

Juha Heikkilä

**HILAN VAIKUTUS KUVANLAATUUN JA POTILASANNOKSIIN AIKUISTEN
NATIIVITUTKIMUKSISSA KUVATTAESSA TAULUKUVAILMAISIMELLE JA
KUVALEVYLLE**

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

**HILAN VAIKUTUS KUVANLAATUUN JA POTILASANNOKSIIN AIKUISTEN
NATIIVITUTKIMUKSISSA KUVATTAESSA TAULUKUVAILMAISIMELLE JA
KUVALEVYLLE**

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Juha Heikkilä

Opinnäytetyö

Syksy 2014

Radiografian ja sädehoidon ko.

Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

Tekijä: Juha Heikkilä

Opinnäytetyön nimi: Hilan vaikutus kuvanlaatuun ja potilasannoksiin aikuisten natiivitutkimuksissa kuvattaessa taulukuvailmaisimelle ja kuvalevyllä

Työn ohjaaja: Anja Henner

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2014

Sivumäärä: 37 + 12 liitesivua

Hila estää sironneen säteilyn pääsemistä kuvareseptorille ja näin parantaa kuvanlaatua. Uusien tutkimusten tulokset ovat eri linjoilla hilan käytön tarpeellisuudesta radiologisissa tutkimuksissa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli systemaattisen kirjallisuuskatsauksen keinoin löytää vastauksia siihen, miten hilan käyttö vaikuttaa natiivitutkimuksen kuvanlaatuun ja potilasannokseen kuvattaessa taulukuvailmaisimelle ja kuvalevyllä. Lisäksi tavoitteena on pienentää potilaiden saamaa säteilyannosta erilaisissa natiivitutkimuksissa sekä antaa röntgenhoitajille ajankohtaista tietoa siroavan säteilyn poistotekniikoista.

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku toteutettiin hakustrategian mukaisesti yhdeksään tietokantaan, joista saatiin yhteensä 702 hakutulosta. Hakutulokset käytiin läpi yksitellen otsikon, tiivistelmän ja kokotekstin perusteella. Kaikkien karsintavaiheiden jälkeen tulokseksi saatiin kuusi valintaprosessin läpipääsyyttä tutkimusta. Haku- ja valintaprosessi dokumentoitiin huolellisesti. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusten analysoinnissa käytettiin teorialähtöistä sisällönanalyysia.

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus osoitti hilan ja ilmahilan käytön parantavan merkittävästi kuvanlaatua paksujen ja tiheiden kudosten kuvantamisessa. Hila paransi kuvanlaatua hieman enemmän kuin ilmahila. Hilan ja ilmahilan käyttö nostivat huomattavasti potilasannoksia. Hila nosti potilasannoksia selvästi enemmän kuin ilmahila.

Jatkotutkimushaasteena nousee esiin tutkimus, jossa käytettäisiin montaa hilasuhteeltaan ja –tiheydeltään erilaista hilaa ja muutamaa keskenään erilaista ilmahilaa valittua detektoria kohden. Tutkimuksessa kuvanlaatu ja potilasannos olisivat tasa-arvoisessa asemassa, jolloin hilojen vaikutuksia tutkittaisiin sekä kuvanlaatuun että potilasannokseen.

Asiasanat: Hila, ilmahila, aikuinen, natiivitutkimus, taulukuvailmaisimelle, kuvalevy, potilasannos, kuvanlaatu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiation Therapy

Author: Juha Heikkilä

Title of thesis: The Effect of Anti- Scatter Grid on Image Quality and Patient Dose in Adult Plain Digital Radiography: A Systematic Review

Supervisor: Anja Henner

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2014

Number of pages: 37 + 12 appendices

Anti- scatter grid prevents scatter radiation access to image receptor and thus improve image quality. Results of the new research disagree with need for the use of anti- scatter grid in radiological examinations.

The purpose of this thesis was to use the methodology of systematic review to search for answers concerning the effect of anti- scatter grid on image quality and patient dose in adult plain digital radiography. In addition the purpose is to reduce the patient dose received by patients in a variety of plain examinations as well as to provide radiographers topical information about the scattered radiation removal techniques.

The information retrieval phase of the systematic review was conducted according strategy. A total of 702 articles resulted from searches to nine different databases. The articles were selected in three phases. First, the titles were examined. Then the abstracts of the remaining articles were examined. Finally, six articles were selected for the review based on the full text of articles. The information retrieval and article selection phases were documented to ensure the reliability of the review. A qualitative summary was made based on the selected articles.

A systematic review showed the use of anti- scatter grid and air gap to significantly improve the image quality of thick and dense tissue imaging. An anti- scatter grid improved image quality slightly more than air gap. The use of anti- scatter grid and air gap significantly increased patient doses. An anti- scatter grid increased patient doses much higher than air gap.

Challenge for further research raises the study, which would be used for many anti- scatter grids with different grid ratios and grid frequencies and few sets of mutually different air gap per selected detector. In this study image quality and patient dose would be equal position, when the effects of the anti-scatter grid would examine on both image quality and patient dose.

Keywords: anti-scatter grid, air gap, adult, plain radiography, flat- panel detector, computed radiography, digital radiography, image quality, patient dose

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	KUVAN MUODOSTUMISEEN JA KUVANLAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	9
2.1	Kuvan muodostuminen.....	9
2.2	Kuvanlaatua kuvaavat parametrit.....	12
2.3	Sironnut säteily.....	13
2.4	Hilan rakenne ja toimintaperiaate.....	14
2.5	Röntgensäteilyn tuottaminen ja muokkaaminen.....	16
3	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET.....	18
4	TUTKIMUSMETOLOGIA.....	19
5	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	20
5.1	Tiedonhaussa käytetty hakustrategia.....	20
5.2	Tutkimusten haku- ja valintaperusteet.....	22
5.3	Aineiston analysointi.....	25
6	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET.....	27
6.1	Kirjallisuuskatsaukseen valitut alkuperäistutkimukset.....	27
6.2	Alkuperäistutkimusten keskeiset tulokset.....	29
6.3	Hilan vaikutus kuvanlaatuun.....	31
6.4	Hilan vaikutus potilasannokseen.....	31
7	POHDINTA.....	33
7.1	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	33
7.2	Jatkotutkimushaasteet.....	33
7.3	Tutkimuksen luotettavuus.....	34
7.4	Omat oppimiskokemukset.....	34
	LÄHTEET.....	36
	LIITTEET.....	39

1 JOHDANTO

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 423/2000 säteilyn lääketieteellisestä käytöstä velvoittaa välttämään tutkittavien potilaiden tarpeetonta säteilyaltistusta. Samalla se velvoittaa tuottamaan riittävän diagnostisen kuvanlaadun, jotta tutkimuksesta on perusteltua hyötyä eli se on oikeutettu. Tätä riittävän kuvanlaadun ja alhaisen säteilyaltistuksen välissä tasapainoilua kutsutaan optimoinniksi.

Uudet tutkimukset ovat täysin eri linjoilla hilan käytöstä siroavan säteilyn vähentämisessä. Shaw:n ym. (2013, 324) tutkimuksen mukaan hilan käyttöä thorax PA (posterior –anterior) projektiossa kuvattaessa taulukuvailmaisimella ja kuvalevyllä on vaikea oikeuttaa, koska lähes samaan tehokkuuteen siroavan säteilyn vähentämisessä päästään vaihtoehtoisella 10 cm:n ilmahilatekniikalla. Kuitenkin 10 cm:n ilmahilatekniikasta johtuva potilasannos on paljon pienempi kuin hilasta johtuva potilasannoksen nousu. Toisaalta Mizuta ym. (2012, 52) tutkimuksen mukaan kuvattaessa suoran konversion taulukuvailmaisimelle kuvausobjektin ollessa paksu tulisi käyttää hiloja, joiden hilasuhde on suurempi kuin konventionaalisessa kuvantamisessa käytetyt hilat.

Olen aina ollut kiinnostunut hilasta ja sen käytöstä, koska sen käyttöön liittyy paljon monimutkaisia tekijöitä. Kun edellinen opinnäytetyöni ei konkretisoitunut, opettaja ehdotti tätä aihetta, jolloin aiheen vaihtaminen oli loppujen lopuksi helppoa. Nyt haluan perehtyä tähän aiheeseen tarkemmin ja tutkia mitä mieltä eri tutkijat ovat hilan käytön vaikutuksista. Varsinkin näiden kahden tutkimusten tulosten ollessa täysin vastakkaisia, se luo kysynnän uusille tutkimuksille sekä systemaattiselle kirjallisuuskatsaukselle aiheesta. Aiheesta ei ole tehty aiempia kirjallisuuskatsauksia

Kirjallisuuskatsaustani voivat hyödyntää röntgenhoitajat ja asiasta kiinnostuneet eri lääke- ja hoitotieteen asiantuntijat. Hilan käyttöä vähentämällä voidaan pienentää potilasannosta, jolloin suomalaisten väestöannos ja sitä kautta säteilyn aiheuttama syövän mahdollisuus pienenee.

Hila parantaa kuvanlaatua, estämällä sironneen säteilyn pääsemistä kuvareseptorille. Hila absorboi sironneen säteilyn lisäksi diagnostiselle kuvanmuodostukselle tärkeitä primäärisäteilyä. Jos hilaa käytettäessä halutaan pitää kuvareseptorille tulevan säteilyn määrä samana kuin ilman hilaa, täytyy kuvausarvoja nostaa jolloin potilasannos kasvaa. Hila koostuu röntgensäteitä

absorboivista ohuista lyijy lamelleista ja lyijy lamellien välissä olevasta röntgensäteitä läpipäästävästä välimateriaalista. Välimateriaaleina käytetään yleisesti alumiinia tai muovikuitua. (Carlton & Adler, 2013, 212, 258- 259.)

Ilmahila (air gap) on vaihtoehtoinen tapa rajoittaa sironneen säteilyn määrää. Ilmahilatekniikassa potilaan ja kuvareseptorin välistä etäisyyttä on kasvatettu laittamalla telineen tukipinta ja potilas kauemmaksi kuvareseptorista, jolloin kuvareseptorille saapuvan säteilyn määrä pienenee. On kuitenkin huomioitavaa, että potilaasta syntyvä sironneen säteilyn määrä on yhtä suuri kuin ilman ilmahilaa. Nyt vain potilaan ja kuvareseptorin välisestä kasvaneesta etäisyydestä johtuen kuvareseptorille saapuvan sironneen säteilyn määrä on pienempi. (Carlton & Adler 2013, 269-270.)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on itsenäinen tutkimus, joka kohdistuu tarkasti valikoituihin olemassa oleviin tutkimuksiin. Sen tavoitteena on koota aiheeseen liittyvää tieteellistä tietoa mahdollisimman kattavasti ja tehdä siitä synteesi eli yhteenveto. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen erityispiirteitä ovat sen tarkkaan määritelty tarkoitus ja erityisen tarkka tutkimusten valintaprosessi. Menetelmä on otettu huomioon etenkin näyttöön perustuvan toiminnan mahdollistajana. (Salanterä & Hupli 2003, 24; Johansson 2007, 4; Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 46.)

2 KUVAN MUODOSTUMISEEN JA KUVANLAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

2.1 Kuvan muodostuminen

Kuvalevyjärjestelmä

Kuvalevyjärjestelmä on vanhin digitaalisen kuvantamisen mahdollistava tekniikka. Se esiteltiin jo 1980-luvulla (Carlton & Adler 2013, 339). Kuvalevyjärjestelmän avulla toimintayksikön on suhteellisen halpaa siirtyä analogisesta kuvantamisesta digitaaliseen, sillä kuvalevyjen ja kuvalevynlukijoiden lisäksi ei tarvita muita hankintoja. Kuvalevy voidaan valottaa tavanomaisella röntgenlaitteistolla. Ainoastaan latentin kuvan luominen ja kuvan prosessointi eroavat analogisesta kuvantamisesta. (Lanca & Silva 2009, 59.)

Itse kuvalevy koostuu muovisesta kasetista ja sen sisällä olevasta valoherkästä levystä. Levy koostuu useista erilaisista kerroksista, joista tärkein on loisteainetta sisältävä kerros. Muut kerrokset suojaavat levyä esimerkiksi käsittelyn aiheuttamilta vaurioilta, staattisen sähkön aiheuttamilta ongelmilta ja ulkoisen valon vaikutuksilta. (Carlton & Adler 2013, 339.)

Toimiakseen kuvalevyn täytyy varastoida sekä vapauttaa kuvan informaatio käytettävään muotoon. Siihen tarkoitukseen kuvalevyn valoherkässä levyssä on loisteaine. Yleisimpinä loisteaineina käytetään europiumilla aktivoitua bariumfluorobromidia (BaFBr:Eu) tai -jodidia (BaFI:Eu). (Carlton & Adler 2013, 340.) Pisimmälle viety on ratkaisu, jossa europiumilla aktivoitua cesiumbromidista (CsBr:Eu) kasvatetaan neulamaisen rakenteen omaava, valoa tehokkaasti ohjaava ja kollimoiva loisteainekerros. Neulamaisen rakenteen ansiosta on mahdollista saavuttaa perinteiseen rakenteeseen verrattuna parempi resoluutio säteilyn määrää lisäämättä. (Leblans 2002, 2.)

Latentin kuvan muodostuminen ja luenta

Kun kuvalevy altistetaan röntgensäteilylle, sen loisteainekerrokseen absorboitunut säteily saa aikaan elektronien virittymisen. Tätä varastoitunutta energiaa sanotaan latentiksi kuvaksi. Tämä varastoitunut energia voidaan vapauttaa valostimuloitukseksi luminesenssiksi kutsutun prosessin avulla. (Seibert, Bogucki, Ciona, Huda, Karellas, Mercier, Samei, Shepard, Stewart, Strauss, Suleiman, Tucker, Uzenoff, Weiser, Willis. 2006, 1.)

Latentti kuva luetaan erillisellä kuvanlukijalla jossa loisteainekerroksessa olevat viritystilat puretaan punaisella lasersäteellä. Loisteaine on perinteisesti kerrostettu valoa läpäisemättömän pohjalevyn päälle, jolloin latentti kuva voidaan lukea vain yhdeltä, valoa läpäisevältä puolelta. On myös olemassa kuvalevyjä, joissa pohjakerros on valoa läpäisevä. Näin kuvan luentavaiheessa voidaan kerätä valoa levyn kummaltakin puolelta. (Seibert ym. 2006, 3.) Viritystilan purkautuessa syntyy sinipurppuraista valoa joka kerätään, mitataan ja muutetaan sähköiseen muotoon. Syntyneen valon aallonpituus riippuu loisteaineen aktivoimisessa käytetystä alkuaineesta. (Carlton & Adler 2013, 341, Rowlands 2002, R125.)

Taulukuvailmaisin

Ensimmäiset taulukuvailmaisimia käyttävät digitaalijärjestelmät tulivat markkinoille 1990-luvun loppupuolella. Taulukuvailmaisin eroaa kuvalevyjärjestelmästä kuvan luennan osalta. Kuvalevyjärjestelmästä poiketen kuvanluentaelektroniikka on integroitu itse ilmaisimeen. Taulukuvailmaisin voi perustua useaan eri tekniikkaan. (Kotter & Langer. 2002,1.)

Taulukuvailmaisin koostuu useasta kerroksesta. Röntgenkuvan muodostamiseen tarvittavan tiedon luettavaan muotoon tuova ohutkalvotransistori- eli TFT-matriisi on yleensä kerroksista pohjimmaisina. TFT-matriisin ja ylimmän kerroksen väliin sijoitetaan sähkövarauksia keräävät elektrodit. Ylin kerros eli konversiokerros koostuu ilmaisimen tyypistä riippuen joko röntgensäteilylle herkstä fotojohteesta tai röntgensäteilylle ja valolle herkkien elementtien yhdistelmästä. Tuikeainetta ja valolle herkkää fotodiodia hyödyntävää tekniikkaa kutsutaan epäsuoraksi konversioksi, kun taas röntgensäteilylle herkkää fotojohdetta hyödyntävästä tekniikasta käytetään nimeä suora konversio. (Kotter ym. 2002,1, Lanca & Silva 2009, 60.) Suoran konversion tekniikassa röntgenfotonit muutetaan suoraan sähkövarauksiksi. Epäsuorassa konversiossa röntgenfotonit sen sijaan muutetaan tuikeaineen avulla ensin valoksi ja vasta sitten sähkövarauksiksi. (Neitzel 2005, 35.)

Suoran konversion taulukuvailmaisimet

Suoran konversion taulukuvailmaisimet käyttävät fotojohteena amorfista seleeniä a-Se (Lanca & Silva 2009, 60). Ennen kuin ilmaisin altistetaan röntgensäteilylle, seleenikerroksen läpi luodaan sähkökenttä. Altistuksen aikana röntgensäteet synnyttävät seleenikerrokseen vapaita elektroneja ja niitä vastaavia elektroniaukkoja. Aikaisemmin luodun sähkökentän vetämänä nämä varaukset liikkuvat suoraan kohti seleenikerroksen ulkopintoja. Kerroksen pohjalla varaukset hakeutuvat

sähkövarauksia kerääviin elektrodeihin, jossa niitä säilytetään kuvan luentaan asti. (Kotter ym. 2002,1.)

Suoran konversion tekniikka tuottaa huomattavasti korkeamman modulaation siirtofunktion (MTF) kuin epäsuoran konversion tekniikka tai kuvalevyjärjestelmä. Korkea MTF on seurausta seleenikerrokseen syntyvien sähkövarausten erotteluun käytetystä sähkökentästä, joka estää tehokkaasti sähkövarausten lateraalista hajaantumista. (Neitzel 2005, 35.)

Koska amorfisen seleenin järjestysluku ($Z = 34$) ja sitä kautta atomimassa on suhteellisen matala, se ei absorboi röntgensäteilyä kovin tehokkaasti verrattuna epäsuorassa tekniikassa käytettyihin tuikeaineisiin (Neitzel 2005, 35.)

Epäsuoran konversion taulukuvailmaisimet

Epäsuoran konversion taulukuvailmaisimet koostuvat röntgensäteilyä valoksi muuttavasta tuikeainekerroksesta, sen alapuolella olevasta amorfisesta piistä a-Si valmistetusta fotodiodikerroksesta ja pohjalla olevasta TFT-matriisista. Fotodiodikerros muuttaa tuikeaineen synnyttämän näkyvän valon edelleen sähkövarauksiksi, jotka ilmaisimen pohjalla oleva TFT-matriisi kerää kuvan luenta varten. (Kotter ym. 2002, 2565.)

Epäsuoran konversion tekniikassa tuikeaineena käytetään yleensä joko cesiumjodidia (CsI) tai gadoliniumoksisulfidia (Gd_2O_2S) (Lanca & Silva 2009,61). Tuikeaine voi olla joko neulamaista tai puuterimaista. Puuterimaisessa tuikeaineessa syntyvä valo voi hajaantua syntykohtaa ympäröiviin pikseleihin huonontaan syntyvän kuvan resoluutiota. Cesiumjodidi voidaan rakentaa ilmaisimen pinnalle neulamaiseksi kristallirakenteeksi. Neulamaisen tuikeaineen käyttäminen vähentää valon hajaantumisen vaikutusta kuvan resoluutioon. (Chotas ym. 1999, 597.)

2.2 Kuvanlaatua kuvaavat parametrit

Kontrasti

Kontrasti tarkoittaa kuvan kahden eri alueen välistä suhteellista kirkkauseroa. Kuvan kontrastilla tarkoitetaan yhdistettyä kuvareseptorin kontrastia sekä kohteen kontrastia. (Carlton & Adler 2013, 409.)

Kuvareseptorin kontrastilla tarkoitetaan digitaalisten kuvajärjestelmien kykyä säätää kontrastia. Kuvajärjestelmälle ominainen säteilyannoksen voimakkuuden ja ulostulevan signaalin välinen suhde vaikuttaa valotuksen määrään, jolla asianmukainen kontrasti saadaan aikaiseksi. Tätä vastetta ja sen graafista esitysmuotoa kutsutaan ominaiskäyräksi. Pienimmän ja suurimman mahdollisen vasteen välistä aluetta ominaiskäyrässä kutsutaan dynaamiseksi alueeksi. Digitaalisten järjestelmien vaste on suoraan verrannollinen altistuksen määrään, joten niiden ominaiskäyrä on tasaisesti nouseva. Näin ollen digitaalisten kuvantamisjärjestelmien dynaamista aluetta rajoittaa yleensä vain kuvan digitalisointiin käytettävissä olevien bittien määrä. (Dobbins 2000, 164.)

Digitaalisten kuvajärjestelmien kuvankäsittely pystyy tarjoamaan sopivan harmaasävyasteikon riippumatta suurista kuvausjännite sekä putkivirta-aika variaatioista. Kuvareseptorin täytyy kuitenkin saada määrällisesti tarpeeksi fotoneja sekä tarpeeksi energioiltaan erilaisia fotoneja pystyäkseen siihen. Pääasiallinen tapa kuvan kontrastin säätämiseen on kuvan ikkunan leveyttä säätämällä. (Carlton & Adler, 2013, 409.)

Kohteen kontrastilla tarkoitetaan röntgensädekeilassa olevia intensiteettieroja kuvattavan kohteen läpäisyn jälkeen. Intensiteettieroihin vaikuttavat käytetty kuvausjännite ja kuvattavan kohteen materiaali ja sen tiheys sekä sen määrä kohteen eri osissa. (Carlton & Adler, 2013, 409.)

Kohina

Kohina on satunnaista vaihtelua kuvainformaatioissa (Bushong 2013, 163). Kohinan määrä vaikuttaa kuvan kontrastiin: kohinan kasvaessa kontrasti huononee ja päinvastoin (Carlton & Adler 2013, 333). Näin ollen kohina voi peittää alleen hyödyllistä kuvainformaatiota (Lanca &

Silva 2009, 137). Kohinan voi jaotella joko sähköisistä järjestelmistä johtuvaan kohinaan eli ilmaisimesta johtuvaan kohinaan ja kvanttikohinaan (Carlton & Adler 2013, 333).

Ilmaisimesta aiheutuva kohina on ilmaisimen tekniikan synnyttämää elektronista häiriötä kuvasignaalisissa. Suurin osa ilmaisimen aiheuttamasta kohinasta on lämpökohinaa. (Kotter ym. 2002, 2566.) Ilmaisimesta johtuva kohina on satunnaista taustainformaatiota, joka havaitaan, mutta jolla ei ole juurikaan vaikutusta kuvanlaatuun (Carlton & Adler 2013, 333).

Kvanttikohina tarkoittaa liian vähäisen kuvainformaation aiheuttamaa kohinaa. Kvanttikohina aiheuttaa kuvaan rakeisuutta, jota voidaan vähentää lisäämällä detektorille tulevan säteilyn määrää. (Carlton & Adler 2013, 333.) Digitaalisessa kuvantamisessa kvanttikohina on säteilyn määrän vähentämistä rajoittava tekijä (Starck 2009, 31).

Paikkaerotuskyky

Paikkaerotuskyky tarkoittaa kykyä erottaa kuvan kaksi vierekkäistä yksityiskohtaa toisistaan. Paikkaerotuskyky liittyy läheisesti kuvantamisjärjestelmän tarkkuuteen, joka tarkoittaa järjestelmän kykyä toistaa kohteen erilaisia anatomisia rakenteita. (Samei, Flynn & Eyer 2003, 37.) Paikkaerotuskyky on sitä korkeampi silloin, kun kuvan kaksi objektiä ovat pienempiä ja lähempänä toisiaan (Carlton & Adler 2013, 427).

2.3 Sironnut säteily

Compton ilmiö

Sironneella säteilyllä tarkoitetaan pääosin potilaasta syntyvää diagnostiselle kuvanmuodostamiselle haitallista säteilyä. Röntgensäteilyn diagnostisen käytön alueella sironnutta säteilyä syntyy Compton-ilmiöllä. Compton-ilmiö on yksi röntgensäteilyn ja materian vuorovaikutustavoista. Siinä röntgenfotoni vuorovaikuttaa heikosti sidottuun kohde atomin uloimman kehän elektroniin siirtäen elektronin kehältään, jolloin röntgenfotoni jatkaa matkaansa erisuuntaan nyt sironneena fotonina. Sironneella fotonilla on vähemmän energiaa kuin alkuperäisellä fotonilla ja täten sillä on alhaisempi frekvenssi ja pitempi aallonpituus. Sironnut fotoni voi kimmoda mihin tahansa suuntaan elektronista. Todennäköisin suunta on kuitenkin sama kuin alkuperäisen röntgenfotonin. Koska sironnut säteily tulee kaikista suunnista kuvareseptorille,

se ei vastaa potilaan anatomiaa, jolloin sillä ei ole ollenkaan diagnostista arvoa. (Carlton & Adler 2013, 197-198.)

Sironnut säteily aiheuttaa epätoivottua valotusta kuvareseptorille. Tämä näkyy kuvassa kokonaisvaltaisena harmauden kasvuna jolloin tuloksena on kontrastin heikkeneminen. Kuvausjännite ja kuvauskohde ovat päätekijöitä, jotka vaikuttavat sironneen säteilyn syntyyn. Kuvausjännitteen kasvaessa röntgensäteiden ja materian välinen vuorovaikutus vähenee, jolloin kuvausreseptorille pääsee enemmän säteilyä. Kuitenkin Compton- ilmiön prosentuaalinen ja määrällinen osuus kasvaa verrattuna muihin vuorovaikutuskeinoihin, jolloin sironneen säteilyn määrä kasvaa. Mikäli kuvausjännitteen nousua kompensoidaan (mAs) laskulla siten, että kuvausreseptorille saapuva säteilyn määrä pysyy samana, sironneen säteilyn määrä pienenee. (Carlton & Adler 2013, 198, 234.)

Kuvauskohteen tilavuuden kasvaessa sironneen säteilyn määrä kasvaa eli kenttäkoko sekä potilaan paksuus vaikuttavat sironneen säteilyn määrään. Käytettäessä suuria kenttäkokoja suurempi määrä röntgenfotoneja vuorovaikuttaa kudosten kanssa täten luoden enemmän sironnutta säteilyä. Kun käytetään niin pieniä kenttäkokoja kuin mahdollista, se pienentää sironneen säteilyn lisäksi tietysti myös potilasannoksia. (Carlton & Adler 2013, 235)

2.4 Hilan rakenne ja toimintaperiaate

Hilalla saadaan vähennettyä pääosin potilaasta johtuvaa sironnutta säteilyä. Tämä sironnut säteily aiheuttaa kuvan kokonaisvaltaisen harmauden kasvun jolloin tuloksena on kuvan kontrastin heikkeneminen. Hila parantaa kuvan kontrastia siten, että se absorboi sironnutta säteilyä ennen kuin se pääsee kuvareseptorille. Hila absorboi sironneen säteilyn lisäksi myös hieman diagnostiselle kuvanmuodostukselle tärkeitä primäärisäteilyä. Jos hilaa käytettäessä halutaan pitää kuvareseptorille tulevan säteilyn määrä samana kuin ilman hilaa, täytyy kuvausarvoja nostaa, jolloin myös potilasannos kasvaa. (Carlton & Adler, 2013, 258, 212.)

Hila koostuu röntgensäteitä absorboivista ohuista lyijylamelleista sekä lyijylamellien välissä olevasta röntgensäteitä läpipäästävästä välimateriaalista. Välimateriaaleina käytetään alumiinia tai hiilikuitua. (Carlton & Adler, 2013, 259.) Alumiinin etuihin kuuluu, että se on kestävä ja helpompi valmistaa korkealla laadulla. Etuihin kuuluu myös se, ettei se ole hydroskooppinen.

Alumiinin heikkouksiin kuuluu sen korkea atomiluku, jolloin se absorboi jonkin verran primäärisäteilyä. Tämän takia alumiini ei ole optimaalisin alhaisilla kuvausjännitealueilla. Hiilikuidun etu on, ettei se ei juuri ollenkaan absorboi primäärisäteilyä. Hiilikuidut voivat absorboida kosteutta, jolloin ne saattavat vääntyä. (Bushong 2013, 197.)

Hilasuhde tarkoittaa lyijylamellien korkeuden suhdetta välimateriaalin leveyteen. Hilasuhteella on suuri vaikutus kuvan kontrastia parantavaan vaikutukseen. Mitä suurempi hilasuhde on, sitä suurempi täytyy olla sironneen säteilyn lentorata päästäkseen välimateriaalin läpi kuvareseptorille. Eli suuret hilasuhteet ovat tehokkaampia poistamaan sironnutta säteilyä, mutta vaativat myös enemmän tarkkuutta hilan asettelussa ja ovat täten herkempiä hila virheille. (Carlton & Adler 2013, 260-261.)

Hilasuhteen suurentuessa täytyy kuvausarvoja nostaa, jotta tarvittava määrä säteilyä pääsee kuvareseptorille muodostaen diagnostisen kuvan. Tämä saa aikaan myös korkeammat potilasannokset. (Bushong 2013, 196.)

Hilatiheys määritellään lyijylamellien määrällä per senttimetri. Hilatiheyden kasvaessa lyijyn suhteellinen määrä kasvaa, jolloin tarvitaan korkeammat kuvausarvot diagnostisen kuvanlaadun saavuttamiseen, jolloin potilasannos kasvaa. Tiedettäessä hilan hilasuhde ja hilatiheys pystytään määrittämään lyijyn määrä hilassa. Lyijyn määrä on kaikista tärkein tekijä arvioitaessa hilan sironnutta säteilyä poistavaa tehokkuutta. (Carlton & Adler 2013, 261, Bushong 2013, 196- 197.)

Ilmahila on vaihtoehtoinen tapa vähentää sironneen säteilyn määrää. Ilmahilatekniikassa potilaan ja kuvareseptorin välistä etäisyyttä on kasvatettu laittamalla potilas kauemmaksi kuvareseptorista, jolloin kuvareseptorille saapuvan säteilyn määrä pienenee. On kuitenkin huomioitavaa, että potilaasta syntyvä sironneen säteilyn määrä on yhtä suuri kuin ilman ilmahilaa. Nyt vain potilaan ja kuvareseptorin välisestä kasvaneesta etäisyydestä johtuen kuvareseptorille saapuvan sironneen säteilyn määrä on pienempi. Seurauksena on parantunut kuvan kontrasti.

Ilmahilatekniikan heikkouksia ovat potilaan ja kuvareseptorin etäisyyden kasvamisesta johtuva kuvan terävyyden lasku. (Carlton & Adler 2013, 269-270.) Ilmahilatekniikoiden käyttöä rajoittaa myös kuvareseptoreiden koko, sillä ilmahilatekniikat aiheuttavat aina kohteen suurenemista kuvareseptorilla (Shaw ym. 2013, 324).

Hilat absorboivat sironneen säteilyn lisäksi myös jonkin verran primäärisäteilyä. Hilat, jotka absorboivat prosentuaalisesti suuremman määrän sironnutta säteilyä kuin primääri säteilyä on suurempi selektiivisyys. Selektiivisyyden merkinä käytetään kreikkalaista sigmaa (Σ). Mitä suurempi selektiivisyys hilalla on, sitä paremmin se poistaa sironnutta säteilyä. (Carlton & Adler 2013, 265.)

Hilaa käytettäessä kuvausarvoja täytyy nostaa, jos halutaan pitää kuvareseptorille tulevan määrä vakiona. Bucky Factoria käytetään kuvaamaan hilan käytöstä johtuvaa kuvausarvojen nousua verrattuna siihen, että hilaa ei käytettäisi ollenkaan. Bucky Factor ilmaisee täten myös hilan käytöstä johtuvaa potilasannoksen nousua. Bucky Factor kertoimen ollessa yksi hilasta johtuvaa potilasannoksen nousua ei ole ja Bucky Factor kertoimen ollessa kaksi on hilan käytöstä johtuva potilasannos kaksinkertainen. (Bushong 2013, 198.)

Yksi tapa arvioida hilan tehokkuutta on mitata sen kontrastia parantava vaikutus. Contrast Improvement Factor (k) kertoo kuinka hyvin hila parantaa kuvan kontrastia verrattuna siihen, että hilaa ei käytetä. Contrast Improvement Factorin ollessa yksi kontrastia parantavaa vaikutusta ei ole ja sen ollessa kaksi kuvan kontrasti hilaa käytettäessä on kaksinkertaistunut. (Bushong 2013, 197, Carlton & Adler 2013, 265.)

2.5 Röntgensäteilyn tuottaminen ja muokkaaminen

Putkijännite vaikuttaa tuotetun säteilyn määrään sekä laatuun. Putkijännite määrittää sen kuinka korkeaenergisistä fotoneista röntgensäteilykeila koostuu. Kun jännite kaksinkertaistuu, niin fotonien määrä nelinkertaistuu. Jännitteen nostaminen lisää säteilyn läpikulkevuutta. Putkijännitteellä on myös yhteys kuvan kontrastiin. (Carlton & Adler 2013, 179,183, 417.)

Säteilyn määrää kontrolloidaan putkivirralla ja valotusajalla. Yhdistettäessä putkivirta ja valotusaika saadaan suure, jolla suoraan kontrolloidaan kuvanlaatua ja potilasannosta. Putkivirtaa aikaa kasvattamalla vähentyy kuvan kohina, mutta vastaavasti potilasannos kasvaa samassa suhteessa. (Carlton & Adler 2013, 135, 179-180.)

Suodatus

Suodatukseksi kutsutaan prosessia, jossa säteilyä absorboivia materiaaleja käyttämällä poistetaan säteilykeilasta ei-toivottuja, vähäenergisii fotoneja. Nämä fotonit lisäävät potilaan pinta-annosta, mutta eivät ole tarpeeksi läpäisykykyisiä osallistuakseen kuvanmuodostukseen. Lisäsuodatusta voidaan ajatella työkaluna, jonka avulla röntgenhoitaja voi muokata säteilykeilan sädespektriä haluamaansa, tutkimuksen kannalta hyödyllisempään muotoon. (Carlton & Adler 2013, 162, 171.)

Suodatusta on kahta tyyppiä. Kiinteä suodatus tarkoittaa aina vaikuttavaa suodatusta, joka koostuu röntgenputken lasirungosta ja sitä ympäröivästä eristeöljystä sekä röntgenputken ikkunasta. Lisäsuodatus tarkoittaa varta vasten säteilykeilaan asetettua suodatinmateriaalia, yleensä alumiinia (Al) tai kuparia (Cu). Kollimaatiopeili suodattaa myös säteilyä ja se lasketaan lisäsuodatukseksi. Kokonaissuodatukseksi kutsutaan kiinteänsuodatuksen ja lisäsuodatuksen yhteisvaikutusta. (Carlton & Adler 2013, 172, Bushong 2013, 143.)

Alumiini on tavallisin suodatusmateriaali, ja sen avulla voidaan ilmaista muidenkin suodatusmateriaalien tehokkuus. Tämä tapahtuu yksinkertaisesti ilmoittamalla sen alumiinikerroksen paksuus, jonka suodatusteho vastaa kyseessä olevan kappaleen aiheuttamaa suodatusta (Al/Eq). (Carlton & Adler 2013, 172.) Esimerkiksi 0,1 mm kuparia vastaa noin 3 mm alumiinia (Kohn ym. 1996, 18).

3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Hila käytetään parantamaan kuvan kontrastia, jolloin matalakontrastisten yksityiskohtien havainnointi helpottuu ja kuvanlaatu paranee. Opinnäytetyöni tarkoituksena on kuvailla hilan käytön vaikutuksia kuvanlaatuun ja potilasannoksiin aikuisten natiivitutkimuksissa kuvattaessa taulukuvailmaisimelle sekä kuvalevyille.

Opinnäytetyöni tarkoitus on systemaattisen kirjallisuuskatsauksen keinoin etsiä vastauksia seuraaviin tutkimustehtäviin:

1. Millainen on hilan vaikutus kuvan laatuun aikuisten natiivitutkimuksissa kuvattaessa taulukuvailmaisimella tai kuvalevyllä?
2. Millainen on hilan vaikutus potilasannoksiin aikuisten natiivitutkimuksissa kuvattaessa taulukuvailmaisimella tai kuvalevyllä?

Tavoitteena on pienentää aikuispotilaiden saamaa säteilyannosta, kun röntgenhoitajat saavat ajankohtaista tietoa siroavan säteilyn poistotekniikoista, jolloin hilan käyttöä voidaan harkita paremmin.

Omana oppimistavoitteena on oppia tekemään systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sitä myöten kehittää tiedonhakutaitoja. Tavoitteena on oppia ymmärtämään hilan teknisiä yksityiskohtia ja pystyä vertaamaan niiden kuvanlaatua ja potilasannosta parantavia tekijöitä.

4 TUTKIMUSMETOLOGIA

Tämä tutkimus on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Laadulliselle tutkimukselle ominaista on todellisen elämän kuvaaminen. Sillä voidaan ajatella, että todellisuus on moninainen eikä sitä voida hajottaa miten haluaa. Näin ollen laadullisessa tutkimuksessa pyrin tutkimaan kohdetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 157.)

Arvot muokkaavat tutkijan pyrkimyksiä ymmärtää tutkittavaa ilmiötä joten tutkijan ei ole mahdollista irtaantua arvolähtökohdistaan. Puhdasta objektiivisuutta ei voida saavuttaa, koska tutkija ja se mitä tiedetään nivoutuvat saumattomasti toisiinsa. Laadullisessa tutkimuksessa yritetään enemmän löytää ja paljastaa tosiasioita kuin varmentaa jo olemassa olevia väittämiä. (Hirsjärvi ym. 2007, 157.)

Kirjallisuuskatsaus voidaan toteuttaa usealla eri menetelmällä. Sen avulla on mahdollista hahmottaa olemassa olevan tutkimuksen kokonaisuutta (Johansson 2007, 3-5). Tämä tutkimus on systemaattinen kirjallisuuskatsaus, jossa tutkitaan olemassa olevaa tutkimustietoa eli se on toisen asteen tutkimus.

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus eroaa muista kirjallisuuskatsauksista sen tarkan valinta-, analysointi- ja syntetisointiprosessin vuoksi. Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen sisällytetään vain relevantit ja tarkoitusta vastaavat korkealaatuiset tutkimukset ja sen jokainen vaihe on tarkkaan määritelty ja kirjattu virheiden minimoimiseksi ja katsauksen toistettavuuden mahdollistamiseksi. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen; ensimmäisessä vaiheessa suunnitellaan, toisessa vaiheessa tehdään haut, analysoinnit ja kolmannessa vaiheessa raportoidaan. (Johansson 2007, 3-5.)

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

5.1 Tiedonhaussa käytetty hakustrategia

Salanterä & Huplin (2003, 27) mukaan tutkimuskysymysten laatimisen jälkeen tulee käydä läpi kirjallisuuskatsauksessa käytettävät tutkimuslähteet. Niitä tulee etsiä laajasti erilaisista tietokannoista. Myös tietokantojen ulkopuolinen tutkimustieto eli ns. harmaa kirjallisuus on hyvä huomioida. Muun muassa tietokantojen ulkopuoliset väitöskirjat, artikkeleiden lähdeluetteloiden perusteella löydetty tutkijaryhmien muut julkaisut ovat harmaata kirjallisuutta.

Tässä tutkimuksessa tiedonhaku kohdistettiin seuraaviin tietokantoihin: Academic Search Elite, Biomed Central, CINAHL, IEEE Xplore, Medic, Melinda, PubMed, ScienceDirect ja Theseus. Medic, Melinda ja Theseus ovat näistä suomalaisia tietokantoja. Tietokantojen valintaan vaikuttivat niiden aihepiirit, kielialue ja saatavuus. Kaikki haussa käytetyt tietokannat olivat käytettävissä joko Oulun ammattikorkeakoulun tai Oulun yliopiston kirjastojen kautta. Lisäksi niiden aihepiiriin kuuluu lääke- ja hoitotieteen sekä hyvinvointitekniikan alalla tehdyt tutkimukset. Radiografian tieteenalalla ei ole käytettävissä omaa suomalaista tai kansainvälistä tietokantaa. Tietokantojen valinnassa konsultoitiin informaatikkoa 8.5.2014.

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tiedonhaussa käytettävien hakutermin valinta kannattaa aloittaa pohtimalla katsauksen aihetta tarkasti. Pohdinnassa voidaan käyttää apuna esimerkiksi ajatuskarttaa tai PICO- formaattia. Tiedonhaun aihetta kuvaavia yleisesti hyväksytyjä käsitteitä voi tämän jälkeen etsiä erilaisista asiasanastoista, kuten englanninkielisestä MeSH- termistöstä. Kun hakusanat ovat valittu, sanoja yhdistelemällä tehdään hakulausekkeet esimerkiksi Boolean logiikan avulla. Tällöin erilliset sanat liitetään yhdeksi hakua rajaavaksi kokonaisuudeksi AND, OR ja NOT -operaattoreiden avulla. (Salanterä & Hupli 2003, 29; Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 49; Tähtinen 2007, 18–24.) Suunnittelun viimeisessä vaiheessa asetetaan sisäänotto- ja poissulkukriteerit. Niiden avulla hakutulosten joukosta seulotaan tutkimuskysymysten kannalta oleelliset tiedot. (Johannsson 2007, 6.)

Tässä kirjallisuuskatsauksessa hakusanojen etsimisessä käytettiin apuna PICO- formaattia. (kts. taulukko 1.) PICO tulee sanoista Population/Problem = P, Intervention = I, Comparison = C ja Outcomes = O (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 47). Tämän jälkeen vastaavia termejä etsittiin englanninkielisestä MeSH- asiasanastosta ja suomenkielisestä FinMeSH- ja, YSA- asiasanastosta. Näistä asiasanastoista ei löytynyt yhtään uutta tutkimukseeni sopivaa sanaa.

TAULUKKO 1. Hakusanat Pico-formaattia käyttäen

Population	Intervention	Comparison	Outcome
Adult	Grid		Effective dose
Plain Radiography	Anti-scatter grid		Patient dose
Flat-Panel Detector	Scatter rejection		Image quality
FPD	Air- gap		Detectability
Computed	Optimisation		Efektiiivinen annos
Radiography	Optimization		Potilasannos
CR	Optimointi		Kuvanlaatu
Digital Radiography	Hila		
Aikuinen	Ilmahila		
Natiivitutkimus			
Kuvalevy			

Lopullisten hakusanojen valinnassa konsultoitin Oulun Ammattikorkeakoulun radiologian ja sädehoidon koulutusohjelman yliopettajaa 9.5.2014. Tämän jälkeen valituista hakusanoista muodostettiin sekä suomen- että englanninkieliset hakulausekkeet Boolean logiikkaa hyödyntäen. Tiedonhaussa suomenkielistä hakulauseketta muokattiin katkaisemalla osa hakusanoista kunkin tietokannan ymmärtämällä katkaisumerkillä. Lausekkeiden perusrakenne pidettiin kuitenkin kaikissa hauissa samana.

Suomenkielinen hakulauseke muodostui:

("Digitaalinen kuvantaminen" OR Natiivitutk? OR Taulukuvailmai? OR kuvalevy) AND (hila OR ilmahila OR optimoi?) AND (kuvanlaa? OR Potilasanno? OR Säteilyyanno?) AND (Hila OR ilmahila)

Englanninkielinen hakulauseke muodostui:

("Digital radiography" OR "Plain Radiography" OR "Flat-panel detector" OR "computed radiography" OR "imaging plate") AND (Grid OR "Air-gap" OR optimisation OR optimization) AND ("image quality" OR "patient dose" OR "radiation dose") AND (grid OR "air-gap")

5.2 Tutkimusten haku- ja valintaperusteet

Laadullisessa raportoinnissa kuvataan mukana olevien tutkimusten luonnetta, tutkimusten laatua, tasoa ja tutkimusten tuloksia. Tulokset pyritään tiivistämään teemoihin tai luokkiin. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen raportissa pitää tulla esille kuinka tutkimukset on etsitty ja valikoitu katsaukseen. Tarkat sisääntulo- ja poissulkukriteerit tulee raportoida. Myös tutkimusten arviointikriteerit tulee esittää. Tavoitteena on, että raportin perusteella jokin toinen tutkijaryhmä pystyy toistamaan haku- ja valintaprosessin identtisenä alkuperäiseen katsaukseen nähden. (Salanterä & Hupli 2003, 37; Johansson 2007, 7.)

Tietokantahaut suoritettiin 11–15.5.2014 välisenä aikana. Hakutuloksia saatiin yhdeksästä tietokannasta yhteensä 702 kappaletta. Tietokantakohtaiset hakutulosten määrät on eritelty taulukossa 2. Haku- ja valintaprosessi suoritettiin tietokanta kerrallaan siten, että haun jälkeen kyseisen tietokannan hakutulokset kävivät läpi tutkimusten valintaprosessin, ja vasta sitten siirryttiin seuraavaan tietokantahakuun.

Hakusanojen muodostamisen jälkeen laadin taulukon 3. mukaiset sisäänotto- ja poissulkukriteerit, joiden mukaan valitsen katsaukseeni tulevat tutkimukset.

TAULUKKO 2. Hakutulosten määrä eri tietokannoissa

Tietokannan nimi	Hakutulosten määrä
Academic Search Elite	43
CINAHL	7
IEE Xplore	5
Medic	82
Melinda	1
Pubmed	43

ScienceDirect	391
Theseus	15
Yhteensä	702

TAULUKKO 3. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

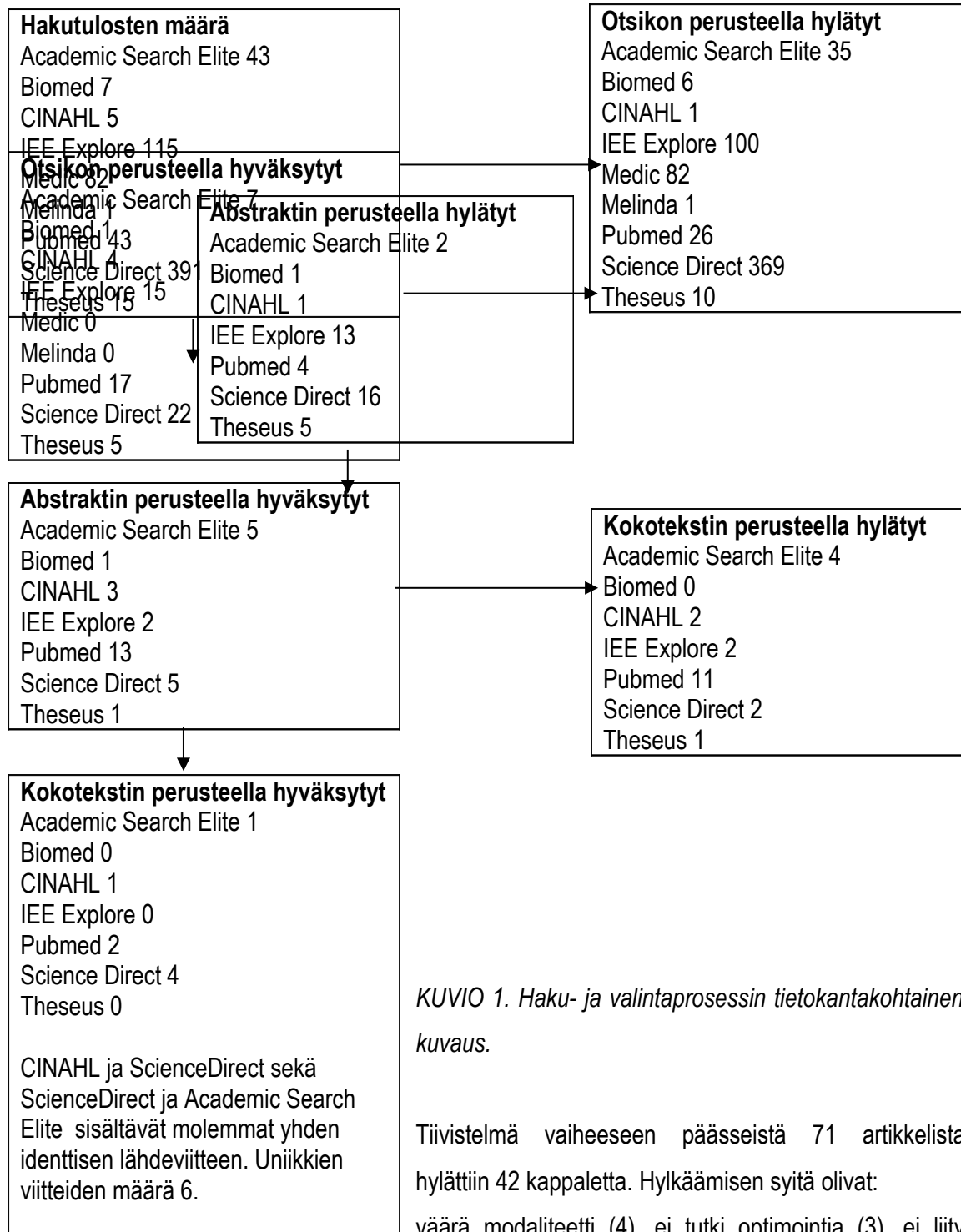
Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Julkaistu vuonna 2004 tai sen jälkeen	Ei saatavilla ilmaiseksi
Suomen – tai englanninkielinen	Kirjallisuuskatsaus
Tutkii digitaalisen natiivikuvantamisen optimointia	Ei ole tutkimus
Tutkimuksessa käytetty taulukuvailmaisinta ja/tai kuvalevyä	Ei tutkimuksia hilasta ja/tai ilmahilasta
Tutkii kuvanlaatuun vaikuttavia tekijöitä	Käsittelee lasten kuvausten optimointia
Tutkii hilan ja/tai ilmahilan käyttöä	

Katsaukseen tulevat tutkimukset hankitaan ja valikoidaan tarkasti tutkimussuunnitelman mukaisesti. Tutkimusten valinta kannattaa toteuttaa useissa vaiheissa. Tutkimuksia karsitaan ensin pelkän otsikon mukaan, jolloin tutkimuksia, joiden otsikot eivät vastaa lainkaan tutkimuskysymyksiin voidaan poistaa. Seuraavaksi karsitaan tiivistelmän perusteella tutkimukset, jotka eivät ole tutkimukseen soveltuvia. Viimeisessä vaiheessa tarkastellaan läpi jäljelle jääneet tutkimukset kokonaisuudessa. Kokonaisuudessaan kaikkien vaiheiden tarkka kirjaaminen on tärkeää katsauksen onnistumisen ja tulosten relevanttiuden osoittamiseksi. (Johansson 2007, 6; Salanterä & Hupli 2003, 30)

Kaikki otsikon, tiivistelmän ja kokotekstin mukaan valitut tutkimukset dokumentoitiin RefWorks-viitteidenhallintaohjelmistoon, johon tehtiin omat kansiot karsintaperusteen mukaan. Näin pystyttiin hallitsemaan isoa viitemäärää. Tietokantakohtaisesti kirjattiin ylös hakulausekkeiden hakutulosten määrän sekä kussakin karsintavaiheessa hylättyjen artikkelien poissulun syyt.

Tutkimusten haku- ja valintaprosessin eteneminen on kuvattu tietokantakohtaisesti kuviossa 1. Kunkin tietokannan kohdalla kirjattiin ylös karsintavaiheen hylättyjen artikkelien poissulun syyt (liitteet 1-9). 702 hakutuloksesta hylättiin otsikon perusteella 630 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: väärä modaaliteetti (22), ei tutki optimointia (109), ei käsittele taulukuvailmaisinta/kuvalevyä (2), ei liity lääketieteellisen säteilyn käyttöön (48), ei ole tutkimus (131), ei liity aikuisten

tutkimuksiin (22), ei liity lääketieteelliseen kuvantamiseen (7), ei tutki hilan käyttöä (23), ei liity ihmisten kuvantamiseen j(5), julkaistu ennen vuotta 2004 (15), ei tutki digitaalista kuvantamista (4), kirjallisuuskatsaus (3).



Kokoteksti vaiheeseen päässeistä hylättiin 22 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei tutki hilan käyttöä (14), ei saatavilla ilmaiseksi (5), väärä kieli (1) ja ei tutkimus (2).

Karsintavaiheen jälkeen jäljelle jäi kahdeksan artikkelia neljästä eri tietokannasta. Tietokannoista eniten tutkimusviitteitä valikoitui Science Directistä, yhteensä neljä kappaletta. Pubmedistä valikoitui kaksi kappaletta ja IEE Explorestä sekä Academic Search Elitestä molemmista yksi kappale. CINAHL ja ScienceDirect sekä ScienceDirect ja Academic Search Elite sisältävät molemmat yhden identtisen lähdeviitteen. Näin ollen katsaukseen valikoitui lopulta kuusi artikkelia.

5.3 Aineiston analysointi

Tutkimuksessani käytän teorialähtöistä sisällönanalyysia. Teorialähtöisessä sisällönanalyysissä tutkimusaineistoa analysoidaan valmiin teorian tai mallin perusteella valittujen kiinnostuksen kohteena olevien käsitteiden avulla. Laadullinen analyysi koostuu neljästä päävaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa tehdään päätös siitä, mikä analysoitavassa aineistossa kiinnostaa. Toisessa vaiheessa aineisto käydään läpi niin, että kiinnostavat asiat kerätään yhteen ja erotetaan muusta aineistosta. Kolmannessa vaiheessa kerätty aineisto luokitellaan, teemoitellaan tai tyypitellään. Viimeisessä vaiheessa kirjoitetaan yhteenveto analysoidusta aineistosta. (Tuomi & Sarajärvi 2002, 94, 99).

Tässä tutkimuksessa kiinnostuksen kohteet olivat hila ja ilmahila, kuvanlaatu, potilasannos. Mielenkiintoinen tieto tässä aineistossa rajattiin tuloksiin, jotka oli saatu käytettäessä kuvalevyä ja/tai taulukuvailmaisinta. Kerätty aineisto luokiteltiin taulukkoon (liite 10), johon kirjattiin aineiston oleellinen tieto. Taulukkoon kirjattiin tutkimuksien perustiedot eli tutkimuksen tekijät, vuosi, maa ja tutkimuksen nimi. Taulukkoon kirjattiin myös tutkimusten tärkeimmät metodit ja materiaalit sekä potilasannos ja kuvanlaatu. Viimeiseksi taulukkoon kirjattiin hilan käyttöön liittyvät keskeiset tulokset.

Taulukoinnin jälkeen aineisto luokiteltiin kahteen eri ryhmään sen perusteella, minkälaista hilaa tutkimusten tulokset koskivat. Luokittelun jälkeen hilan käyttöön liittyviä tutkimuksia tarkasteltiin kunkin ryhmän sisällä. Ryhmäkohtaiset laadulliset yhteenvedot laadittiin näin. Teorialähtöinen yhteenveto tehtiin tarkastelemalla hilan ja ilmahilan vaikutusta ensin kuvanlaatuun ja sitten

potilasannokseen. Lopuksi kaikkien luokkien tuloksista tehtiin yhteenveto kuvanlaadun ja potilasannoksen näkökulmasta.

6 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET

6.1 Kirjallisuuskatsaukseen valitut alkuperäistutkimukset

Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valikoitui kuusi tutkimusta, jotka kaikki ovat kansainvälisiä, englanninkielisiä tutkimuksia. Tutkimukset ovat lueteltu uusimmasta vanhimpaan taulukossa 4. Tarkempi taulukko on liitteessä 10, jossa keskeiset menetelmät ja tulokset eritellään.

TAULUKKO 4. Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset

Vuosi	Julkaisu	Tutkimuksen tekijät	Tutkimuksen nimi
2014	Investigative Radiology	Lehnert, T., Naguib, N.N., Wutzler, S., Bauer, R.W., Kerl, J.M., Burkhard, T., Schulz, B., Larson, M.C., Ackermann, H., Vogl, T.J., Balzer, J.O.	Comparative study between mobile computed radiography and mobile flat-panel radiography for bedside chest radiography: impact of an antiscatter grid on the visibility of selected diagnostically relevant structures
2013	Radiography	Shaw, DJ, Crawshaw, I, Rimmer, SD	Effects of tube potential and scatter rejection on image quality and effective dose in digital chest X-ray examination: An anthropomorphic phantom study
2011	Radiography	Keating, M., Grange, S.	Image quality in the anteroposterior cervical spine radiograph: Comparison between moving, stationary and non-grid techniques in a lamb neck
2008	Nuclear Instruments and Methods in Physics Research	Alzimami, K., Sassi, S., Alkhorayef, M., Britten, A.J., Spyrou, NM	Optimisation of computed radiography systems for chest imaging
2006	Physics Medicine and biology	Doyle, P; Martin, CJ; Gentle, D.	Application of contrast-to-noise ratio in optimizing beam quality for digital chest radiography: comparison of experimental measurements

			and theoretical simulations
2004	Radiography	Bartholomew, Adrian L., Denton, Erika RE., Shaw, Melanie., Marshall, Tom J.	A randomised controlled trial comparing lateral skull computerised radiographs with or without a grid

Viidessä tutkimuksessa käytettiin hilaa (Lehnert ym 2014; Shaw ym. 2013; Keating ym. 2011; Doyle ym. 2006 ja Bartholomew, Denton, Shaw & Marshal 2004). Kahdessa tutkimuksessa käytettiin sekä hilaa että ilmahilaa (Shaw ym. 2013 ja Doyle ym. 2006). Yhdessä tutkimuksessa käytettiin ilmahilaa (Alzimami 2008). Kaikissa tutkimuksissa hilan tai ilmahilan tuloksia verrattiin kun hilaa ei käytetty ollenkaan. (Kts. taulukko 5 ja liite 11)

Kolmessa tutkimuksessa detektorina käytettiin kuvalevyä (Keating ym. 2011; Alzimami ym. 2008 ja Bartholomew ym. 2004). Kahdessa tutkimuksessa käytettiin detektoreina kuvalevyä ja taulukuvailmaisinta (Lehnert ym. 2014 ja Shaw ym. 2013). Yhdessä tutkimuksessa käytettiin pelkästään taulukuvailmaisinta (Doyle ym. 2006).

TAULUKKO 5. Tutkimusten käyttämät tutkimus- ja hilatyypit sekä detektorijärjestelmät

Tekijät	Tutkimustyyppi		Hilatyypit			Detektorijärjestelmä	
	Potilas-tutkimus	Fantomi-tutkimus	Hila	Ilmahila	Ei hilaa	Kuvalevy	Taulukuvailmaisinta
Lehnert ym.	x		x		x	x	x
Shaw ym.		x	x	x	x	x	x
Keating ym.		x	x		x	x	
Alzimami ym.		x		x	x	x	
Doyle ym.		x	x	x	x		x
Bartholomew ym.	x		x		x	x	

Kaksi tutkimusta kuudesta olivat kliinisiä tutkimuksia (Lehnert ym. 2014 ja Bartholomew ym. 2004). Kaksi tutkimusta käytti tutkimuksissaan fantomeina erilaisia thorax- fantomeja (Antropomorfinen thorax- fantomi Shaw ym. 2013 ja geometrinen thorax- fantomi Doyle ym. 2005) Yksi tutkimus käytti tutkimuksessaan fantomina CDRAD- fantomin (Contrast Detail radiography) ja polystyreenikappaleiden muodostamaa kokonaisuutta (Alzimami ym 2008). Yksi tutkimus käytti fantominaan teurastettua lampaan kaulaa (Keating ym, 2011).

Neljässä tutkimuksessa käytettiin kuvanlaadun arvioimiseen ihmisten tekemää psykofyysistä arviointia (Lehnert ym. 2014; Shaw ym. 2013; Keating ym. 2011 ja Bartholomew 2004). Näistä neljästä tutkimuksesta kahdessa (Lehnert ym. 2014 ja Bartholomew ym. 2005) psykofyysiset arvioinnit tekivät radiologit. Yhdessä tutkimuksessa arvioinnin tekivät yhdessä radiologit ja röntgenhoitaja (Shaw ym. 2013) ja yhdessä arvioinnin tekivät pelkästään röntgenhoitajat (Keating ym. 2011). Kahdessa tutkimuksessa kuvanlaadun arvioimiseen käytettiin sekä ihmisten tekemää psykofyysistä arviointia että fysikaalisia mittauksia (Alzimami ym. 2009 ja Doyle ym. 2006). Alzimami ym. (2008) tutkimuksessa psykofyysisen arvioinnit tekivät fyysikot ja Doyle ym. (2006) tutkimuksessa sen tekivät sairaalafyysikot.

Yhdessä tutkimuksessa käytettiin potilasannoksen arvioimiseen efektiivistä annosta (Shaw ym. 2013). Kahdessa tutkimuksessa potilasannoksen arvioimiseen käytettiin ihon pinta-annoksen (ESD) ja/tai annoksen ja pinta-alan tuloa (DAP) (Keating ym. 2011 ja Bartholomew ym. 2004). Yhdessä tutkimuksessa potilasannoksen vertailu tehtiin jälkikäteen keskimääräiselle hypoteettiselle potilaalle (Lehnert ym. 2014). Kahdessa tutkimuksessa ei tehty suoranaista potilasannosten arviointia (Doyle ym. 2006 ja Alzimami ym. 2008), mutta Doyle ym. tutkimuksessa efektiivistä annosta on käytetty osana FOM:n määrittämistä.

6.2 Alkuperäistutkimusten keskeiset tulokset

Kaikkiaan neljä tutkimusta viidestä, joissa käytettiin hilaa, huomattiin hilan käytön parantavan kuvanlaatua. Näistä neljästä tutkimuksesta yksi on kliininen tutkimus. Ilmahilaa käytettiin kolmessa tutkimuksessa ja kaikissa niissä se paransi kuvanlaatua. Kaikki nämä olivat fantom- tutkimuksia.

Lehnert ym. (2014) käyttivät thorax- tutkimuksen kuvanlaadun arviointiin neljän radiologin tekemää psykofyysistä arviointia. Tuloksekseen he saivat, että hilan käyttö kuvattaessa taulukuvailmaisimmalle parantaa selvästi kuvanlaatua kuvan kaikilla osa-alueilla verrattuna siihen, kun hilaa ei käytetty ollenkaan. Hilan käyttö kuvattaessa kuvalevyllä pääosin parantaa kuvanlaatua, mutta muutamalla kuvan osa-alueilla se kuitenkin heikensi kuvanlaatua verrattuna siihen, että hilaa ei käytetty ollenkaan.

Shaw ym. (2013) käyttivät thorax- tutkimuksessa kuvanlaadun arviointiin kahta radiologia ja yhtä röntgenhoitajaa. Tuloksena hilan ja ilmahilan käyttö parantaa kuvanlaatua kuvattaessa taulukuvailmaisimelle verrattuna siihen kun hilaa ei käytetty ollenkaan. Hilalla saatiin hieman parempi kuvanlaatu kuin ilmahilalla. Kuvattaessa kuvalevyille hila ja ilmahila parantavat kuvanlaatua, mutta kuvanlaadussa ei ole eroa käytetäänkö hilaa vai ilmahilaa.

Alzimami ym. (2008) mittasivat thorax- tutkimuksessa kuvanlaatua SNR:llä eli signaali-kohinasuhteella. Tuloksissaan he toteavat, että ilmahilan käyttö kuvattaessa kuvalevyille parantaa SNR:ää ja ilmahilan käyttö minimoi sironnutta säteilyä, joka parantaa matala kontrastisten yksityiskohtien havainnointia.

Doyle ym. (2006) mittasivat thorax- tutkimuksessa kuvanlaatua CNR:llä eli kontrasti-kohinasuhteella. Tuloksissaan he toteavat, että hila ja ilmahila parantavat kuvanlaatua kuvattaessa taulukuvailmaisimelle verrattuna siihen, kun hilaa ei käytetty ollenkaan. Erot hilan ja ilmahilan välillä ovat pieniä hilan ollessa hieman parempi. Erot hilan ja ilmahilan välillä vatsan alueen kuvanlaadussa olivat suurempia hilan hyväksi.

Keating ym. (2006) käyttivät kaularangan AP- projektion kuvanlaadun arviointiin yhdeksän kokenutta röntgenhoitajaa. Tuloksekseen he saivat, että hilan käyttö parantaa kuvanlaatua kuvattaessa kuvalevyille.

Bartholomew ym. (2004) käyttivät kallon LAT- projektiossa kuvanlaadun arviointiin kolmea radiologia. Tuloksissaan he toteavat, että ei ole tilastollista eroa kuvanlaadussa käytettäessä hilaa verrattuna siihen kun hilaa ei käytetty.

Lehnert ym. (2014) käyttivät potilasannosten vertailuun ESD:tä eli ihon pinta-annosta. He tekivät potilasannosten vertailun standardisoidulle hypoteettiselle potilaalle. Tuloksessaan he toteavat, että hila nosti potilasannoksia 1,6 kertaisesti verrattuna siihen, kun hilaa ei käytetty ollenkaan.

Shaw ym. (2013) käyttivät potilasannosten vertailuun efektiivistä annosta. Tulokset osoittavat, että hila nosti potilasannoksia kuvattaessa taulukuvailmaisimelle keskimäärin 2,5 kertaisesti. Vastaavasti ilmahila nosti potilasannoksia 1,7 kertaisesti. Hila nosti potilasannoksia kuvattaessa taulukuvailmaisimelle enemmän kuin ilmahila.

Keating ym. (2011) käyttivät potilasannosten vertailuun ESD:tä. Tuloksekseen he saivat, että liikkuva hila nosti potilasannoksia 6,1 kertaisesti ja kiinteä hila nosti 3,9 kertaisesti verrattuna siihen kun hilaa ei käytetty ollenkaan.

Alzimami ym. (2008) ja Bartholomew ym. (2004) eivät tutkimuksessaan vertailleet potilasannoksia. Doyle ym. (2006) käyttivät tutkimuksessaan efektiivistä annosta FOM:n määrittämiseen, mutta eivät paljastaneet hilan ja ilmahilan käytön pelkkiä efektiivisiä annoksia.

6.3 Hilan vaikutus kuvanlaatuun

Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella hila parantaa merkittävästi kuvanlaatua paksujen ja tiheiden kehonosien kuvantamisessa. Tähän johtopäätökseen tulivat kolme tasokasta tutkimusta (Lehnert ym. 2014; Shaw ym. 2013; Doyle ym. 2005). Tämä riippumatta siitä käytettiin kuvalevyjärjestelmää vai taulukuvailmaisinta. Ohuiden kehonosien osalta tulokset ovat ristiriidassa keskenään. Keating ym. (2011) tutkimuksessa hila paransi kuvanlaatua, mutta Bartholomew ym. 2004 tutkimuksessa hilan käytöllä ei ollut kuvanlaatua parantavaa vaikutusta.

Ilmahila parantaa kuvanlaatua paksujen kudosten kuvantamisessa. Tällaiseen tulokseen päätyivät kolme tutkimusta (Shaw ym. 2013; Alzimami ym. 2008; Doyle ym. 2005). Tulos on sama riippumatta siitä mitä detektorijärjestelmää käytettiin. Kaksi tutkimusta (Shaw ym. 2013 ja Doyle ym. 2005) osoittavat kun hilaa käytetään taulukuvailmaisimella kuvattaessa paksuja kehon osia, kuvanlaatu hilalla on hieman parempi kuin käytettäessä ilmahilaa. Ero hilan hyväksi kasvaa suuremmaksi kuvattavan kehon osan paksuuden kasvaessa. Kuitenkin kuvattaessa kuvalevyjärjestelmällä paksuja kehon osia, kuvanlaadussa ei ole eroa käytetäänkö ilmahilaa vai hilaa (Shaw ym. 2013).

6.4 Hilan vaikutus potilasannokseen

Neljän tutkimuksen (Lehnert ym. 2014; Shaw ym. 2013; Keating ym. 2011; Doyle ym. 2005) mukaan hila nostaa merkittävästi potilasannoksia. Tulos oli sama kuvattaessa taulukuvailmaisimella ja kuvalevyllä. Lehnert ym. (2014, 5) tutkimuksessa potilaan pinta-annos kasvoi n. 1,6 kertaisesti, kun hilaa käytettiin verrattuna siihen, että hilaa ei käytetty. Shaw ym. (2013, 324) mukaan hilan käyttö kuvattaessa taulukuvailmaisimella nosti efektiivistä annosta 2,5 kertaisesti verrattuna siihen, että hilaa ei käytetty ollenkaan.

Kahden tutkimuksen mukaan ilmahila nostaa selvästi potilasannoksia (Shaw ym. 2013 ja Doyle ym. 2005). Shaw ym. (2013, 324) mukaan ilmahilan käyttö kuvattaessa taulukuvailmaisimella nosti efektivistä annosta 1,7 kertaaisesti. Shaw ym. (2013) ja Doyle ym. (2005) mukaan potilasannokset ovat pienempiä kuvattaessa ilmahilalla kuin hilalla.

7 POHDINTA

7.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tämä kirjallisuuskatsaus on osoittanut että hila parantaa kuvanlaatua vain hieman enemmän kuin ilmahila, mutta hilan käyttäminen nostaa potilasannoksia selvästi enemmän kuin ilmahila. Kahden tutkimuksen (Shaw ym. 2013 ja Doyle ym. 2005) mukaan ilmahila tekniikalla voidaan saada diagnostisesti riittäviä thorax- kuvia. Shaw ym. (2013, 324) toteaa tutkimuksessaan että hilan käyttöä on vaikea oikeuttaa thorax- tutkimuksissa ja suosittelee käyttämään ilmahila tekniikkaa. Doyle ym. (2005, 2967) ehdottaakin että thorax- tutkimuksia kuvattaisiin kliinisten vaatimusten mukaan, jolloin ilmahila tekniikkaa käytettäisiin rutiinisti ja hilaa käytettäisiin silloin kun välikarsinasta haluttaisiin elintärkeää yksityiskohtaista tietoa.

Ilmahila tekniikan käyttöönottoa thorax -tutkimuksissa tulisi harkita vakavasti. Näyttää siltä, että hoikan tai normaalikokoisen aikuisen thorax kuvantamisessa ilmahila on tarpeeksi tehokas vähentämään sironnutta säteilyä ja ilmahilan käytöllä päästään diagnostiseen kuvanlaatuun. Shaw ym. (2013) ja Doyle ym. (2005) tutkimuksissaan eivät kuitenkaan huomioi potilaiden mahdollista ylipainoa ja siitä syntyvää selvää sironneen säteilyn kasvua. Ilmahilan tehokkuutta ei voi kasvattaa loputtomiin thorax- tutkimuksissa, koska jos kuvausetäisyys pidetään vakiona 180 cm, ei ilmahilaa voida juuri kasvattaa yli 10 cm, koska muuten osa keuhkoista projisoituisi ohi detektorin. Tällöin hilan käyttö olisi paras vaihtoehto.

Työtä tehdessä pohdittavaksi tuli myös hakulausekkeet ja niiden oikeanlainen muodostaminen esimerkiksi jäikö jotain tutkimuksia, joiden olisi pitänyt katsaukseeni tulla, pois hakutuloksista? Esimerkiksi johdannossa viitataan Mizuta ym. (2012) tutkimukseen, joka tutkii hilan käytön vaikutuksia vastaten tutkimuskysymyksiini. Kyseinen tutkimus ei kuitenkaan tullut hakutuloksiini.

7.2 Jatkotutkimushaasteet

Jatkossa toivoisin tutkimusta, jossa käytettäisiin montaa hilasuhteeltaan ja – tiheydeltään erilaista hilaa ja muutamaa keskenään erilaista ilmahilaa valittua detektoria kohden. Toivoisin myös, että tutkimuksessa kuvanlaatu ja potilasannos olisivat tasa-arvoisessa asemassa, jolloin hilojen vaikutuksia tutkittaisiin sekä kuvanlaatuun että potilasannokseen.

7.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa hakustrategian laatimisessa hyödynnettiin informaation asiantuntemusta ja se lisää tutkimuksen luotettavuutta. Hakustrategia ja artikkelien valintaperusteet määriteltiin tarkasti etukäteen, ja suunnitelmaa noudatettiin huolellisesti koko haku- ja valintaprosessin ajan (kts. Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 49).

Tutkimusten haku- ja valintaprosessi dokumentoitiin huolellisesti, jotta se on tarpeen mukaan toistettavissa ulkopuolisen tutkijaryhmän toimesta. Tarkka kirjaaminen katsauksen kaikista vaiheista oli oleellista katsauksen onnistumisen kannalta. Toistettavuus mahdollistaa myös katsauksen päivittämisen sen relevanttiuden ylläpitämiseksi (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 50).

Kaikki alkuperäistutkimukset olivat vertaisarvioituja tutkimuksia, joka parantaa tämän tutkimuksen luotettavuutta. Luotettavuutta parantaa itsessään myös työn tekijän ja ohjaajan välinen kommunikointi ja kriittinen tarkastelu sen eri vaiheissa.

Tämän kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta heikensi se, että katsaus toteutettiin yhden tutkijan toimesta. Katsauksen luotettavuuden kannalta olisi suositeltavaa, että artikkelien valintaprosessiin osallistuisi vähintään kaksi itsenäisesti toimivaa tutkijaa. Tutkimuskielten rajoittaminen suomen- ja englanninkieleen toi mukanaan kieliharhan mahdollisuuden. Kieliharha heikentää tutkimuksen luotettavuutta, sillä osa relevanteista tutkimuksista on voinut jäädä väärän kielen vuoksi katsauksen ulkopuolelle (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 51, 53). Tämän kirjallisuuskatsauksen kohdalla kielirajaus tehtiin tutkijan kielitaidon sekä käytettävissä olevien resurssien perusteella.

7.4 Omat oppimiskokemukset

Tämä tutkimus pakotti tutustumaan hyvin varhaisessa vaiheessa pintaa syvemmältä tutkimusmetodologiaan. Tiedonhakutaidot kehittyivät tämän tutkimuksen ohessa todella paljon. Työssä opittiin tehokas tapa lukea tieteellisiä artikkeleita ja poimia tekstistä olennaisimman tiedon. Tämä työ tarjosi tilaisuuden kerrata hiloihin liittyvää tietoa sekä perehtyä syvemmin siroavan säteilyn syntyyn ja säteilyn ja materiaalin vuorovaikutuskeinoihin. Tämän työn kirjoittaminen on myös vahvistanut omaa tieteellistä kirjoitustaitoa. Kirjallisuuskatsaukseen

valikoidut tutkimukset ovat kaikki englanninkielisiä, joten oman alan englanninkielen sanasto on kehittynyt työtä tehdessä.

LÄHTEET

*Alzimami, K., Sassi, S., Alkhorayef, M., Britten, A.J. & Spyrou, N.M. 2008. Optimisation of computed radiography systems for chest imaging. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 600, 513-518

*Bartholomew, Adrian L., Denton, Erika R.E., Shaw, Melanie & Marshall, Tom J. 2004. A randomised controlled trial comparing lateral skull computerised radiographs with or without a grid. *Radiography* 10, 201-204

Carlton, R. & Adler, A. 2013. *Principles of radiographic imaging: an art and a science*. 5. painos. New York: Delmar, Cengage Learning.

Chotas, H., Dobbins, J. & Ravin, C. 1999. Principles of digital radiography with large-area, electronically readable detectors: A review of the basics. *Radiology* 210 (3), 595–599.

Dobbins JT. Image quality metrics for digital system. In *handbook of Medical Imaging*. Bellingham: PRESS SPIE. 161-222.

*Doyle, P., Martin, C. J. & Gentle, D. 2006. Application of contrast-to-noise ratio in optimizing beam quality for digital chest radiography: comparison of experimental measurements and theoretical simulations. *Physics in Medicine and Biology* 51 (11), 2953–2970

Hirsjärvi, S., Remes, P & Sajavaara, P. 2007. *Tutki ja kirjoita*. 13.painos. Helsinki: Tammi

Johansson, K. 2007. Kirjallisuuskatsaukset – huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa K. Johansson, A. Axelin, M. Stolt & R-L. Ääri (Toim.) *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen*. Turku: Turun yliopisto, Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, 3–9.

*Keating, M. & Grange, S. 2011. Image quality in the anteroposterior cervical spine radiograph: Comparison between moving, stationary and non-grid techniques in a lamb neck. *Radiography* 17, 139-144.

Kohn, M. M., Moores, B. M., Schibilla, H., Schneider, K., Stender, H. St., Stieve, F. E., Teunen, D.

Kotter, E. & Langer, M. 2002. Digital radiography with large-area flat-panel detectors. *European radiology* 12 (10), 2562–2570.

Lanca, L. & Silva, A. 2009. Digital radiography detectors – A technical overview: Part 1. *Radiography* 15 (1), 58–62.

Leblans, P.J.R. New needle-crystalline detector for x-ray computer radiography (CR). *NDT.net*. 2002 vol 7 No. 12. <http://www.ndt.net/article/ecndt02/44/44.htm>

*Lehnert, T., Naguib, N.N., Wutzler, S., Bauer, R.W., Kerl, J.M., Burkhard, T., Schulz, B., Larson, M.C., Ackermann, H., Vogl, T.J. & Balzer, J.O. 2014. Comparative study between mobile computed radiography and mobile flat-panel radiography for bedside chest radiography: impact of an antiscatter grid on the visibility of selected diagnostically relevant structures. *Investigative Radiology* 49 (1), 1-6.

Mizuta, M., Sanata, S., Akazawa, H., Kasai, T., Abe, S., Ikeno, Y. & Mitou, S. 2012. Comparison of anti-scatter grids for digital imaging with use of a direct conversion flat-panel detector. *Radiological Physics and Technology* 5 (1), 46-52

Neitzel, U. 2005. Status and prospects of digital detector technology for CR and DR. *Radiation Protection Dosimetry* 114 (1-3), 32–38.

Pudas-Tähkä, S-M. & Axelin, A. 2007. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajausta, hakutermit ja abstraktien arviointi. Teoksessa K. Johansson, A. Axelin, M. Stolt & R-L. Ääri (Toim.) *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen*. Turku: Turun yliopisto, Hoitotieteen laitoksen julkaisu, 46–57

Rowland, J. 2002. The physics of Computed radiography. *Phys Med Biologi* 47, R123-66

Salanterä, S. & Hupli, M. 2003. Tutkitun tiedon hankinta ja arviointi. Teoksessa S. Lauri (Toim.) *Näyttöön perustuva hoitotyö*. Helsinki: WSOY, 21–39

Samei, E., Flynn, M. & Eyer, W. 1999. Detection of subtle lung nodules: relative influence of quantum and anatomic noise on chest radiographs. *Radiology* 213 (3), 727–734.

Seibert, J. A., Bogucki, T.M., Ciona, T., Huda, W., Karellas, A., Mercier, J.R., Samei, E., Shepard, S.J., Stewart, B.K., Strauss, K.J., Suleiman, O.H., Tucker, D., Uzenoff, R.A., Weiser, J.C., Willis, C.E. 2006. Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems. American Association of Physicist in Medicine.

*Shaw, D.J., Crawshaw, I. & Rimmer, S.D. 2013. Effects of tube potential and scatter rejection on image quality and effective dose in digital chest X-ray examination: An anthropomorphic phantom study. *Radiography* 19 (2013), 321-325.

Starck, T. 2009. Kvantamisketju: Heikoin lenkki määrää kuvan laadun. Sädeturvapäivät.

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

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi. Helsinki: Tammi

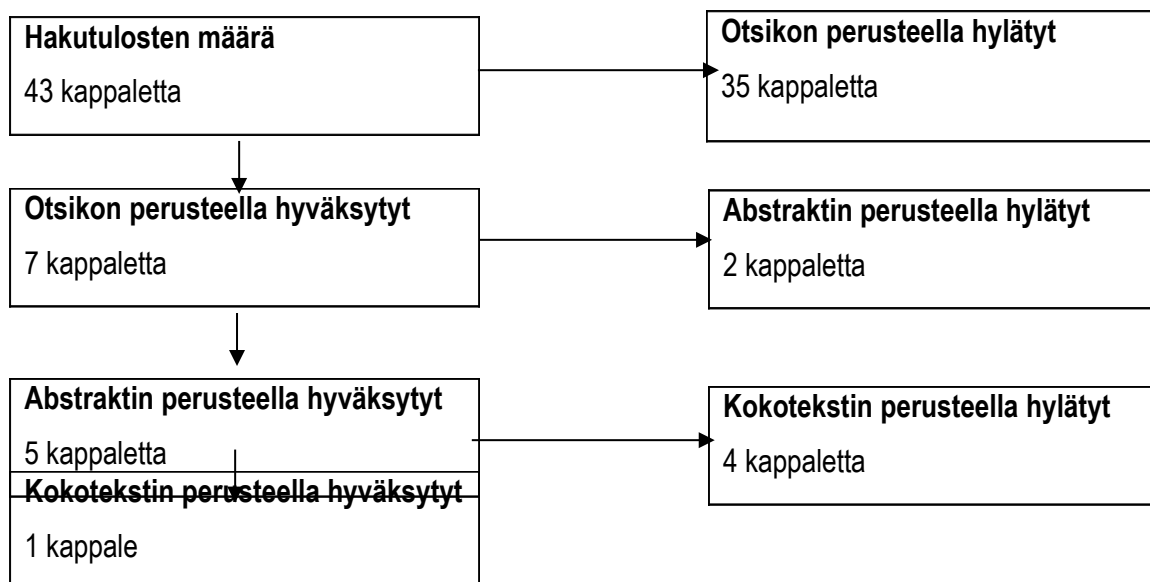
LIITTEET

LIITE 1. HAKUPROSESSIN KUVAUS: ACADEMIC SEARCH ELITE

Käytetty hakulauseke:

("Digital radiography" OR "Plain Radiography" OR "Flat-panel detector" OR "computed radiography" OR "imaging plate") AND (Grid OR "Air-gap" OR optimisation OR optimization) AND ("image quality" OR "patient dose" OR "radiation dose") AND (grid OR "air-gap") Haku suoritettiin 12.5.2014.

Hakutuloksia saatiin 43 kappaletta. **Otsikon** perusteella hylättiin 35 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: väärä modaliteetti (22), ei tutki optimointia (4), ei käsittele taulukuvailmaisinta/kuvalevyä (2), ei liity lääketieteelliseen säteilyn käyttöön (1), ei ole tutkimus (4), ei liity aikuisten tutkimuksiin (2), ei liity lääketieteelliseen kuvantamiseen (2) ja ei tutki hilan käyttöä (1). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin kaksi artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat väärä modaliteetti (1) ja ei tutki hilan käyttöä (1). **Kokoteksti** luettiin viidestä artikkelista, joista hylättiin neljä. Hylkäämisen syitä olivat: ei tutki hilan käyttöä (3) ja ei saatavilla ilmaiseksi (1). Katsaukseen hyväksyttiin yksi artikkeli.

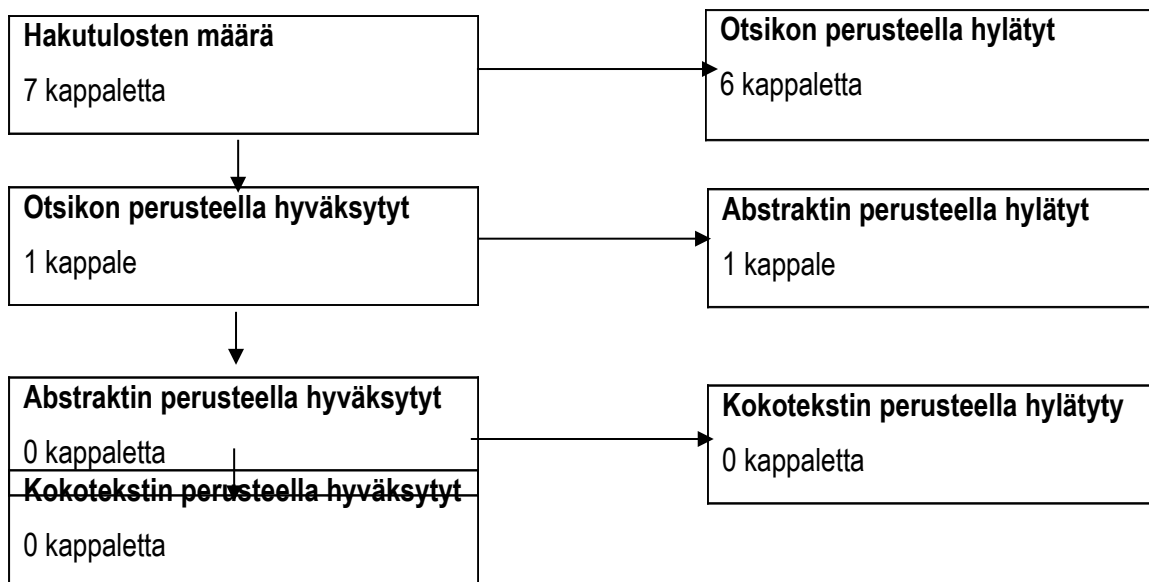


LIITE 2. HAKUPROSESSIN KUVAUS: BIOMED

Käytetty hakulauseke:

("Digital radiography" OR "Plain Radiography" OR "Flat-panel detector" OR "computed radiography" OR "imaging plate") AND (Grid OR "Air-gap" OR optimisation OR optimization) AND ("image quality" OR "patient dose" OR "radiation dose") AND (grid OR "air-gap"). Haku suoritettiin 12.5.2014.

Hakutuloksia saatiin 7 kappaletta. **Otsikon** perusteella hylättiin kuusi artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: väärä modality (2), ei liity lääketieteelliseen säteilyn käyttöön (1), ei liity lääketieteelliseen kuvantamiseen (2) ja ei tutki hilan käyttöä (1). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin yksi artikkeli. Väärä modality. Kokoteksti vaiheeseen ei päässyt yhtään artikkelia.

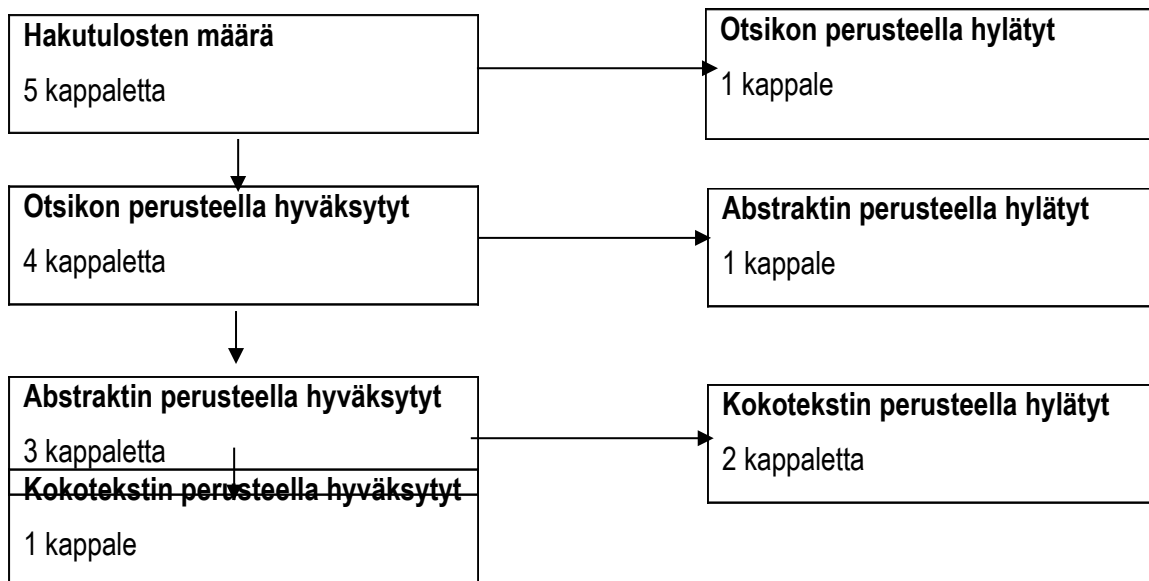


LIITE 3. HAKUPROSESSIN KUVAUS: CINAHL

Käytetty hakulauseke:

("Digital radiography" OR "Plain Radiography" OR "Flat-panel detector" OR "computed radiography" OR "imaging plate") AND (Grid OR "Air-gap" OR optimisation OR optimization) AND ("image quality" OR "patient dose" OR "radiation dose") AND (grid OR "air-gap") Haku rajattiin vuonna 2004 tai sen jälkeen julkaistuihin artikkeleihin. Haku kohdistettiin perusasetusten lisäksi myös kokotekstiin. Haku suoritettiin 13.5.2014.

Hakutuloksia saatiin 5 kappaletta. **Otsikon** perusteella hylättiin yksi artikkeli väärän modaliteetin perusteella. **Tiivistelmän** perusteella hylätty yksi artikkeli, ei tutkimus. **Kokoteksti** luettiin kolmesta artikkelista, joista hylättiin kaksi. Hylkäämisen syitä olivat: Ei tutki hilan käyttöä (1) ja ei saatavilla ilmaiseksi (1). Katsaukseen hyväksyttiin yksi artikkeli.

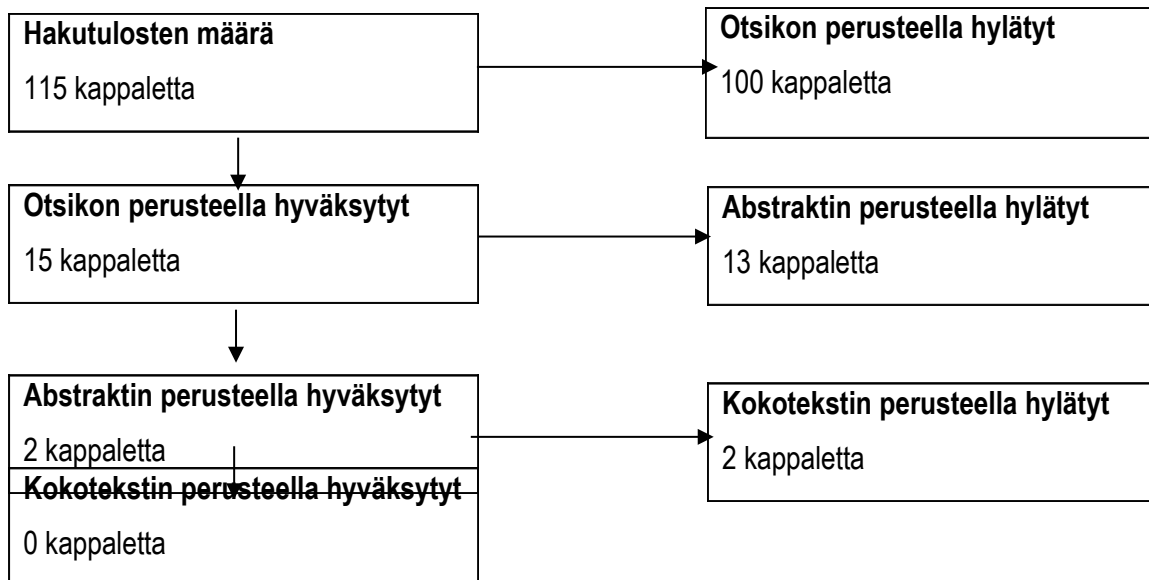


LIITE 4. HAKUPROSESSIN KUVAUS: IEE EXPLORE

Käytetty hakulauseke:

("Digital radiography" OR "Plain Radiography" OR "Flat-panel detector" OR "computed radiography" OR "imaging plate") AND (Grid OR "Air-gap" OR optimisation OR optimization) AND ("image quality" OR "patient dose" OR "radiation dose") AND (grid OR "air-gap") Haku rajattiin vuonna 2004 tai sen jälkeen julkaistuihin artikkeleihin. Haku kohdistettiin perusasetusten lisäksi myös kokotekstiin. Haku suoritettiin 13.5.2014.

Hakutuloksia saatiin 115 kappaletta. **Otsikon** perusteella hylättiin 100 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: väärä modaliteetti (46), ei tutki optimointia (20), ei liity lääketieteelliseen säteilyn käyttöön (4), ei ole tutkimus (11), ei liity lääketieteelliseen kuvantamiseen (3) ja ei tutki hilan käyttöä (2), ei liity ihmisten kuvantamiseen (2) **Tiivistelmän** perusteella karsittiin 13 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat väärä modaliteetti (1), ei tutki hilan käyttöä (10), ei liity lääketieteelliseen kuvantamiseen (1) ja ei liity lääketieteelliseen säteilyn käyttöön (1). **Kokoteksti** luettiin kaksi artikkelia, jotka molemmat karsittiin pois; ei tutki hilan käyttöä.

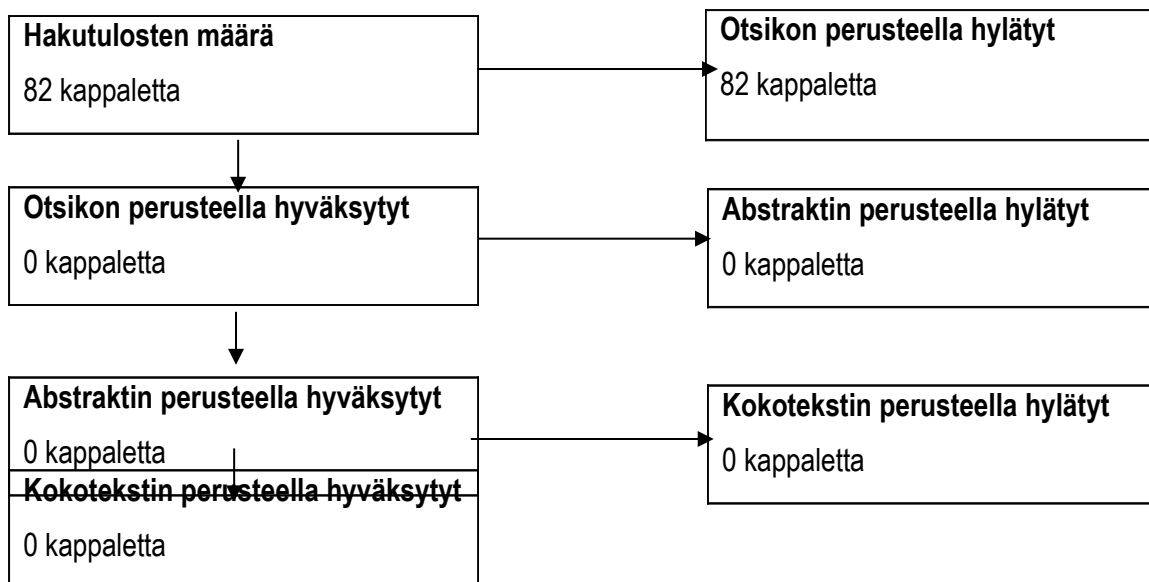


LIITE 5. HAKUPROSESSIN KUVAUS: MEDIC

Käytetty hakulauseke:

("Digitaalinen kuvantaminen" OR Natiivitutk? OR Taulukuvailmai? OR kuvalevy) AND (hila OR ilmahila OR optimoi?) AND (kuvanlaa? OR Potilasanno? OR Säteilyanno?) AND (Hila OR ilmahila) Haku rajattiin vuonna 2004 tai sen jälkeen julkaistuihin artikkeleihin. Haussa asiasanojen synonymit käytössä. Haku suoritettiin 12.5.2014.

Hakutuloksia saatiin 82 kappaletta. **Otsikon** perusteella hylättiin 82 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: väärä modality (23), ei tutki optimointia (11), ei liity lääketieteelliseen säteilyn käyttöön (18), ei ole tutkimus (12), ei liity aikuisten tutkimuksiin (6) ja ei tutki hilan käyttöä (12). **Tiivistelmä** osioon ei päässyt yhtään artikkelia.

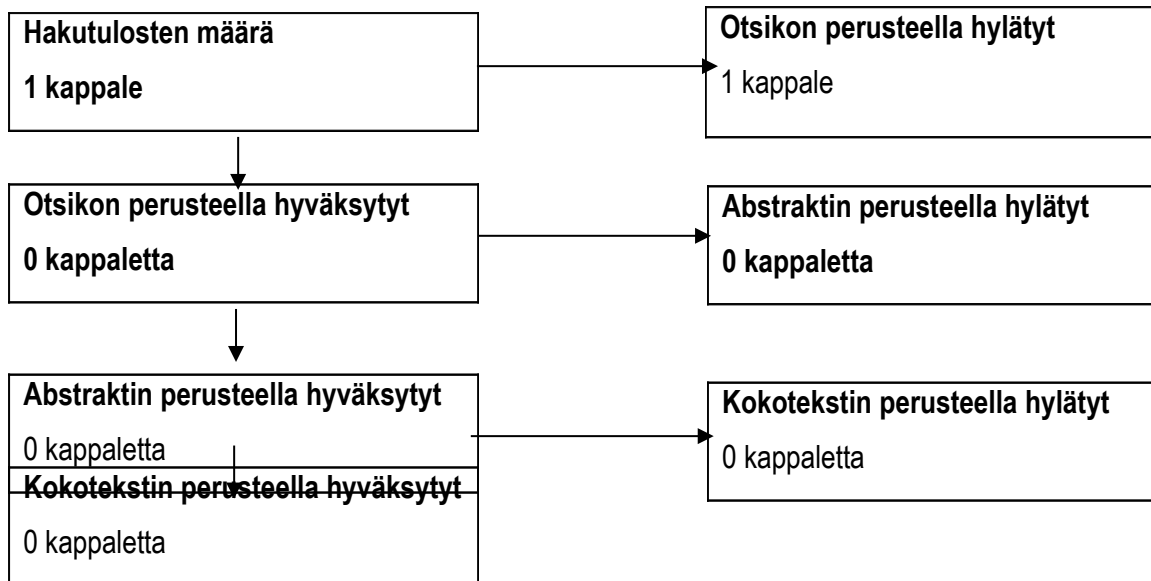


LIITE 6. HAKUPROSESSIN KUVAUS: MELINDA

Käytetty hakulauseke:

("Digitaalinen kuvantaminen" OR Natiivitutk? OR Taulukuvailmai? OR kuvalevy) AND (hila OR ilmahila OR optimoi?) AND (kuvanlaa? OR Potilasanno? OR Säteilyanno?) AND (Hila OR ilmahila) Haku suoritettiin 12.5.2014.

Hakutuloksia saatiin yksi kappale, joka ei ollut tutkimus.

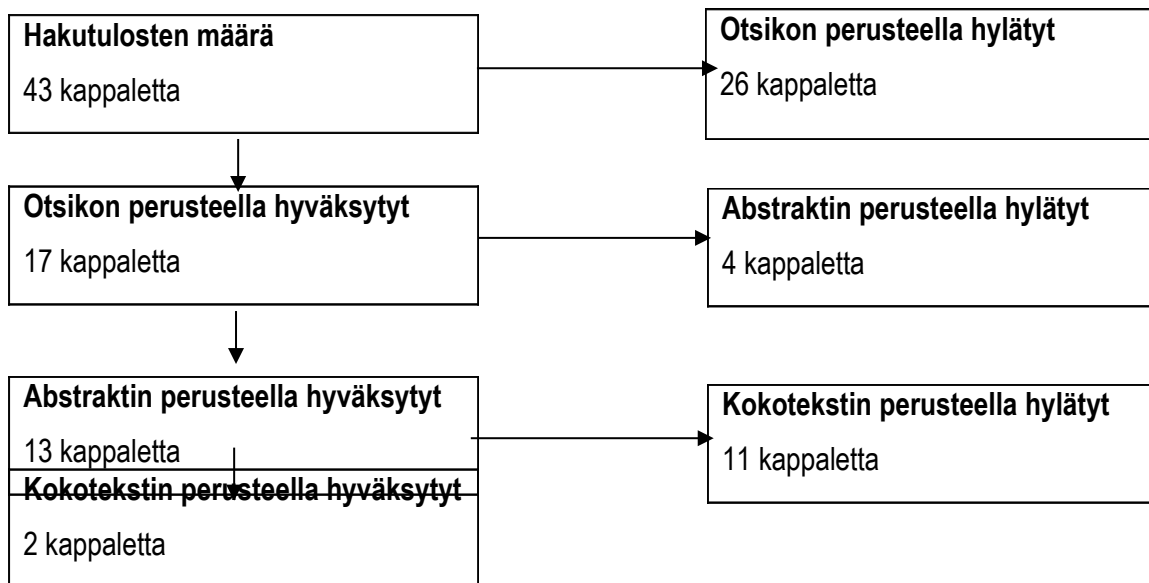


LIITE 7. HAKUPROSESSIN KUVAUS: PUBMED

Käytetty hakulauseke:

("Digital radiography" OR "Plain Radiography" OR "Flat-panel detector" OR "computed radiography" OR "imaging plate") AND (Grid OR "Air-gap" OR optimisation OR optimization) AND ("image quality" OR "patient dose" OR "radiation dose") AND (grid OR "air-gap") Haku suoritettiin 12.5.2014.

Hakutuloksia saatiin 43 kappaletta. **Otsikon** perusteella hylättiin 26 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: väärä modaliteetti (7), ei tutki optimointia (2), ei liity aikuisten tutkimuksiin (1) julkaistu ennen 2004 (15) ja ei tutki hilan käyttöä (1). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin neljä artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei tutki optimointia (3) ja ei tutki hilaa (1). **Kokoteksti** luettiin 13 artikkelista, joista hylättiin 11 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei saatavilla ilmaiseksi (3), väärä kieli (1), ei tutki hilan käyttöä (6), ei ole tutkimus (1). Katsaukseen hyväksyttiin kaksi artikkelia.

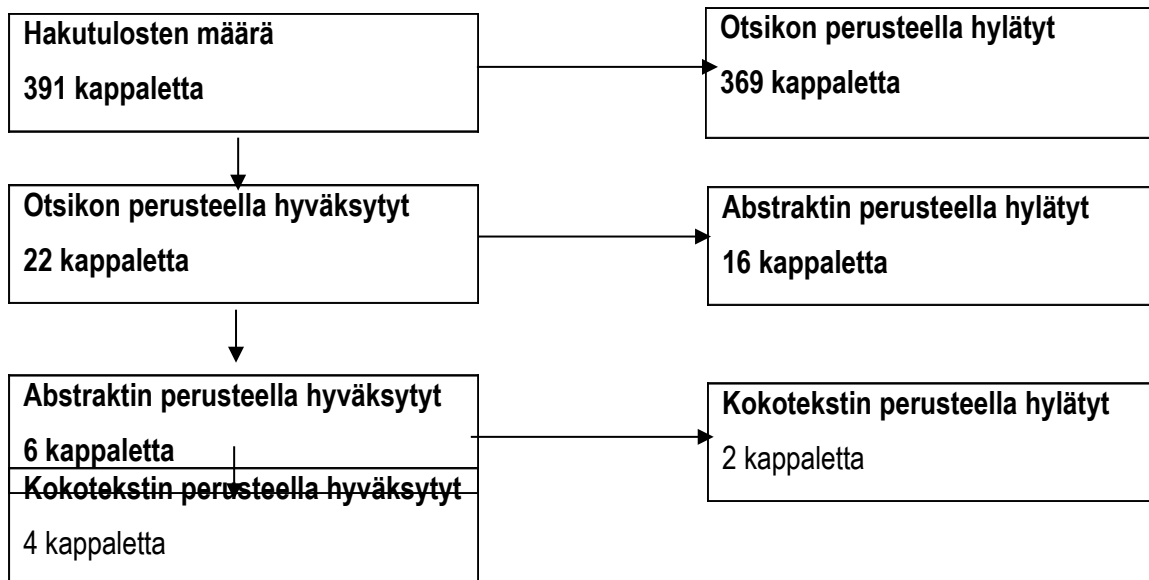


LIITE 8. HAKUPROSESSIN KUVAUS: SCIENCEDIRECT

Käytetty hakulauseke:

("Digital radiography" OR "Plain Radiography" OR "Flat-panel detector" OR "computed radiography" OR "imaging plate") AND (Grid OR "Air-gap" OR optimisation OR optimization) AND ("image quality" OR "patient dose" OR "radiation dose") AND (grid OR "air-gap") Haku rajattiin vuonna 2004 tai sen jälkeen julkaistuihin artikkeleihin. Haku suoritettiin 12.5.2014.

Hakutuloksia saatiin 391 kappaletta. **Otsikon** perusteella hylättiin 370 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: väärä modaliteetti (148), ei tutki optimointia (68), ei liity lääketieteelliseen säteilyn käyttöön (23), ei ole tutkimus (97), ei liity aikuisten tutkimuksiin (12), ei liity ihmisten kuvantamiseen (4), ei tutki digitaalista kuvantamista (4), ei tutki hilan käyttöä (6) ja kirjallisuuskatsaus (3). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin 16 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat väärä modaliteetti (1), kirjallisuuskatsaus (1), ei tutki hilan käyttöä (12), ei ole tutkimus (1) ja ei digitaalista kuvantamista (1). **Kokoteksti** luettiin kuudesta artikkelista, joista hylättiin kaksi. Hylkäämisen syitä: ei tutki hilan käyttöä (2). Katsaukseen hyväksyttiin neljä artikkelia.

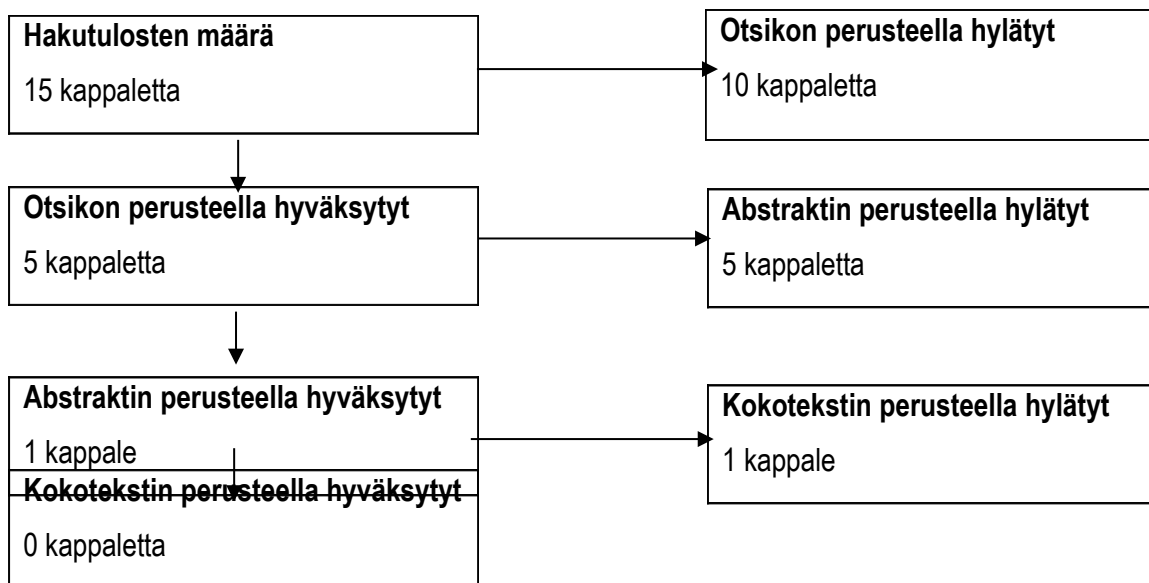


LIITE 9. HAKUPROSESSIN KUVAUS: THESEUS

Käytetty hakulauseke:

("Digitaalinen kuvantaminen" OR Natiivitutk? OR Taulukuvailmai? OR kuvalevy) AND (hila OR ilmahila OR optimoi?) AND (kuvanlaa? OR Potilasanno? OR Säteilyanno?) AND (Hila OR ilmahila) Haku suoritettiin 11.5.2014.

Hakutuloksia saatiin 15 kappaletta. **Otsikon** perusteella hylättiin 10 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei tutki optimointia (4), ei ole tutkimus (7) ja ei liity aikuisten tutkimuksiin (1). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin neljä artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei ole tutkimus (2) ja ei tutki hilaa (1). **Kokoteksti** luettiin yhdestä artikkelista, joka ei ollut tutkimus. Katsaukseen ei hyväksytty yhtään artikkelia.



LIITE 10. ALKUPERÄISTUTKIMUSTEN MENETELMÄT JA TULOKSET

Tutkimuksen tekijät, tutkimuspaikka ja vuosi sekä tutkimuksen nimi	Tarkoitus	Metodit ja materiaalit	Säteilyannos	Kuvanlaatu	Keskeiset tulokset ja johtopäätökset
<p>Lehnert, T.; Naguib, N.N.; Wutzler, S.; Bauer, R.W.; Kerl, J.M.; Burkhard, T.; Schulz, B.; Larson, M.C.; Ackermann, H.; Vogl, T.J.; Balzer, J.O. Yhdysvallat. 2014</p> <p>Comparative study between mobile computed radiography and mobile flat-panel radiography for bedside chest radiography: impact of an antiscatter grid on the visibility of selected diagnostically relevant structures</p>	<p>Arvioida kahden kuvantamisjärjestelmän suorituskykyä aikuisten maaten otetuista otetuista keuhkokuvista ja arvioida diagnostisesti relevanttien rakenteiden näkyvyyttä kuvattuna hilalla ja ilman hilaa</p>	<p>Detektorit: DRX-Revolution Carestream Health langaton FPD ja Fuji IP ST-VI Type CC Cassette</p> <p>Hila: Liikkumaton hila, hilatiheys 70 l/cm, hilasuhde 6:1</p> <p>Tutkimusjoukko: 103 potilasta joista otettiin yhteensä 412 keuhkokuvaa. Jokaisesta potilaasta otettiin 4 kuvaa (1 CR ja hila, 1 CR ja ei hila, 1 FPD ja hila sekä 1 FPD ja ei hilaa) keskimäärin 8.1 päivän aikana</p>	<p>Jälkikäteen laskettiin annos hypoteettiselle ”standardi” potilaalle</p>	<p>Keuhkokuvien havainnointi 2 radiologin sekä 2 radiologiaan erikoistuvan lääkärin toimesta</p>	<p>FPD:lle kuvattaessa kuvanlaatu oli hyvä ilman hilaa kuvattaessa. Hilan käyttö havaittiin hyödylliseksi, koska se selvästi paransi matala ja korkea taajuisia rakenteita.</p> <p>CR:llä kuvattaessa hilan vaikutus kuvanlaatuun oli pääosin hyvä, mutta joiltain osin sillä ei ollut tilastollista vaikutusta sekä joiltakin osin se huononsi kuvanlaatua.</p>
<p>Shaw, DJ; Crawshaw, I; Rimmer, SD. Iso-Britannia 2013</p> <p>Effects of tube potential and scatter rejection</p>	<p>Tutkia röntgenputken potentiaalin ja siroavan säteilyn rajoituksen tekniikoiden vaikutuksia kuvanlaatuun keuhkokuvissa</p>	<p>Detektorit: Digital Diagnostic FPD (Philips Medical Systems) ja FujiFilm IP Cassette Type CC CR</p> <p>Philipsin hila: Liikkumaton,</p>	<p>DAP merkittiin ylös</p> <p>Efektiiivinen annos laskettiin DAP mittarin lukemien perusteella käyttäen PCXMC ohjelmaa. ICRP 103 painotus-</p>	<p>Fantom kuvien havainnointi 2 radiologin ja 1 röntgenhoitajan toimesta. VGA</p>	<p>FPD:lle kuvattaessa kuvanlaatu parani hieman enemmän hilalla kuin ilmahilalla, mutta efektiivisen annoksen kustannuksella.</p>

on image quality and effective dose in digital chest X-ray examination: An anthropomorphic phantom study		hilatiheys 36 l/cm ja hilasuhde 8:1 Fujin hila: Liikkumaton, hilatiheys 67 l/cm ja hilasuhde 8:1 Ilmahila: 10 cm ja SID 180 cm Fantomi: A Lungman N1 thorax fantomi (Kyoto, Japan)	kertoimet.		Hilan käytön oikeutus on vaikeaa. CR:llä kuvattaessa kuvanlaadussa ei eroa käytettäessä hilaa tai ilmahilaa. Ilmahilalla kuvattaessa efektiivinen annos on pienempi. Suositellaan käyttämään ilmahilaa.
Keating, Michelle; Grange, Stuart. Iso-Britannia. 2011 Image quality in the anteroposterior cervical spine radiograph: Comparison between moving, stationary and non-grid techniques in a lamb neck	Määrittää liikkumattoman ja liikkuvan hilan sekä hilattoman tekniikan vaikutus kuvanlaatuun ja potilasannoksiin kaularangan AP kuvauksessa	Detektori: Fuji CR imagin plate (IP) Liikkuva hila Liikkumaton hila Fantomi: Teurastettu lampaan kaula	ESD mitattiin käyttämällä Keithley 150cc ionisaatiokammiota DAP kirjattiin ylös	Fantom kuvien havainnointi 9 kokoneen röntgenhoitajan voimin.	Kaikilla hila tekniikoilla kuvanlaatu oli parempi verrattuna kun hilaa ei käytetty ollenkaan. Hila tekniikoilla ESD ja DAP kasvoivat verrattuna siihen kun hilaa ei käytetty ollenkaan. Liikkuvalla hilalla ESD ja DAP kasvoivat enemmän kuin liikkumattomalla hilalla
Alzimami, K; Sassi, S; Alkhorayef, M; Britten, AJ; Spyrou, NM. Iso-Britannia. 2008 Optimisation of computed radiography systems for chest imaging	Tutkia optimoinnin metodeja säteilyannoksen ja kuvanlaadun suhteen kuvattaessa keuhkoja taulukuvailmaisimella	Detektori: Fuji imaging plate cassettes (Type c, Fuji Photo Film com. LTD Japan) Ilmahila 25 cm ja SID 360 cm Fantomi: CDRAD-fantomi	Säteilyannosten mittauksessa käytettiin A Radical MDH model 1015 6cc ionisaatikammiota ESD ja efektiivinen annos laskettiin käyttäen NRPB SR262 annoslaskentaohjelmaa	CDRAD kuvien havainnointi kahden fyysikon toimesta sekä SNR ja SF määrittäminen	Ilmahila parantaa matala kontrastisten rakenteiden havaittavuutta
Doyle, P; Martin, CJ; Gentle, D.		Detektori: Trixell Pixium 4600	DAP kirjattiin ylös	CNR:n ohjelmallinen	Kaikissa tapauksissa, joissa

<p>Iso-Britannia. 2006</p> <p>Application of contrast-to-noise ratio in optimizing beam quality for digital chest radiography: comparison of experimental measurements and theoretical simulations</p>		<p>Hila: Hilatiheys 80 l/cm, hilasuhde 15</p> <p>Ilmahila: 15 cm ja SID 360 cm</p> <p>Fantomi: Geometrinen thorax fantomi (07-646, Nuclear Associates, USA)</p>		<p>määrittäminen kuvan eri yksityiskohtista, CNR</p> <p>Kontrasti-yksityiskohtien havainnointi kolmen sairaalafyysikon toimesta</p>	<p>hilaa käytettiin, kuvissa oli eniten yksityiskohtia.</p> <p>Hilan ja ilmahilan eroavaisuudet sironneen säteilyn poistossa kuvattaessa keuhkoja ovat pieniä, mutta vatsan osalta erot ovat suurempia.</p>
<p>Bartholomew, Adrian L; Denton, Erika RE; Shaw, Melanie; Marshall, Tom J. Iso-Britannia. 2004</p> <p>A randomised controlled trial comparing lateral skull computerised radiographs with or without a grid Source</p>	<p>Verrata kuvalevyjärjestelmällä otettuja lateraali kallokuvia hilan kanssa ja ilman hilaa.</p>	<p>Detektori: CR järjestelmä</p> <p>Tutkimusjoukko: 50 potilasta kuvattiin hilan kanssa ja 48 potilasta ilman hilaa</p>	<p>DAP kirjattiin ylös</p>	<p>Lateraali kallo kuvien havainnointi 3 radiologin toimesta</p>	<p>Kaikki kuvat olivat diagnostisia. Ei ole tilastollista eroa kuvanlaadussa käytettäessä hilaa tai ei hilaa. Kun hilaa ei käytetty DAP laski 2/3</p>

LIITE 11. Alkuperäistutkimusten hilatekniikat

Tekijät	Käytetty detektori -ja hilatekniikka	Hilasuhde	Hilatiheys	OID	SID
Lehnert ym.	Taulukuvailmaisimen kiinteä hila	6:1	70		135
	Kuvalevyn kiinteä hila	6:1	70		135
	Ei hilaa				135
Shaw ym.	Taulukuvailmaisimen kiinteä hila	8:1	36	10	180
	Kuvalevyn kiinteä hila	8:1	67		180
	Ilmahila				180
	Ei hilaa				180
Keating ym.	Kuvalevyn kiinteä hila	?	?		100
	Kuvalevyn liikkuva hila	?	?		100
	Ei hilaa				100
Alzimami ym.	Ilmahila			25	360
	Ei hilaa				180
Doyle ym.	Taulukuvailmaisimen kiinteä hila	15:1	80	15	180
	Ilmahila				360
	Ei hilaa				180
Bartholomew ym.	Kuvalevyn kiinteä hila	?	?		?
	Kuvalevyn liikkuva hila	?	?		?
	Ei hilaa				?

LIITE 12. Alkuperäistutkimusten luokittelu käsiteltyjen projektioiden mukaan

