle .....	25

LIITTEET	Tutkimuslupa
	Tiedonkeruulomake ja tulokset

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön idea syntyi Päijät-Hämeen keskussairaalassa kun kävi ilmi, että tietokonetomografiakuvauksiin tarvittiin itsearviointimenetelmää seuraavaa auditointia varten. Asian taustoja selvennettyäni ja radiologia konsultoituani aloitin tiedonkeruun teoriapohjasta ja aiheeseen liittyvistä tutkimuksista. Tässä työssä on esitelty uusimpia ja tärkeimpiä tutkimuksia, jotka tukevat teoriaa. Aihena ovat tietokonetomografialaitteen laadunvarmistus, säteilyannokset, kuvanlaatu ja EU-kriteerit. Tutkimuksia on tehty ulkomailla paljon ja Suomessa aiheeseen liittyvät tärkeimmät selvitykset on tehnyt Säteilyturvakeskus (STUK).

Päijät-Hämeen keskussairaalan radiologian osaston viime auditoinnissa kehittämistarpeeksi nousi itsearviointi. Auditointi suoritetaan joka viides vuosi ja sitä varten työpaikan on tehtävä erinäisiä selvityksiä. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (423/2000) 19. pykälässä toiminnan itsearvioinnista mainitaan:

Toiminnan harjoittajan tulee edistää säteilyn lääketieteelliseen käyttöön osallistuvien henkilöiden omatoimisia arviointeja toiminnan kehittämiseksi. Arviointi voidaan tarvittaessa tehdä yhteistyössä arvioinnin tueksi kutsutun ulkopuolisen asiantuntijan kanssa.

Tämän työn yhtenä tarkoituksena on tuottaa väline, tarkemmin sanottuna lomake tietokonetomografialaitteen (TT:n) sisäisen laadunvarmistuksen tekemiseen. Tässä laadunvarmistuksessa verrataan EU:n suosittelemia kriteerejä TT-laitteella saatavien kuvien laatuun. Tutkimus on rajattu koskemaan vatsan alueen kuvauksia. TT-kuvia tarkastellaan tietokoneen näytöltä ja kuvien laatu arvioidaan kahden ihmisen toimesta. Tulokset esitetään prosentteina ja keskiarvoina yksinkertaisessa muodossa. Laadunvarmistukseen liittyy myös muun muassa palveluiden laatu ja laitteen toiminnan tarkastus säännöllisesti, mutta näitä ei tässä tutkimuksessa huomioida. Tarkoitus on saada tietoa kuvanlaadusta ja kontrasti-kohinasuhteesta, säteilyannoksista sekä varjoaineen oikea-aikaisuudesta.

EU:n laatukriteerit tietokonetomografiakuvauksissa ovat EU:n asiantuntijatyöryhmien laatimia röntgentutkimuksia koskevia suosituksia, jotka on tarkoitettu ohjaamaan säteilyturvallisuuksi sekä tutkimuksen teknistä ja kliinistä laatua. Tässä tutkimuksessa

EU-kuvanlaatukriteereillä tarkoitetaan Euroopan unionin määrittelemiä vaatimuksia tietokonetomografiakuvauksissa visualisoituville anatomisille rakenteille.

Tällä työllä haetaan vastausta uuden 64-leikelaitteen tuottamaan kuvanlaatuun ja verrataan annostasoja Säteilyturvakeskuksen suosituksiin. Lomakkeen avulla kerätään tietoa anatomisten yksityiskohtien näkymistä ja erottumista toisistaan vatsan alueen tutkimuksissa. Työstä nousee varmasti myös se kysymys, voisiko pienemmillä säteilyannoksilla aikaansaada tarpeeksi diagnostista kuvanlaatua vai onko nykyinen optimointi jo tarpeeksi hyvällä tasolla.

## 2 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT JA TEORIA

Tietokonetomografiatutkimusten määrä on kasvanut jatkuvasti. Tutkimusten osuus kaikista röntgentutkimuksista vuonna 2000 oli 5 % ja yliopistollisissa sairaaloissa 13 % (Hakanen 2002). Vuoteen 2005 TT-tutkimusten määrä kaikista tutkimuksista oli jo 7 % ja tämä tarkoittaa 30 % nousua tutkimusmäärissä verrattuna vuoteen 2000. Vatsan varjoaineella tehtävät TT-kuvaukset lisääntyivät 118 %. (Tenkanen - Rautakoski 2006.) Säteilyannokset näissä tutkimuksissa ovat suuria ja ongelmaa aiheuttaa osaltaan se, että kuvanlaatu paranee sitä mukaa kun sädeannos kasvaa, mutta diagnostiseen kuvanlaatuun päästäisiin pienemmälläkin annoksella. Parempi kuvanlaatu saattaa miellyttää silmää, mutta ALARA-periaatteen mukaisesti riittävään kuvanlaatuun on pyrittävä mahdollisimman pienellä sädeannoksella, eli tavoitteena olisi oltava diagnostisesti riittävä, ei silmää miellyttävä kuva. Tämä on varmasti osaltaan johtanut siihen että tutkimusten mukaan sädeannoksissa on suuria käyttäjäkohtaisia eroja. Iso-Britanniassa on todettu jopa 40-kertaisia eroja, Norjassa 20-kertaisia ja Suomessakin 5-kertaisia samoja alueita kuvattaessa. Suurin efektiivinen annos aiheutuu juuri vatsanalueen tutkimuksesta, jos se tehdään sekä ilman varjoainetta että sen kanssa, noin 12-15 mSv. (Dunn - Hillier - Lewis - Shrimpton 2005.)

Edellä mainittujen seikkojen takia halutaan saada viitettä Päijät-Hämeen keskussairaalan uuden tietokonetomografialaitteen tuottamasta kuvanlaadusta vatsanalueen tutkimuksissa. Koska sopivien kriteerien määrittäminen ja kuvanlaadun arviointi objektiivisesti on vaikeaa, radiologin konsultoinnin jälkeen päädyttiin käyttämään EU:n määrittämiä kuvanlaatukriteerejä, vaikka ne ovatkin tähän tarkoitukseen karkeita. Objektiivista tietoa saadaan lisäksi sädeannoksesta

annosnäytöltä ja kontrasti-kohina suhteesta, jonka voi laskea näytöltä tutkimuksen jälkeen.

Tällä tutkimuksella on merkitystä myös tulevaan auditointiin. Edellisessä auditoinnissa kehitysalueeksi mainittiin sisäinen laadunvarmistus ja itsearviointi työpaikalla. Tulokset voidaan esittää seuraavan auditoinnin aikana näyttönä kehittämisalueen täyttämisenä.

## 2.1 Auditointi

Kliininen auditointi määritellään MED-direktiivissä:

Lääketieteellisten radiologisten toimintojen systemaattinen tulkinta ja tarkastelu, jolla pyritään parantamaan potilaan hoidon laatua ja tulosta käyttämällä järjestelmällistä arviointia, jossa radiologisia käytäntöjä, toimintoja ja tuloksia vertaillaan hyvän lääketieteellisen radiologisen toiminnan hyväksytyihin standardeihin, muutetaan käytäntöjä tilanteen mukaan sekä otetaan käyttöön uusia standardeja. (Karppinen - Järvinen 2006: 64.)

Auditoinnin sisältö määritellään säteilylain 39 c pykälässä:

Toiminnan harjoittaja on velvollinen järjestämään säteilyn lääketieteellisen käytön suunnitelmallisen arvioinnin (kliininen auditointi), jossa:

- 1) selvitetään noudatettuja tutkimus- ja hoitokäytäntöjä, säteilyaltistuksia sekä tutkimus- ja hoitotuloksia;
- 2) vertaillaan niitä hyväksi todettuihin käytäntöihin; sekä
- 3) esitetään tarpeelliseksi arvioituja toimenpiteitä käytäntöjen kehittämiseksi ja perusteettoman säteilyaltistuksen ehkäisemiseksi. (Säteilylaki 1991.)

Auditointi on arviointia, se ei ole tarkastusta, määräysten valvontaa tai viranomaistoimintaa. Auditointi on avointa ja laajuudeltaan ennalta sovitun mukaista. Sopivin väliajoin tehdyillä auditoinneilla voidaan todeta, täyttääkö toiminta jatkuvasti laatujärjestelmän vaatimukset. (Servomaa 1999: 64.) STM:n asetuksen 423/2000 mukaan auditoinnit tulee järjestää niin, että ne täydentävät toiminnan itsearviointia. Auditointeja suoritetaan viiden vuoden välein ja kliinisen auditoinnin voivat suorittaa pätevät, kokeneet ja riippumattomat asiantuntijat. Päijät-Hämeen keskussairaalan radiologian osastolla edellinen auditointi tehtiin vuonna 2003.

## 2.2 Laadunvarmistus

Onnistuneen radiologisen toimenpiteen tai luotettavan tutkimustuloksen aikaansaamiseksi tarvitaan toimivaa työhjeistusta ja laitteistoa. Sen takia röntgenlaitteiston ja -toiminnan on täytettävä tietyt kriteerit, joita säännöllisesti tarkkaillaan. Keskeisin osa säteilyturvallisuuden varmistamisessa on röntgenlaitteiden toimintakunnon ja suoritusominaisuuksien järjestelmällinen valvonta, jonka suorittamista Säteilyturvakeskus tarkkailee. (Pukkila 2004: 171, 173.)

Säteilylain 40 § velvoittaa suorittamaan laadunvarmistusta:

Toiminnan harjoittaja on velvollinen toteuttamaan suunnitellut ja järjestelmälliset toimenpiteet sen varmistamiseksi, että säteilylähteet sekä niihin liittyvät laitteet ja välineet ovat kunnossa ja että niiden käyttöä koskevat ohjeet ja menettelyt ovat asianmukaiset (Säteilylaki 1991).

Päijät-Hämeen keskussairaalassa tehdään tietokonetomografialaitteelle säännölliset testit joka aamu ja viikottain. Suuremmat laadunvarmistustoimet suoritetaan huoltojen yhteydessä laitteen valmistajan toimesta. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan lähemmin koneen tuottamaa kuvanlaatua normaalitoiminnassa oikeilla potilailla, eikä siis vain fantomeilla. Näin mukaan saadaan todellista muuttuvaa materiaalia, sillä jokainen potilas on anatomialtaan erilainen. Tätä tilannetta ei fantomimittauksilla pystytä jäljittelemään.

## 2.3 Vatsan alueen tietokonetomografiatutkimus Päijät-Hämeen keskussairaalassa

Tietokonetomografia on röntgenmenetelmä, jossa useasta eri suunnasta tähdätyillä röntgensäteillä kuvataan elimistöä ja tietokone laskee kuvien yhteistuloksesta ns. leikkeen eli kuvatulta alueelta poikkileikkauskuvan. Kuvan laskeminen perustuu röntgensäteilyn vaimenemiseen sen kulkiessa kuvattavan alueen läpi. Tavalliseen röntgenkuvaan verrattuna etuina ovat muun muassa se, että elimet eivät kuvaudu päällekkäin ja leikkeistä on mahdollista tehdä kolmiulotteisia malleja, jotka helpottavat tulkittamista. TT-kuvauksella on myös helppo erottaa pienet vaimennuserot, jolloin pehmytkudoksetkin on mahdollista erottaa toisistaan. Kudosten erottuminen toisistaan paranee, jos kuvauksessa käytetään varjoainetta. (Pukkila 2004: 44 - 45.)

Vatsanalueen tutkimukset tehdään tavallisesti spiraali- eli helikaalitoiminnolla, jolloin tutkimuspöytä liikkuu koko ajan tasaisesti samalla kun röntgenputki pyörii potilaan



ympärillä. Yhden röntgenputken pyörähdyksen aikana saatavat leikemäärät ovat kasvaneet tekniikan kehittyessä. Usean leikkeen kuvaaminen samanaikaisesti on mahdollista kun sijoitetaan säteilyn ilmaisimia eli detektoreja useaan riviin detektorikaareen. (Pukkila 2004: 45 - 47.)

Päijät-Hämeen keskussairaalassa on kesällä 2006 tullut Siemens Somatom Sensation TT-laite, joka kykenee ottamaan 64 leikettä yhden röntgenputken pyörähdyksen aikana. Kuvauksissa on käytössä automaattinen annosmodulaatio, jonka avulla suunnittelukuvan aikana määräytyy kuvauksessa tarvittu virtamäärä. Näin potilaan sädeannos pienenee ja kuvanlaatu pysyy tasaisena koko kuvasarjassa.

Varjoainetutkimuksissa on tärkeää ajoittaa kuvauksen aloitus oikein, niin että kohde-elimissä tai -suonessa on optimaalinen määrä varjoainetta. Tämän takia laitteessa on myös ”Bolus Tracking” eli bolusseurantajärjestelmä. Se tarkkailee varjoaineen määrää valitussa suonessa ja käynnistää kuvauksen oikealla hetkellä. (Syngo CT 2006: 99)

Vatsanalueen rutiinitutkimus tehdään epäselvien tuumoreiden etsimiseen ja metastaasien kontrollitutkimukseen tai etsintään, mutta se soveltuu myös tilanteisiin, jossa tarkempaa kohde-elintä ei ole tiedossa. Tutkimus voidaan tehdä monivaiheisesti eli valtimo- ja laskimovaiheessa (arteria- ja venavaihe). Tällöin tarvitaan kaksi kuvauspakkaa; arteriavaiheessa kuvataan ylävatsa palleasta suoliluun harjaan ja venavaiheessa palleasta symfyysiin. Pelkässä laskimovaiheen kuvauksessa yksi pakka riittää palleasta symfyysiin saakka. Tässä tutkimuksessa keskitytään venavaiheen sarjoihin.

Esivalmisteluna potilas juo noin litran vettä 1 - 2 tunnin ajan. Ennen kuvausta laitetaan kyynärtaipeeseen kanyyli. Potilaalle kerrotaan tutkimuksen kulku, varjoaineen käyttö ja kysytään mahdollisista allergioista. Tämän jälkeen potilas asetellaan tutkimuspöydälle selälleen, kädet pään yläpuolelle nostettuna. Pöytä ajetaan aloitusasentoon kohdistuslasereiden avulla. Keskitys tehdään miekkalisäkkeen kohdalle. Varjoaineruisku tarkistetaan ja yhdistetään kanyyliin sekä valitaan ruiskun ohjelma. Yleisimmin käytössä oleva varjoainemäärä on 1,5 ml/kg ja virtausnopeus 3 ml/s.

Kuvaus aloitetaan topokuvalla, johon suunnitellaan kuvauspakka ja määritetään bolusseurantaa varten tarvittava taso, yleensä 12. rintanikaman kohdalle. Tältä tasolta

otetaan leike, johon laitetaan mittauspiste (ROI-piste) aortaan. Sen avulla seurataan varjoaineen saapumista aortaan. Tämän jälkeen käynnistetään varjoaineruisku ja samaa leikettä kuvataan niin kauan kunnes aortan varjoainepitoisuus saavuttaa ennalta määrätyn tason, 100 HU:ta (HU-arvo: Hounsfield-unit, mittayksikkö, jolla mitataan röntgensäteilyn vaimenemista TT:ssä. Veden HU-arvo on nolla, ilman -1000 ja luun jopa yli +1000). Kuvaus alkaa automaattisen laukaisun avulla. Tämä esivalmisteluvaihe antaa myös normaalia enemmän annosta kuvattavalle potilaalle ja tämä kirjataan myös ylös tässä tutkimuksessa.

Kuvauksen päätyttyä kuvat siirretään arkistoon 5 mm aksiaalisuunnan leikkeinä ja 3 mm koronaalisuunnan leikkeinä. Radiologin työasemalle menee myös 1 mm aksiaalileikkeet 0,7 mm limityksellä, jolloin elinten erotettavuus paranee. (Päijät-Hämeen keskussairaala 2006)

#### 2.4 Kuvanlaatu

Koska tietokonetomografiatutkimuksen tarkoituksena on saada tietoa potilaan terveydentilasta, tulisi kuvien laatua mitata kuvista saatavan diagnostisen tarkkuuden avulla. Tämä on kuitenkin hyvin hankalaa, sillä tarkkuuteen vaikuttavat niin useat muuttujat. Teknisen laadun lisäksi tekijöitä ovat anatomiset erot, kuvien tulkitsejan kokemus ja taito, tutkimusindikaatio ja potilaan ennakkotiedot. Hyvin tehdyssä tutkimuksessa kuvien tulee myös kattaa koko tarvittava alue, potilaan asettelun ja kuvaustekniikan on oltava sovitun mukaista. Tällöin kuvien tulkinta helpottuu eikä ole epätietoisuutta siitä, johtuuko poikkeuksellinen kuva potilaasta vai asettelusta.

Sellaista kuvien laadun mittaa, joka soveltuisi yleisesti kaikkiin tutkimuksiin ei ole olemassa, vaan kuvanlaatu on määriteltävä sille asetetun tehtävän mukaan. Esimerkiksi eri kohteiden kuvaamisessa saatetaan tarvita pienien yksityiskohtien erottumista, säteilyn vaimentumisen kannalta vain vähän ympäristöstään erottuvien kohteiden näkymistä, luun ja pehmytkudoksen tai ilman ja pehmytkudoksen välistä rajaa. Tämän takia kuvausmenetelmille ja –tekniikoillekin tarvitaan erilaisia vaatimuksia.

Teknisiä kuvanlaatu tekijöitä ovat kontrasti, terävyys ja kohina. Nämä kaikki kolme yhdessä vaikuttavat yksityiskohtien havaittavuuteen röntgenkuvassa. Tietokonetomografiassa kuvanlaatu on sitä parempi, mitä pienempiä yksityiskohtia

(spatiaaliresoluutio) tai tiheyseroja (matalan kontrastin resoluutio) kuvista pystytään erottamaan.

Kohina TT-kuvissa näkyy homogeenisen kohteen tiheyden vaihteluna. Suuri kohina tekee lopulta pienten kontrastierojen ja yksityiskohtien havaitsemisen mahdottomaksi. Tämän takia kohina on tärkein kuvan diagnostiseen laatuun vaikuttava ykstitäinen tekijä. (Pukkila 2004:80 - 97.)

## 2.5 Säteilyannos tietokonetomografiassa

Röntgentutkimuksen suorittamista koskee kolme säteilysuojelun periaatetta: Oikeutus-, yksilönsuoja- ja optimointiperiaate. Oikeutusperiaatteen mukaan säteilylle altistava toiminta on oikeutettua vain, jos siitä on enemmän hyötyä kuin haittaa. Yksilönsuojaperiaate tarkoittaa sitä, että yksilön säteilyaltistus ei ylitä asetuksella vahvistettavia enimmäisarvoja. Optimointiperiaate taas tarkoittaa, että säteilylle altistavassa toiminnassa on säteilyaltistus aina pidettävä niin pienenä kuin kohtuudella on mahdollista. (Säteilylaki 1991) Tässä tutkimuksessa otamme huomioon tutkimusindikaation ja seuraamme säteilyannoksen suuruutta verrattuna kuvanlaatuun.

Tietokonetomografiatutkimuksessa säteilyannoksen jakautuminen poikkeaa normaalista natiivikuvantamisesta siinä, että annos jakautuu tasaisemmin koko kuvattavalle alueelle. Tämä johtuu siitä, että röntgenputki pyörittää potilaan ympäri ja säteilykeila kohdistuu potilaaseen tasaisesti koko kuvattavalta alueelta. Säteily kohdistuu kuvattavan leikkeen alueelle ja annos pienenee nopeasti leikealueelta etäännyttäessä. (Pukkila 2004:117, 131.)

EU:n kuvantamissuosituksessa on määritelty potilaan säteilyaltistusta kuvaavat suureet, painotettu annosindeksi  $CTDI_w$  ja annoksen ja pituuden tulo  $DLP$ , sekä säteilyaltistuksen mittausmenetelmät ja mittauksissa käytettävät fantomit.  $DLP$  arvosta voidaan johtaa suoraan efektiivinen säteilyannos. (European Commission 1999.)

Säteilyturvakeskuksen antamissa vertailutasoissa ilmoitettu  $CTDI_w$ -arvo tarkoittaa keskimääräistä annosta eli pitch-tekijällä korjattua painotettua annosindeksiä ( $CTDI_w/pitch$ -tekijä eli  $CTDI_{vol}$ ). (Säteilyturvakeskus 2007) Tätä suuretta kutsutaan TT-annoksen tilavuuskeskiarvoksi ja sen merkintänä käytetään  $MSAD_w$ . (Säteilyturvakeskus 2004.)

	symboli:	mittayksikkö:
Painotettu annoksen ja pituuden tulo	DLPw	Gy · cm (mGy · cm)
TT-annoksen tilavuuskeskiarvo	MSADw (CTDIvol)	Gy (mGy)

(Järvinen 2005: 16).

Päijät-Hämeen keskussairaalan TT-laitteessa annos ilmoitetaan sekä CTDIvol- että DLP-arvona. Tutkimuksessa tarkastelemme DLP-arvoa, koska myös EU:n laatuksiteereissä käytetään tätä samaa yksikköä ilmaisemaan koko tutkimuksesta aiheutuvaa säteilyannosta. DLPw kertoo siis potilaalle koko tutkimuksesta aiheutuvan säteilyannoksen ja siitä on kertoimilla laskettavissa myös efektiivinen säteilyannos, joka kuvaa säteilyn aiheuttamaa kokonaishaittaa.

## 2.6 Säteilyannoksen ja kuvanlaadun suhde

Sädeannokseen ja kuvanlaatuun vaikuttavat inhimilliset, laitteesta riippuvat, käyttäjästä riippuvat ja kohteesta riippuvat tekijät. Inhimillisiä tekijöitä ovat muun muassa huolimattomuus, kouluttamattomuus ja suuri työmäärä. Laitteissa on eroja esimerkiksi geometrian, detektorien, annosodulaatiotekniikoiden suhteen. Käyttäjä voi valita kuvauskohteen mukaan kV- ja mAs-arvot, pitch-tekijän, putken rotaatioajan, leikepaksuuden ja kuvausalueen rajauksen. Myös kuvattavan kohteen paksuus ja koostumus vaikuttavat tarvittavaan sädeannokseen. (Lantto 2006:3.)

Näistä helpoiten on vaikutettavissa inhimillisiin ja käyttäjästä riippuviin tekijöihin, eli koneen käyttötapoihin ja kuvausparametrien valintaan. Sädeannosta voidaan vähentää esimerkiksi laskemalla putkijännitettä (kV), mutta sen vaikutus kuvanlaatuun on monimutkainen. Sen alentaminen parantaa pehmytkudoskontrastia, mutta lisää samalla kohinaa. Vatsan alueen kuvauksissa yleensä on parasta käyttää 120 kV:a. Sähkömäärän (mAs- eli putkivirran mA-määrä kerrottuna putken pyörähdysajalla, s) laskeminen on helpoin tapa pienentää sädeannosta. Tällöin annos laskee suoraan verrannollisesti, joskin kohina lisääntyy samalla kääntäen verrannollisesti mAs-arvon neliöjuureen. Erityisen varovainen mAs:n pienentämisessä kannattaa olla silloin, kun kuvataan pieniä kontrastieroja sisältäviä alueita, kuten maksatumoreita. (Lantto 2006: 7 - 8.)

Automaattista putkivirranmodulaatiota (AEC) käytettäessä sädeannos pysyy optimaalisena ja kuvanlaatu vakiona koko ajan, kun laite automaattisesti säätää

putkivirtaa potilaan koon ja tiiviyn mukaan. Potilaan pituusakselin suunnassa (z-akseli) tarvittava mAs määräytyy suunnittelu- eli topokuvan perusteella. X- ja Y-akselin suunnassa laite säätää arvoa edellisen leikkeen, topokuvan tai edellisen kuvan 180 asteen perusteella. Tätä tekniikkaa käytettäessä säteilyannos vähenee huomattavasti, keskimäärin 30 %. (Lantto 2006: 9.)

Putken pyörähdysaika tulisi pitää mahdollisimman pienenä. Aika on laskenut tekniikan kehittyessä jopa 0,33 sekuntiin. Lyhyt pyörähdysaika vähentää liikeartefaktoja, kuvausaika lyhenee ja hengityspidätysaika pienenee. Tosin ajan laskiessa ja virran ollessa muuttumaton myös kohina lisääntyy, jolloin varsinkin paksuissa kuvauskohteissa pyörähdysajan pituutta voi joutua kasvatamaan. Pitch-tekijä (pöydän liike yhden röntgenputken pyörähdysajan aikana suhteessa kollimaatioon tai leikepaksuuteen) vaikuttaa suoraan annokseen. Pitchin kasvattaminen vähentää annosta ja liikeartefaktoja, mutta huonontaa kontrastia ja z-akselin suuntaista resoluutiota. Kasvattamista tulisi harkita kuvausindikaation mukaan. Vatsan alueella suositeltava pitch on yli 1. (Lantto 2006: 10.)

Myös kuvausalueen rajaaminen vaikuttaa huomattavasti sädeannokseen. Monileikelaitteilla kollimaation kapeneminen nostaa annosta, koska osa sädekeilasta menee detektoririvin ulkopuolelle. Suurin merkitys tällä on nelileikelaitteissa ja vaikutus pienenee useampileikkeisissä laitteissa. (Lantto 2006: 11 - 13.)

Ohuista leikkeistä erotetaan pienempiä yksityiskohtia, mutta kohina lisääntyy. Paksuilla leikkeillä taas kohinan vaikutus vähenee ja pehytkudoskontrasti paranee. Paksuissa leikkeissä osatilavuusartefaktat korostuvat ja pienet yksityiskohdat eivät enää erotu niin hyvin kuvan z-suunnassa. Kuvat rekonstruoidaan tutkimuksen jälkeen tietokoneella ja tähän on käytössä erilaisia tekniikoita, jotta kuvanlaatu vielä paranisi ilman, että potilaan sädeannos kasvaa. Näitä ovat esimerkiksi rekonstruktiofilterit (kernelit) ja leikepaksuuden valinta (Lantto 2006: 11 - 13.)

### 3 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

#### 3.1 Kuvanlaatu

Kalra ym. 2003 ovat tutkineet kuvanlaadun parantumista kun vatsan alueen TT-tutkimuksissa käytetään kohinaa vähentäviä filtereitä. Vertailussa oli tavallisella mAs-määrällä ja 50 % pienemmällä mAs:lla kuvattuja tutkimuksia, joihin oli käytetty kuutta kohinaa vähentävää filteriä. Kolme radiologia arvioi kohinaa, terävyyttä, kontrastia ja yleistä kuvanlaatua ottaen huomioon vatsan alueen elinten kuvautumisen. Kohina ja kontrasti-kohinasuhde mitattiin. Tuloksena oli, että matalan annoksen kuvat olivat tilastollisesti merkitsevästi huonompia ja kolmen eri filterin aiheuttama kohinan vähennys oli tilastollisesti merkitsevää. Johtopäätöksenä todettiin että, filterit vähentävät kohinaa ja kuvanlaatu paranee matalan annoksen TT-kuvissa. (Radiology 2003; 228: 251 - 256.)

Kalra ym. 2002 ovat tehneet kliinisen vertailun standardi annoksen ja 50 % vähennetyt annoksen aiheuttamasta kuvanlaadusta vatsan alueen TT-tutkimuksissa. Tutkimuksessa oli mukana 39 yli 65-vuotiasta potilasta, joilla oli tai on ollut syöpä. Varjoainetutkimuksen jälkeen otettiin neljä leikettä ensin normaali annoksella ja sitten 50 % vähennetyllä mAs-määrällä. Kuvaukset suoritettiin 140 kilovoltilla. Tämän jälkeen kaksi radiologia tarkasteli satunnaisessa järjestyksessä kuvanlaatua yleensä ja arvioi vatsan alueen elinten kuvautumista 5 pisteisellä asteikolla. Potilaan paino ja ympärysmitta, pinta-ala, AP- ja poikkiläpimitta korreloitiin leikkeiden kuvanlaadun kanssa. Kaikenkaikkiaan kuvanlaatuasteet olivat merkittävästi paremmat leikkeissä, jotka olivat saatu normaali annoksella. Tilastollista merkitsevyyttä ei kuvien laatueroissa ollut, kun potilas painoi alle 81 kg ja jonka vatsan poikkiläpimitta oli vähemmän kuin 34,5 cm, AP-suunnan läpimitta alle 28 cm, ympärysmitta alle 105 cm ja pinta-ala alle 800 cm<sup>2</sup>. Radiologien välillä oli hyvä ( $p > 0,5$ ) yksimielisyys. (American Journal of Radiology 2002; 179:1101 - 1106.)

#### 3.2 Säteilyannos

Tsapaki ym. 2006 selvittivät diagnostisten vertailuarvojen toteutumista pään, keuhkojen ja vatsan rutiini TT-tutkimuksissa. Tutkimus tehtiin osana IAEA:n projektia. Tieto kerättiin 97 pään, 243 keuhkojen ja 293 vatsan tutkimuksesta. Tuloksena oli että CTDI- ja DLP-arvot olivat alle Euroopan vertailuarvojen. Tulokset viittasivat siihen,

että vertailuarvoja täytyisi tarkistaa osaltaan sen takia että uudet TT-laitteet mahdollistavat paremman tekniikan, jolla potilaiden säteilyannosta saataisiin alas. (Radiology 2006;240(3):828 - 834.)

Siegel, Schmidt, Bradley, Suess ja Hildebolt 2004 tutkivat säteilyannosta ja kuvanlaatua lasten TT-kuvauksissa. He tarkastelivat erityisesti fantomin muodon ja koon sekä erilaisten teknisten seikkojen vaikutusta. Käytössä oli neljä 8 - 32 cm läpimittaista fantomia, käytetty kV vaihteli 80 - 120 välillä. Annos perustui CTDI-arvoon, kohinaan ja jodipohjaiseen varjoaineeseen ja tutkimus suoritettiin pysyvällä ja vaihtelevalla mAs:lla, joka oli potilaan ikään nähden sopiva kV:n kanssa. Annosta, kohinaa ja kontrastia vertailtiin pyöreällä ja ovaalinmuotoisella 24 cm:n läpimittaisella fantomilla. Kun käytettiin 165 mAs:a ja 140 sekä 80 kV:a, säteilyannokset olivat 103 ja 58 prosenttia suuremmat 8 cm läpimittaisella fantomilla kuin 32 cm:n fantomilla. Kun mAs-arvo sovitettiin fantomin kokoon, annosta saatiin 82 % pienemmäksi. Kuvan kontrasti myös parani vähennetyllä kV-arvolla, 120:stä kV:sta 80:een kontrastin kasvua oli 35 %. Kilovolttimäärän pienentäminen vähentää annosta, mutta säilyttää silti kuvan kontrastin. Kohinan määrä kasvaa, mutta se ei ole merkityksellistä pienillä fantomeilla. (Radiology 2004;233(2):515 - 522.)

Kalra ym. 2004 tutkivat ylimääräisten leikkeiden antamaa säteilyannosta vatsan ja/tai lantion CT-tutkimuksissa ja automaattisen annosmodulaation vaikutusta tähän. Tutkimuksessa oli mukana 106 CT-tutkimusta, joista 44 tehtiin automaattisen annosmodulaation kanssa ja 62 ilman tätä, jolloin mAs-arvo valitaan manuaalisesti. Ylimääräisiä leikkeitä tuli kuvausalueen yläosaan eli pallean kaaren yläpuolelle 103 kpl (97 % tutkimuksista) ja kuvausalueen alapuolelle eli symfyysin alapuolelle 100 kpl (94 % tutkimuksista). Kaiken kaikkiaan tuli 1280 ylimääräistä kuvaa näissä kaikissa tutkimuksissa yhteensä. Näistä ylimääräisistä leikkeistä saatiin 19 lisälöydöstä. Automaattisella annosmodulaatiolla mAs-arvo oli keskimäärin 74,5 pallean kaaren yläpuolisissa ja 120,8 symfyysin alapuolisissa leikkeissä. Manuaalisesti valitulla mAs-arvolla samat lukemat ovat 167,5 ja 168,3 mAs. Säteilyannosta voidaan vähentää annosmodulaatiolla keskimäärin 56 %.(Radiology 2004;232:409 - 414.)

Campbell, Kalra, Rizzo, Maher ja Shepard tutkivat ylimääräisten leikkeiden tuomaa annosta ja löydöksiä thoraxin alueen TT-tutkimuksissa. Mukana oli 148 tutkimusta, joissa kaikissa käytettiin joko annosmodulaatiota tai korjailtua mAs-arvoa. Tuloksena oli

144 (97 %) ylimääräistä leikkettä kuvausalueen yläreunassa ja 145 (98 %) kuvausalueen alareunassa. Näistä kuvista saatiin 31 lisälöydöstä, joista suurin osa oli lisätietoa jo tiedossa olevaan sairauteen. Tässä tutkimuksessa saatiin pienempi säteilyannos korjatuilla mAs-arvoilla kuin annosmodulaatiolla. (American Journal of Radiology 2005; 185:1525 - 1530.)

Ikäläinen ja Lehkoinen ovat tehneet opinnäytetyön sädesuojien käytöstä aikuisten TT-tutkimuksissa. Tutkimus suoritettiin teemahaastattelulla, johon osallistui viisi röntgenhoitajaa viidestä eri sairaalasta. Haastatteluista selvisi että suojien käyttö vaihtelee eri sairaalojen kesken, ja suojien käyttöön vaikuttavat hoitajan kiire, väsymys, rutiinin puute, potilaan ikä ja kunto. Lyijysuojien käyttö ei ole rutiininomaista ja vismutti-lateksisuojien sekä lyijysuojien käyttöaste on alhainen. (Ikäläinen - Lehkoinen 2006.)

### 3.3 EU-Kriteerit

Calzado, Rodriguez ja Munoz arvioivat EU:n kuvanlaatukriteerien toteutumista aivojen ja lannerangan CT-tutkimuksissa. Arvioinnissa oli mukana 93 aivojen ja 86 lannerangan tutkimusta, joissa painotettiin erityisesti säteilyannosta ja diagnostisia vaatimuksia. Kuvia arvioi kaksi puolueetonta tarkastelijaa, jotka katsoivat kuvat kahdesti. Aivojen osalta kuvanlaatukriteerit toteutuivat suurelta osin, kuvanlaatuprosentit liikkuivat välillä 57-78 %. Lannerangan kuvauksissa taas mikään kriteereistä ei toteutunut systemaattisesti. Kriteerit: 1.2.7 selkärangan ligamenttien erottuminen, 1.2.8 selkälihasten erottuminen terävästi ja 1.2.9 pääverisuonten ja laskimoverisuonipunosten erottuminen varjoaineen jälkeen toteutuivat laajasti osaltaan, mutta loppuosan täyttyminen vaihteli suuresti. Kriteerien toteutumisprosentti eri tutkimuksissa vaihteli välillä 39-88 %. Efektiivinen säteilyannos vaihteli suuresti miesten ja naisten välillä. Kuvanlaatuasteiden ja DLP-arvon välillä ei ollut yhteyttä. Arvioijien mielipiteiden ero oli aivojen osalta 2-22 % ja lannerangan 3-46 %. (British Journal of Radiology 2000:73(868):384 - 395.)

### 3.4 Laadunvarmistus

Leppänen 2006 on tehnyt ohjeen Mikkelin keskussairaalan TT-laitteen laadunvarmistukseen. Hän on selvittänyt kirjallisten lähteiden ja hoitajien



ryhmähaastattelun pohjalta sitä, kuinka teknistä laadunvarmistusta tulisi toteuttaa. Käsiohje sisältää ohjeet fantomimittauksiin, potilaspöydän liikkeen ja leikepaksuuksien mittaamiseen. Ohjeessa on myös toimenpiderajoja ja mittaustiheysuusitus. (Leppänen 2006.)

Karppinen ja Järvinen 2006 säteilyturvakeskuksesta ovat tehneet selvityksen tietokonetomografialaitteiden käytön optimoinnista Suomessa. Siihen sisältyy tiedot käytössä olevista TT-laitteista, tutkimusmääristä, -käytännöistä ja yleisimmistä tutkimuksista. Potilaan säteilyaltistusta mitattiin pään, keuhkojen, vatsan ja lannerangan tutkimuksista. Mittauksia tehtiin 53 laitteelle, joista 29 oli monileikelaitetta. Tämä kattaa melkein 80 % laitekannasta ja mukana on kaikki käytössä olevat laityypit ja -valmistajat. Monileikelaitteisiin siirryttäessä säteilyannokset ovat nousseet keskimäärin 30 %, joskin vaihtelu toimipaikoittain on suurta lähinnä optimoinnin puutteellisuuden, indikaatioerojen ja tutkimusnimikkeen erilaisen tulkinnan takia. Tutkimuksessa todettiin myös että yksi- ja monileikelaitteelle ei ole tarpeen tehdä omia vertailutasoja. Yleisesti vertailutasoja tulisi päivittää, osin nostaa ja osin laskea. Laadunvalvonta työpaikalla toteutuu yleensä niin, että päivittäiset kontrollimittaukset tehdään itse ja muut teetetään huollon yhteydessä. Laadunvalvontaopas päivitetään tulosten perusteella, jolloin todetut puutteet voidaan korjata vastaamaan uutta opasta. (Karppinen - Järvinen 2006.)

### 3.5 Yhteenveto

Tutkimustulokset viittaavat siihen että TT-tutkimuksista saatava kuvanlaatu on yleensä varsin riittävä diagnoosin saamiseksi ja annoksia olisi mahdollista pudottaa varsinkin pienikokoisilla potilailla. Säteilyturvallisuuteen kiinnitetään huomiota yhä enemmän ja tekniikan uudistumisen myötä on myös olemassa mahdollisuus säteilyannoksien laskemiseen, jolloin uusien vertailutasojen luominen olisi ajankohtaista. Kuvausarvojen huolellinen valinta potilaan koon mukaan, kuvausalueen tarkka rajaus, kohinaa poistavien filttereiden käyttö ja automaattinen annosmodulaatio kuuluvat sädeannosten optimointiin, mutta suojien käyttöäkään ei tulisi unohtaa.

Laadunvarmistuksella taataan laitteen moitteeton toiminta ja sitä kautta potilaiden turvallinen tutkiminen. Kuvanlaadun arvioimiseen on olemassa omat fantomimittauksensa, mutta todellisissa diagnostisissa tilanteissa on paljon muuttujia, koska ihmiset ovat rakenteellisesti erilaisia. Tällöin yhdet ainoat kuvausarvot eivät voi

toimia kaikilla potilailla. Tähän haasteeseen yksi vastaus on automaattinen annosmodulaatio, jolloin scout- eli karttakuvan tai vaihtoehtoisesti itse kuvauksen aikana TT-laite valitsee automaattisesti tarvitsemansa virtamäärän. Tällöin diagnostinen kuvanlaatu saadaan pääsääntöisesti pienemmillä annoksilla. Toki tätäkin ominaisuutta tulee seurata, mitata ja säätää, jotta se toimisi optimaalisesti.

Kuvanlaadun arvioiminen ja kriteerien luominen on vaikeaa, koska eri ihmiset näkevät kuvat eritavalla. EU:n kuvanlaatuksiteerit ovat kuitenkin yleisesti hyväksytyjä ja laajan yhteistyön tuloksena laadittuja, joten niitä on turvallista käyttää tämän tason työssä. Kuvanlaatua arvioi kaksi ihmistä kriteerien pohjalta.

#### 4 TUTKIMUSONGELMAT JA TAVOITTEET

Auditoinneissa annetaan palautetta työpaikan toiminnasta ja kerrotaan mahdollisia kehittämistarpeita, jotka seuraavaan auditointiin mennessä olisi tehtävä. Päijät-Hämeen keskussairaalassa viime auditoinnin kehittämistarpeeksi nousi itsearviointi. Tämän työn tarkoituksena on arvioida vatsan TT-tutkimusten kuvanlaatua ja sädeannosta käyttäen apuna EU:n luomia kriteerejä, sekä tuottaa lomake TT:n sisäisen laadunvarmistuksen tekemiseen.

Vastausta haetaan samalla kysymyksiin:

- Miten EU:n kuvanlaatuksiteerit täyttyvät PHKS:n tietokonetomografialaitteella vatsan alueen rutiinitutkimuksissa?
- Minkälaisia säteilyannoksia TT-laite käyttää?
- Miten painoindeksi tai paino vaikuttaa kuvanlaatuun?
- Minkälainen on laitteen tuottama varjoainekontrasti?
- Minkälaista kuvausalueen rajausta on käytetty?

Tavoitteena on saada tietoa siitä, kuinka hyvin Päijät-Hämeen keskussairaalan 64-leikkeinen TT-laite täyttää EU:n kuvanlaatuksiteerit normaali toiminnassa. Samalla on tavoitteena saada aikaan käyttökelpoinen lomake, jolla mitataan TT:n kuvanlaadunvarmistusta ja jota voidaan käyttää hyväksi myöhemminkin. Työ voidaan liittää osana auditointiin näytöksi työpaikan sisäisestä laadunvarmistuksesta.

## 5 AINEISTO, MENETELMÄT JA LUOTETTAVUUS

Tutkimukseni on kvantitatiivinen, koska tulokset mitataan numeerisessa muodossa, onnistumisprosentteina ja frekvensseinä. Tuloksista voidaan tehdä esittäviä taulukoita ja aineisto voidaan laittaa tilastollisesti käsiteltävään muotoon. Tutkimustarkoitus on osin kuvaileva ja selittävä. (Hirsjärvi ym 2001:128 - 129.) Tutkimuksessa etsitään syitä esimerkiksi annoksen suuruuteen tai kuvanlaadun heikkouteen, kuvaillaan tutkimustilanne ja siinä tarvittavat tiedot .

Työ aloitettiin kehittämällä tietojenkeruulomake EU-kriteerien pohjalta, jota palautteen pohjalta muotoiltiin sopivaan muotoon. Lomake testattiin työpaikalla ennen käyttöönottoa, jolloin nähtiin puutteet ja toimivuus. Lomakkeeseen sisällytettiin seuraavat tiedot: Potilaan ikä, sukupuoli, pituus, paino, painoindeksi, tutkimusindikaatio, leiketasojen riittävyys, varjoaineen oikea-aikaisuus, sädeannos, kontrasti-kohinasuhde ja EU-kriteerit; elinten erotettavuus ja terävyys. Lomakkeen tietojenkeruusarakkeet ovat hyvin yksinkertaisia (Kyllä-ei-ei arvioitavissa). (Liite 2)

Tutkimusluvan (liite 1) varmistuttua kerättiin lomakkeen avulla tarvittavat tiedot vähintään 20 vatsanalueen TT-tutkimuksesta, jotka on tehty Siemens Somatom Sensation 64-leikelaitteella. Tietojen keruu aloitettiin sovittuna päivänä huhtikuussa 2007, ja sitä jatkettiin systemaattisesti kaksi viikkoa kunnes tiedot saatiin kerättyä. Tutkimusjoukkoa ei valittu esimerkiksi tutkimusindikaation mukaan, vaan arviointiin otettiin sattumanvaraiset sille ajanjaksolle osuvat ajanvaraukselliset vatsanalueen kuvaukset. Mukaan ei otettu pelkkiä ylävatsan tutkimuksia tai koko vartalon tutkimuksia, joista olisi voitu eritellä vatsanalueen erikseen. Rutiinitutkimus voidaan tehdä sekä arteria- että venavaiheessa tai pelkästään venavaiheessa. Tässä tarkastelimme venavaiheenkuvausta ja mikäli kuvaus oli tehty molemmissa vaiheissa, arteriavaiheen tietoja ei otettu huomioon missään tilanteessa.

TT-tutkimuksia tuli 22 kappaletta, jotka kaikki laskettiin mukaan tuloksiin. Tästä määrästä tutkimuksia voidaan saada viitettä kriteerien täyttymisestä ja se on valittu ottaen huomioon opinnäytetyön laajuus sekä se, että mukana on paljon muuttujia.

Potilaille kerrottiin, että teemme tutkimusta kuvanlaadusta ja pyysimme luvan kysyä tietoja. Taustatiedoiksi TT-kuvauksista kerättiin potilaan ikä, sukupuoli, paino, pituus,

varjoainemäärä ja tutkimusindikaatio. Radiologi tarkasteli indikaatioita ja arvioi oliko tietokonetomografiatutkimus sopiva tapa saada tietoa asetettuun kysymykseen. Painosta ja pituudesta laskettiin lisäksi painoindeksi (BMI), jolloin voidaan arvioida myös kuvattavan alueen yksilöllisyyttä, joka vaikuttaa kuvanlaatuun. Saman painoiset, mutta eri pituiset ihmiset ovat eri paksuisia, joten oletuksena on että painoindeksi on parempi vertailukohde kuvanlaadun ja annoksen suhteen kuin pelkkä paino. Henkilötunnuksen avulla pystyttiin tarkastelemaan tutkimusta myöhemmin arkistosta, jolloin kuvien katselu voitiin tehdä kaikessa rauhassa. Tietokoneella tietoa kerättiin leiketasojen riittävydestä, pakan pituudesta, säteilyannoksesta care bolus-vaiheessa ja varsinaisessa kuvasarjassa, annosmodulaation käytöstä, kuvausarvoista, kontrasti-kohina suhteesta, varjoaineen oikea-aikaisuudesta ja kontrastista. Lomakkeessa oli varattu myös kohta rekonstruoiduille leikepaksuuksille ja filtreille, mutta koska ne ovat käytännössä aina vakioita, ne voidaan tarvittaessa jättää lomakkeesta pois kokonaan.

Kuvia tarkasteli kaksi arvioijaa, röntgenhoitajaopiskelija ja radiologi, edellinen yleisillä vatsan alueen kriteereillä, ja jälkimmäinen maksan, haiman, munuaisten, lisämunuaisten sekä lantion kriteereillä. EU-kriteerit käytiin läpi tietokonetomografiakuvien saneluun tarkoitettulta tietokoneelta ja näyttö oli sama koko ajan, joten sen laatu ei vaikuttanut tuloksiin. Aineisto käsiteltiin Microsoft Excel 2003-tietokoneohjelmalla. Laskettaviksi tuloksiksi riittivät frekvenssit ja prosenttiosuudet, ja tärkeimmistä tuloksista tehtiin kuvaajia. Eri asioiden riippuvuutta toisistaan selvitettiin laskemalla Pearsonin korrelaatiokertoimia. Mikäli luku on lähellä 1:stä tai -1:stä, asioilla on vahva riippuvuus, taas lähellä nollaa olevat luvut kertovat heikosta riippuvuudesta. Negatiivinen luku kertoo kääntäen verrannollisuudesta. (Tampereen yliopisto 2007.)

Kontrasti-kohina suhteet (CNR= contrast to noise ratio) laskettiin vertaamalla taustan ja maksakudoksen HU-lukujen keskiarvoa ja keskihajontaa. Valinta tehtiin sairaalafyysikon ja radiologin konsultoinnin pohjalta. Perusteena oli juuri maksakudoksen sairauksien erottamisen haastavuus. Teknisesti laskenta tapahtui valitsemalla saman leikkeen maksakudoksesta ja taustasta alueet ja merkitsemällä tietokoneen ilmoittamat HU-lukujen keskiarvot ja keskihajonnat ylös ja laskemalla arvo alempana esitetyn kaavan mukaisesti. Maksakudoksesta valittiin alue niin, että se olisi ollut mahdollisimman tasalaatuista eikä esimerkiksi verisuonten alueella. Laskeminen suoritettiin käyttämällä kaavaa, jonka saimme Päijät-Hämeen keskussairaalan radiologian osaston fyysikkokonsultilta.

$$\text{CNR} = \frac{\text{HU}_{\text{kohde}} - \text{HU}_{\text{tausta}}}{\sqrt{\frac{\text{SD}_{\text{kohde}}^2 + \text{SD}_{\text{kohde}}^2}{2}}}$$

Validiteetillä tarkoitetaan mittarin oikeanlaista toimintaa, niin että se mittaa juuri sitä mitä on ollut tarkoitus mitata. Lomake laadittiin EU-kriteerien pohjalta, joten siihen tulleet sarakevaihtoehdot olivat jo olemassa. Tietojenkeruuvaiheessa huomattiin muutamien kohtien olevan lomakkeessa ylimääräisiä, koska nämä asiat ovat aina rutiinikuvauksissa samat. Elinten erotettavuutta varten oli olemassa vain karkeat kolme vaihtoehtoa (kyllä-ei-ei arvioitavissa), tähän olisi tarvittu välivaihtoehto, esimerkiksi ”välttävästi”, jolloin lievä epäselvyys kuvissa olisi tullut esiin paremmin. Radiologin kanssa käytiin läpi elinten anatomiaa sekä kirjoista että TT-kuvista ennen kriteerien tarkastelua, niin että virheen mahdollisuus tiedon keruussa pienenesi. Kontrastikohinasuhteen laskemisessa apua saatiin fyysikolta ja mittaus tehtiin valitsemalla tarkasti sopiva kohta leikekuvista.

Reliabiliteetti taas on mittarin johdonmukaisuutta, niin että mittari toimii aina samalla tavalla luotettavasti. Kaksi ihmistä kävi läpi TT-kuvat osin täysin samoilla kriteereillä, jolloin pystyttiin vertaamaan johdonmukaisuutta. (Tampereen yliopisto 2007.)

## 6 TULOKSET

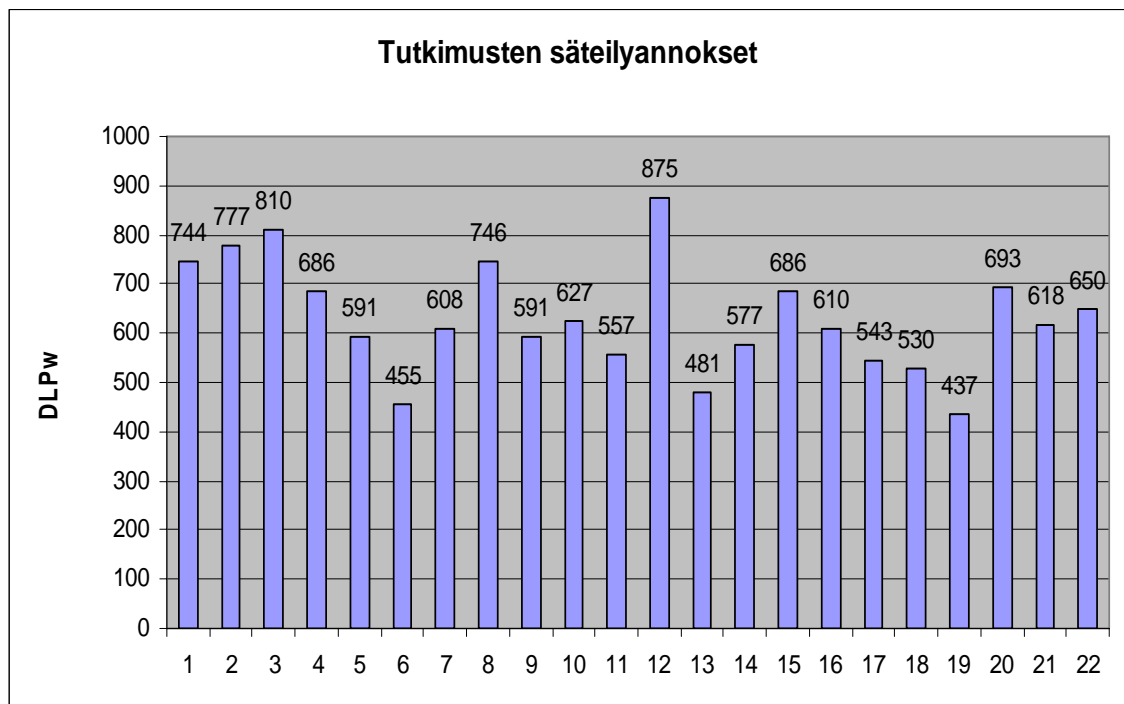
### 6.1 Taustatiedot

Potilaat olivat iältään 34 – 84 - vuotiaita, keskiarvoksi saatiin 63,5 vuotta. Naisia tutkimuksessa oli mukana 14 ja miehiä 8. Pituus vaihteli 1,5 m ja 1,84 m välillä, keskiarvona 1,67 m. Paino taas vaihteli välillä 49-103 kg keskiarvon ollessa 70,2 kg. Painoindeksin keskiarvoksi saatiin 25,04 joka on hiukan lievän lihavuuden puolella (tohtori.fi 2007). Vain yksi 22 tutkimuksesta oli sellainen, jonka olisi voinut korvata ultraäänitutkimuksella, muuten kaikissa pyynnöissä oli tutkimusindikaatio kohdallaan.

## 6.2 TT-Kuvaus

Leiketasot olivat kohdallaan neljässä tutkimuksessa, kolmessa tutkimuksessa leikkeitä puuttui 1 - 2 kappaletta ja lopuissa 15 tutkimuksessa leikkeitä oli liikaa 1 - 8 kappaletta. Leikepakan pituus vaihteli välillä 28 - 52,5 cm, keskiarvoksi saatiin 41,71 cm.

Säteilyannosten keskiarvo oli care bolus-vaiheessa 22,64 DLPw ja varsinaisessa kuvasarjassa, joka sisältää topokuvan 608,8 DLPw ja yhteensä 631,5 DLPw (kuvio 1). Annosmodulaatio on vakiona käytössä aina, ellei sitä jostain syystä oteta pois. Samoin kuvausarvot pidetään aina samoina. Nämä tutkimukset tehtiin kaikki rutiinisti, joten arvoja tai annosmodulaatiota ei vaihdettu.



KUVIO 1 TT-tutkimusten säteilyannokset.

Kontrasti-kohinasuhteet vaihtelivat 88,2 ja 167,6 välillä, keskiarvona 118,1. Varjoainemäärä oli 20 kuvauksessa 100 ml. Yhden potilaan kohdalla varjoainetta laitettiin 80 ml kun potilaan paino oli 50 kg ja toisen varjoainemäärää nostettiin 125 ml:aan painon ollessa 103 kg. Varjoaine oli kaikissa tutkimuksissa oikea-aikainen, ja kontrasti oli ainoastaan yhdessä tutkimuksessa kohtalainen, muissa hyvä ja neljään tutkimukseen oli erillisenä kommentina mainittu erinomainen varjoainekontrasti.

### 6.3 EU-Kriteerien täytyminen

Vatsan alueen yleisissä kuvanlaatuksissa elinten erotettavuutta tarkasteltaessa vain yhdessä TT-kuvauksessa maksan yläosista puuttui leikkeitä, jolloin koko maksa ei ollut erotettavissa. Muutoin kaikki kriteerien osa-alueet täyttyivät näissä tutkimuksissa.

Visuaalisesti terävästi erotettavissa oli suurin osa tutkimuksissa tarkasteltavista elimistä. Kahdessa tutkimuksessa haiman ääriverä ei erottunut ja kolmessa imusolmukkeet eivät olleet arvioitavissa.

Elinten yksityiskohtaisia kuvanlaatuksia tarkasteltaessa erotettavuus oli samaa luokkaa kuin yleisissä vatsan alueen kuvanlaatuksissa. Kriteerit täyttyivät muissa tutkimuksissa, paitsi yhdessä kuvauksessa, jossa maksasta puuttui leikkeitä.

Visuaalisesti terävästi erotettavissa ei ollut kahdessa tutkimuksessa virtsanjohdinten distaalipäät ja yhdessä tutkimuksessa maksan sisäiset porttilaskimon osat. Kahden tutkimuksen virtsanjohdinten distaalipäät, neljässä tutkimuksessa haimatiehyt ja kahdessa tutkimuksessa maksalaskimot eivät olleet arvioitavissa. Yksittäisissä tutkimuksissa ei ollut arvioitavissa maksan ulkoiset osat porttilaskimosta, pernalaskimo ja mesenterica superior -laskimo, truncus coeliacus, ductus choledoccus haiman päässä ja pernalaskimo ja -valtimo.

Kymmenen tutkimusta täytti kaikki kuvanlaatuksikriteerit, joista tosin kahdessa oli hieman artefaktia lonkkaproteesista. Eniten huomautuksia oli haimatiehyiden ja virtsanjohdinten distaalipäiden terävästi erotettavuudesta.

## 7 TULOSTEN TARKASTELUA

### 7.1 TT-kuvaus

Leiketasot määräytyvät hoitajan määrittelemän kuvausalueen mukaan, jonka hän tekee topokuvaan. Vatsanalueen tutkimus tehdään pallean kaarista symfyysiin saakka ellei radiologi ole pyytänyt muunlaista asetelua. Näin leikkeissä tulee näkyviin koko vatsa

maksasta peräsuoleen saakka. Leiketaset olivat juuri sopivat neljässä tutkimuksessa ja kolmesta tutkimuksesta puuttui 1 - 2 leikettä. Suuressa osassa tutkimuksista leikkeitä oli liikaa, kahdessa tutkimuksessa jopa 8 kappaletta, mutta yleensä vain 1 - 2. Useimmin liikaa leikkeitä tuli kuvausalueen yläreunaan. Myös Kalran 2004 tutkimuksessa tuli esille, että ylimääräisiä leikkeitä tulee paljon sekä ylä- että alareunaan ja nämä aiheuttavat lisäännosta potilaalle. Tässä huomioitiin myös se, että automaattisella annosmodulaatiolla annosta oli saatu pienemmäksi 56 %. Campbell, Kalra, Rizzo, Maher ja Shepard 2005 tutkimuksessaan thoraxin alueen kuvauksista saivat tosin pienemmän annoksen korjailuilla mAs arvoilla kuin annosmodulaatiolla. Myös heidän tutkimuksessaan tuli ylimääräisiä leikkeitä suureen osaan kuvauksista.

Säteilyannosten vertailussa vatsan alueen yleisissä EU-kriteereissä suositetaan vertailuarvoksi 780 DLPw:tä. Suomessa taas Säteilyturvakeskus määrittelee vertailutasot ja uusin ohje on astunut voimaan 1.4.2007, jolloin tasoa laskettiin edellisestä 800 DLPw:stä 600:aan. Säteilyturvakeskus laskee vertailuarvot vähintään kymmenestä kuvauksesta, potilaiden painon tulee olla 55 - 85 kg, keskiarvona 70 kg. Tässä tutkimuksessa potilaiden painon keskiarvo oli juuri 70,2 kg, tosin kolme ylitti 85 kg ja kolme alitti 55 kg, joten materiaali oli sopivaa.

Säteilyannos oli yhdeksässä (40,9 %) tutkimuksessa alle STUK:in vertailutason, 600 DLPw. EU-kriteereitä käytettäessä 91 % tutkimuksista alitti vertailuarvon, sama prosentti olisi saatu vanhaa STUK:in vertailuarvoa, 800 DLPw, käytettäessä. (Säteilyturvakeskus 2007.) Tämä tukee Tsapaki ym. 2006 tutkimusta, jossa säteilyannokset olivat suurelta osin vertailuarvojen alapuolella. Hyvää kuvanlaatua saataisiin pienemmälläkin annoksella ja vertailuarvojen tarkistus on varmasti ollut ajankohtainen.

Päijät-Hämeen keskussairaalan tietokonetomografialaitteessa säteilyannosten keskiarvoksi tuli 631,5 DLPw, joka on siis reilusti alle EU-kriteereissä tavoitellun tason. Huomattava on kuitenkin, että arvo on silti hieman yli STUK:in määrittelemän uuden vertailutason. Tähän lukemaan on otettu huomioon sekä care bolus-vaiheen käyttämä säteily että topokuva.

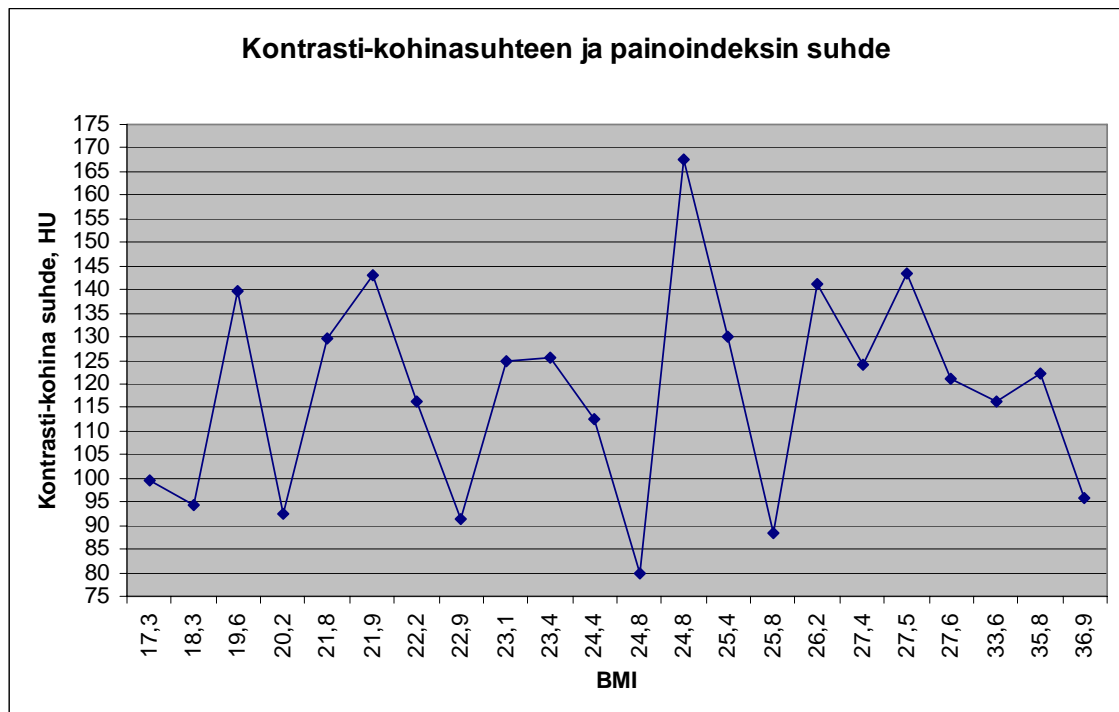
Tähän tutkimukseen haluttiin selvittää myös care bolus-vaiheen antama säteilyannos erikseen, koska se on uusi tekniikka ja antaa kuitenkin periaatteessa ”ylimääräistä”



sädeannosta. Menetelmä seuraa varjoainepitoisuutta verisuonistossa ja laukaisee kuvauksen käyntiin automaattisesti sopivalla hetkellä yksilöllisesti. Tämän vaiheen säteilyannos jäi kuitenkin hyvin pieneksi, keskimäärin 22,64 DLPw, eikä kasvattanut kokonaissäteilyannoksen keskiarvoa kovinkaan paljon. Varjoainekontrastit kuvissa olivat pääsääntöisesti hyviä ja varjoaine oli oikea-aikainen kaikissa tutkimuksissa juuri tämän tekniikan ansiosta.

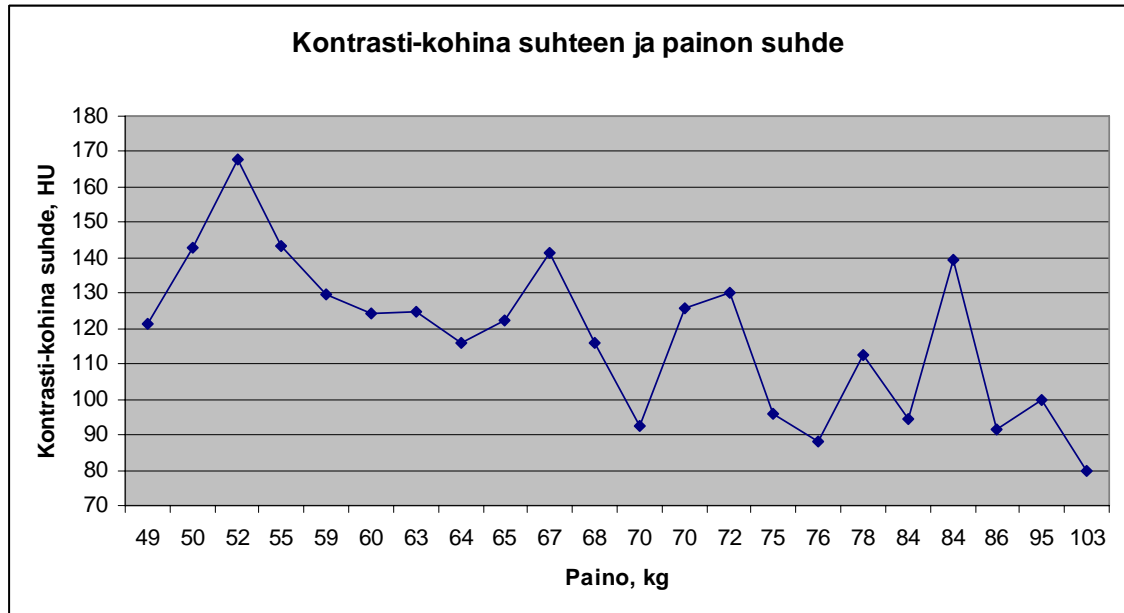
Kontrasti-kohinasuhteet vaihtelivat välillä 79,5 - 167,6 HU. Kontrasti-kohina suhteen tulisi olla mahdollisimman suuri, jolloin vertailun kohteena olevat alueet erottuisivat toisistaan tarpeeksi. (Järvinen 2004: 33)

Kahdella potilaalla oli sama painoindeksi ja kun näitä vertasi kontrasti-kohina suhteen kanssa, ne olivat aivan erilaiset, Pearsonin korrelaatiokerroin kontrasti-kohinasuhteen ja painoindeksin riippuvuudelle olikin 0,038 (kuvio 2). Tämä on yllättävää, sillä oletus oli, että painoindeksi korreloi painoa enemmän kontrasti-kohinasuhteeseen. Osin asia selittyy sillä, että isommalla painoindeksillä on ollut isompi mAs ja annos, (kuvio 4) jonka automaattinen annosmodulaatio on laskenut kuvaukseen jolloin kontrasti-kohinasuhde ei heikkene.



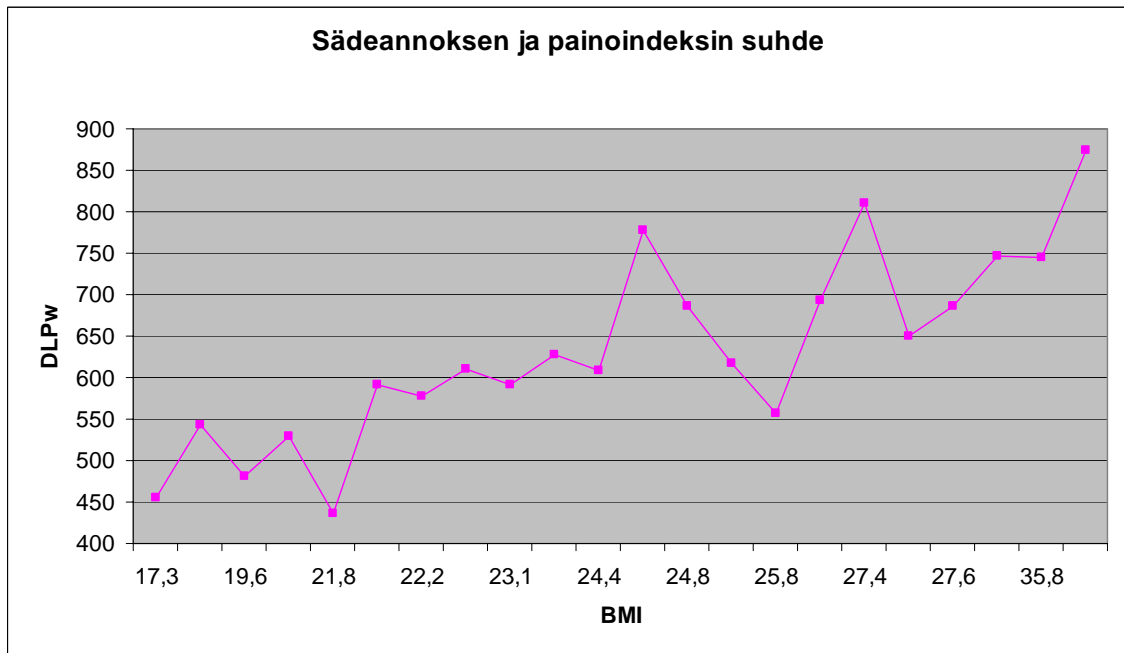
KUVIO 2 Kontrasti-kohinasuhteen ja painoindeksin suhde.

Myöskään kontrasti-kohina suhteella ja säteilyannoksella ei ollut selvää yhteneväisyyttä (-0,015). Kontrasti-kohina suhteella ja painolla taas oli riippuvuutta, -0,703 (kuvio 3). Negatiivinen luku kertoo kääntäen verrannollisuudesta, eli tässä tapauksessa kun paino nousee niin kontrasti-kohinasuhde laskee.



KUVIO 3 Kontrasti-kohinasuhteen ja painon suhde.

Myös painoindeksillä ja säteilyannoksella on riippuvuus kertoimen ollessa 0,819, eli kun painoindeksi kasvaa, kasvaa myös säteilyannos. (Kuvio 4).



KUVIO 4. Sädeannoksen ja painoindeksin suhde.

Varjoaineiden käytöstä ainoa huomio oli, että määrät voitaisiin laskea tarkemmin yksilöllisesti jokaiselle potilaalle. Vakio 100 ml on tarkoitettu normaalikokoiselle, n. 70 kg painavalle potilaalle ja mikäli paino selvästi ylittää tai alittaa sen, on varjoainemäärä suhteutettava siihen. Care bolus -tekniikan ansiosta vähempikin varjoainemäärä riittää kun se saadaan verisuonistoon juuri oikealla hetkellä.

Kuvien laatua arvioidessa tuli ilmi, että suojien käyttö oli kuvausten aikana ollut vähäistä. Kuitenkin tutkimuksessa oli mukana potilaita 34 -vuotiaasta alkaen, jolloin suojien käyttöön olisi hyvä kiinnittää huomiota enemmän. Ikäläinen ja Lehikoinen (2006) olivat tutkineet suojien käyttöä TT-tutkinuksissa opinnäytteessään ja havainneet ettei lyijysuojien käyttö ole rutiininomaista ja yleensäkin suojien käyttöaste on alhainen.

## 7.2 EU-Kriteerien täytyminen

Erotettavuuden kriteerit toteutuivat 99,7 prosenttisesti. Yhdessä TT-kuvauksessa kuvausalueen yläreunasta puuttui leikkeitä, jolloin maksa ei näkynyt kokonaan, muuten olisi päästy 100 prosenttiin.

Kriteerit ”terävästi erotettavissa”- osiossa täyttyivät 98,4 prosenttisesti. Terävästi ei ollut erotettavissa 0,3 % kriteereistä ja 1,3 prosentissa kriteerit eivät olleet arvioitavissa. Kymmenessä tutkimuksessa (45,5 %) kaikki eu-kriteerit täyttyivät, eli yli puolessa tutkimuksista oli jotain huomauttamista kuvanlaadussa. Kriteerit toteutuivat kaiken kaikkiaan paremmin kuin Calzadon, Rodriguezin ja Munozin tutkimuksessa pään ja lannerangan alueen kriteereistä vuonna 2000, jossa kriteerien toteutumisprosentti eri tutkimuksissa vaihteli välillä 39 - 88 %.

Huomioista suurin osa tuli haimatiehyistä, haiman ääriivasta ja virtsanjohtimista. Radiologin ja tutkimuksen tekijän arviot yhteneväisissä kohdissa olivat aika paljon samanlaisia, eroa tuli arvioitaessa haiman ääriiviivaa. Siinä ehkä tutkimuksen tekijän kokemattomuus näkyi varsinkin jos haima oli sairas, jolloin ääriiviivakin oli epäselvä. Myös imusolmukkeiden arvioiminen ja löytäminen kuvista oli haastavaa. Kuitenkin sekä kokeneen että kokemattoman tarkastelijan EU-kriteerien toteutusmisprosentit olivat samoja. Visuaalisesti terävästi erotettavuus oli molemmilla 98,3 %. Kahdessa tutkimuksessa oli mukana artefaktia, mutta se ei haitannut elinten näkymistä ja kuvien tulkintaa.

Kaiken kaikkiaan siis EU-kriteerit täyttyivät erinomaisesti näissä 22 tutkimuksessa, kuvanlaatu oli hyvä ja kaikissa tutkimuksissa saatiin vastaus kysytyyn indikaatioon. Säteilyannokset olivat hieman vertailutason yläpuolella, syynä tähän ovat ylimääräiset leikketasot kuvausalueen reunoilla.

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyöprosessin aikana olen saanut paljon uutta tietoa tietokonetomografiatutkimuksista ja siitä kuinka voidaan arvioida kuvien laatua ja sen kautta omaa työtä. Röntgenhoitajan työn kannalta tämän kaltainen itsearviointi olisi hyvä tehdä säännöllisesti, jotta konkreettisesti pystyy näkemään oman työnsä tuloksen ja tekemiensä ratkaisujen toimivuuden. Päijät-Hämeen keskussairaalan tietokonetomografialaite on nopea ja kuvauksen aikana ei kuvia ehditä katsoa läpi näytöltä, joten kuvien laatu jää nopean arvioinnin varaan. Niinpä tälle kuvanlaaduntarkkailulle voisi ottaa ihan aikaa ja rauhassa käydä läpi vaikka viikon aikana tehdyt kuvaukset, joissa on itse ollut osallisena. Näin pystyttäisiin viemään eteenpäin omia työskentelytapoja ja kehittämään työntekijänä.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja haastava. Oli mukavaa tehdä työtä, jolla tietää olevan käyttöä tulevaisuudessakin ja selvä toimeksianto. Moniammatillisen yhteistyön teko oikean ammattilaisen kanssa oli kehittävää ja avartavaa. Opin todella paljon enemmän aiheesta tämän takia. Samoin tekninen osaaminen lisääntyi.

### 8.1 Tuloksista

Asia, joka tulee erityisesti vastaan kuvien laatua tarkastellessa on varjoainekontrasti. Kun varjoainemäärä on laskettu tarkasti potilaalle sopivaksi, verisuonet erottuvat todella hyvin. Ero on huomattava, jos verrataan kuvia sellaiseen TT-kuvaukseen jossa painavalle potilaalle on laitettu rutiinitutkimukseen kuuluva 100 ml varjoainetta suoneen. Varjoainemäärän laskeminen yksilöllisesti potilaan painon mukaan kannattaa siis tehdä.

Kuten tutkimukset ovat osoittaneet, monileikelaitteiden myötä säteilyannokset ovat kasvaneet ja tämä näkyi myös tässä tutkimuksessa. Vertailuarvot ylittyivät vähän ja

kuvanlaatu oli erinomaista. Jos mietitään keinoja säteilyannosten pienentämiseksi, ensimmäinen asia on leikepakkojen tarkempi suunnittelu, jolloin kuvattava alue pienenee. Tällä saadaan jo annosta alaspäin, sillä ylimääräisiä leikkeitä oli sekä kuvausalueen ylä- että alalaidassa.

Tuloksissa on huomattava myös se että kuvia tarkasteltiin 5 ja 3 mm:n leikkeistä. Radiologi saa kuitenkin myös 1 mm:n rekonstruktoidut leikkeet työasemalleen, jolloin haimatiehyet, virtsateiden distaalipääät ym. kapeat rakenteet näkyvät paremmin kuin paksuista leikkeistä. Juuri näissä oli huomautuksia kuvanlaadussa.

Mielenkiintoista oli seurata kuinka radiologin ja röntgenhoitajaopiskelijan näkemykset elinten erotettavuudesta kohtasivat. Kokemattomuus ilmeni varovaisuutena arvioida kuvia ja muutaman kerran täytyi konsultoida asiantuntijaa. Ongelmat tulivat pienten yksityiskohtien arvioinnissa, kuten imusolmukkeiden löytämisessä. Koin kuitenkin kuvien arvioinnin mielenkiintoisena ja haastavana tehtävänä ja sen myötä ymmärrän paljon enemmän TT-kuvien sisällöstä.

Objektiivisuutta pyrittiin lisäämään laskemalla kontrasti-kohinasuhteita TT-kuville ja vertaamaan niitä potilaiden painoon ja säteilyannokseen. Lisäksi kaksi arvioijaa tarkasteli kuvien laatua, mikä paransi luotettavuutta. Sama suuntaus näkyi molempien arvioissa. Luotettavuutta tässä tutkimuksessa heikensi toisen arvioijan kokemattomuus ja mukaan otettujen tutkimusten määrä, mutta se valittiin ottaen huomioon työn laajuus. Tästä määrästä saadaan kuitenkin jo suuntaa. Huomattava on, että Säteilyturvakeskus laskee säteilyannosten vertailuarvot vähintään kymmenestä tutkimuksesta, joten kuvausten annostasot ovat vertailukelpoisia STUK:n antamiin suosituksiin.

## 8.2 Hyöty toimeksiantajalle

Tämän työn tuloksena Päijät-Hämeen keskussairaalassa on jo tehty muutoksia ja tietokonetomografiatutkimusten kuvausohjeistuksessa on:

- Painotettu uudelleen varjoainemäärän oikeaa säätämistä potilaan painon mukaan
- Kiinnitetty huomiota kuvausalueen huolelliseen rajaukseen ylimääräisten leiketason välttämiseksi, minkä seurauksena annostasot ovat jo laskeneet
- Laadittu uudet tiukemmat määräykset sekä lyijy- että vismuttisuojien käytöstä TT-tutkimuksissa

Tämä työ liitetään myös seuraavaan auditointiraporttiin näyttönä itsearviointista TT-tutkimuksissa. Jatkossa lomaketta voidaan käyttää työpaikalla ja jatkaa kriteerien täyttymisen arviointia. Lomake sopii varmasti myös muille radiologian osastoille vastaavanlaiseen itsearviointiin.

## LÄHTEET

American Journal of Radiology 2002; 179: Clinical comparison of standard-dose and 50% reduced-dose abdominal CT: Effect on image quality.

American Journal of Radiology 2005; 185: Scanning beyond anatomic limits of the thorax in chest CT: Findings, radiation dose and automatic tube current modulation.

British Journal of Radiology 2000;73(868): Quality criteria implementation for brain and lumbar spine CT examinations.

Dunn, M - Hillier, M C - Lewis, M A - Shrimpton, P C. 2005 : Doses from computed tomography examinations in the UK 2003 review. NRPB-W67. Verkkodokumentti. <[http://www.hpa.org.uk/radiation/publications/w\\_series\\_reports/2005/nrpb\\_w67.htm#exsum](http://www.hpa.org.uk/radiation/publications/w_series_reports/2005/nrpb_w67.htm#exsum)> . Luettu 5.5.2007.

European Commission 1999: European Guidelines on Quality Criteria for Computed Tomography. Report EUR 16262 EN. Luxembourg: Office for official publications of European Communities.

Hakanen, A. 2002: Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2000. STUK-B-STO 49. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

Hart, D - Wall B. F 2004: UK population dose from medical x-ray examination. Radiology (50). 285-291.

Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula 2001: Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Ikäläinen Johanna - Lehikoinen Noora 2006: Sädesuojien käyttö aikuisten TT-tutkimuksissa. Opinnäytetyö. Helsinki: Helsingin ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala. Radiologian ja sädehoidon koulutusohjelma.

Järvinen Hannu 2004: Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004.

Verkkodokumentti. <<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-c/stuk-c3.pdf>>Luettu 20.10.2007.

Järvinen Hannu 2005: Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005.

Verkkodokumentti. <<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-c/stuk-c4.pdf>>. Luettu 15.3.2007.

Karppinen Juhani - Järvinen Hannu 2006: Tietokonetomografialaitteiden käytön

optimointi. Verkkodokumentti. <<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a220.html>> Luettu 15.3.2007.

Lantto Eila 2006: TT-tutkimusten optimointi, annos ja kuvanlaatu. Luentomoniste.

PHSHP:n, KYMSHP:n ja EKSHP:n säteilysuojelun jatkokoulutuspäivät. Lahti. 18.5.2006.

Leppänen Johanna 2006: Käsiohje TT-laitteen laadunvarmistukseen Mikkelin

keskussairaalassa. Opinnäytetyö. Helsinki: Helsingin ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala. Radiologian ja sädehoidon koulutusohjelma.

Pukkila Olavi (toim.) 2004: Säteilyn käyttö. Säteily- ja ydinturvallisuus 3.

Hämeenlinna: Karisto Oy.

Päijät-Hämeen keskussairaala 2006: Vatsan alueen TT-kuvausohje.

Radiology 2003; 228: Low dose CT of the abdomen: Evaluation of the image improvement with use of noise reduction filters – pilot study.

Radiology 2004;232: Radiation from “extra” images acquired with abdominal and/or pelvic CT: effect of automatic tube current modulation.

Radiology 2004;233(2): Radiation dose and image quality in paediatric CT: effect of technical factors and phantom size and shape.



Radiology 2006;240(3): Dose reduction in CT while maintaining diagnostic confidence: Diagnostic reference levels at routine head, chest and abdominal CT- IAEA -coordinated research project.

Servomaa, Antti (toim.) 1999: Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgendiagnostiikassa. STUK-A163. Helsinki

STM:n asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (423/2000).

Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000423>>. Luettu 8.4.2007.

Syngo CT 2006: Käyttöohje. Nide 2. Siemens medical.

Säteilylaki 529/1991. Verkkodokumentti.

<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>>. Luettu 8.4.2007.

Säteilyturvakeskus 2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. STUK tiedottaa 1/2004. Verkkodokumentti.

<<http://www.stuk.fi/julkaisut/katsaukset/pdf/rontgensateily.pdf>>. Luettu 15.3.2007.

Säteilyturvakeskus 2007. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten

tietokonetomografiatutkimuksissa. Päätös 27.3.2007. Verkkodokumentti. <[http://www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/viranomaisohjeet/fi\\_FI/stohjeet/\\_files/77043828982219414/default/Paatokset\\_vertailutasot\\_TT\\_27032007.pdf](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/fi_FI/stohjeet/_files/77043828982219414/default/Paatokset_vertailutasot_TT_27032007.pdf)> Luettu 20.10.2007.

Tampereen yliopisto. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Menetelmäopetuksen

valtakunnallinen tietovaranto. Verkkodokumentti. Päivitetty 4.6.2007. <<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/index.html>> Luettu 20.10.2007.

Tenkanen-Rautakoski Petra 2006: Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2005. STUK-B-STO 62. Verkkodokumentti. <<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-b/stuk-b-sto62.pdf>> Luettu 20.10.2007.

Tohtori.fi terveys-sivusto. Verkkodokumentti. <<http://www.tohtori.fi/?page=2381134>>. Luettu 20.10.2007.

## LIITE 2

Vatsan TT-tutkimus

1(4)

**Potilastiedot** **Henkilötunnus:**

Ikä	Sukupuoli	Pituus	Paino	Tutkimusindikaatio	BMI

**Tutkimus**

Leiketasojen riittävyys	Kyllä, jos liikaa,kuinka monta leikettä?	Ei	Ei arvioitavissa
-kuvausalueen alareunassa			
-kuvausalueen yläreunassa			

Sädeannos (DLPvol) care bolus-vaihe		
varsinainen kuvasarja		Yhteensä:
Annosmodulaatio käytössä (+ / -)		
Kuvausarvot (merkitään, jos poikkeavat rutiinista)		
<b>leikepakan pituus</b> (mm)		
Kontrasti-kohina suhde		
Varjoaineen oikea-aikaisuus (kyllä/ei/ei arvioitavissa)		
Varjoaineen määrä (ml)		
Rekonstruoidut leikepaksuudet ja niiden suunnat		
Rekonstruktiofiltterit (Kernelit)		

**EU-kriteerit****Vatsan alue**

<b>Erotettavuus</b>	Kyllä	Ei	Ei arvioitavissa
Pallea			
Koko maksa ja perna			
Retroperitoneaaliset parenkyymielimet (haima, munuaiset)			
Vatsa-aorta ja iliakaalivaltimoiden proksimaalipäät			
Vatsanseinäämä sisältäen kaikki tyrät			
Verisuonisto varjoaineen jälkeen			

LIITE 2  
2(4)

<b>Visuaalisesti terävästi erotettavissa:</b>	Kyllä	Ei	Ei arvioitavissa
1. Maksakudos ja maksan verisuonisto			
2. Pernakudos			
3. Suolisto			
4. Verisuonia ympäröivä retroperitoneaalinen tila			
5. Haiman ääriiviiva			
6. Pohjukaissuoli			
7. Munuaiset ja virtsanjohdinten proksimaalipäät			
8. Aorta			
9. Aortan bifurkaatio ja yhteiset iliakaalivaltimot			
10. Imusolmukkeet, pienemmät kuin 15mm läpimitaltaan			
11. Vatsa-aortan haarat			
12. Alaonttolaskimo			
13. Alaonttolaskimon sivuhaarat, erityisesti munuaisten laskimot			

LIITE 2  
3(4)

**EROTETTAVUUS:**

<b>Maksa ja perna</b>	Kyllä	Ei	Ei arvioitavissa
Koko maksa			
Koko perna			
Verisuonisto varjoaineen jälkeen			
<b>Munuaiset</b>			
Molemmat munuaiset			
Virtsajohdinten proksimaalipäät			
<b>Lisämunuaiset</b>	Kyllä	Ei	Ei arvioitavissa
Munuaiden yläosia ympäröivät tilat			
Molemmat lisämunuaiset			
<b>Haima</b>	Kyllä	Ei	Ei arvioitavissa
Koko haima			
Koko haimaa ympäröivä kudos, jos se on poikkeava			
Mahan, suoliston, maksan ja pernan viereiset osat			
<b>Lantio</b>	Kyllä	Ei	Ei arvioitavissa
Suoliluut			
Ristiluu			
Symfyysi			
Virtsarakko			
Lantion lihakset			

**VISUAALISESTI TERÄVÄSTI EROTETTAVISSA**

<b>Maksa ja perna</b>	Kyllä	Ei	Ei arvioitavissa
Maksakudos ja maksan sisäiset porttilaskimon osat			
Maksalaskimot			
Maksahiluksen rakenteet			
Ductus hepaticus communis			
Ductus choledoccus haimakudoksessa			
Sappirakon seinämä			
Pernakudos			
Pernavaltimo			
Maksan ulkoiset osat porttilaskimosta, pernalaskimo ja mesenterica superior laskimo			
Aorta ja alaonttolaskimo			
Keliacus -runko			
Mesenteriaalivaltimo (t)			
<b>Munuaiset</b>			
Munuaisparenkyymi			
Munuaiden pelvis ja kaliksit			
Virtsajohdinten proksimaalipäät			
Perirenal-tila			

LIITE 2  
4(4)

	Kyllä	Ei	Ei arvioitavissa
Munuaisvaltimot			
Munuaislaskimot			
<b>Lisämunuaiset</b>			
Oikean lisämunuaisen corpus osa			
Oikean lisämunuaiset lahkeet			
Oikean lisämunuaisen erottuminen viereisistä rakenteista			
Vasen lisämunuaisen corpus			
Vasen lisämunuaisen lahkeet			
Vasemman lisämunuaisen erottuminen viereisistä rakenteista			
Pallean crusit			
<b>Haima</b>			
Haiman äärioviiva			
Haimaparenkyymi			
Haimatiehyt			
Ductus choledoccus haiman päässä			
Mesenteriaalivaltimot ja laskimot			
Pernavaltimo ja -laskimo			
Porttilaskimo			
Truncus coeliacus			
Aorta			
Alaonttolaskimo			
Pohjukaissuoli			
<b>Lantio</b>			
Virtsarakon seinämä			
Virtsanjohdinten distaalipäät			
Peräsuoli			
Peräsuolta ympäröivän tilat erottuminen			
Kohtu			
Parametriot tai seminaalivesikkelit			
Eturauhanen			