



Parhaat käytännöt lantion ja lonkan natiiviröntgentutkimuksessa

Kirjallisuuskatsaus

Kaisa-Leena Hakola

Anni Strang

OPINNÄYTETYÖ

Huhtikuu 2020

Kliininen asiantuntija YAMK
Radiografian kehittämisosaaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sosiaali- ja terveysalan ylempi AMK
Kliininen asiantuntija
Radiografian kehittämisosaaminen

HAKOLA, KAISA-LEENA & STRANG, ANNI
Parhaat käytännöt lantion ja lonkan natiiviröntgentutkimuksessa
Kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Huhtikuu 2020

Lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimukset aiheuttavat potilaalle säteilyherkkien elimien (gonadit, distaalinen suolisto, virtsarakko) alueelle säteilyaltistusta. Lonkan ja lantion alueen natiiviröntgentutkimuksia kuvataan toistuvasti, jolloin syntyy kumuloituvaa säteilyaltistusta. Suuri osa potilaista on lapsia, joita kuvatessa täytyy ottaa huomioon lasten erityinen säteilyherkkyys ja pieni koko. Säteilylaki määrää optimointitoiminnasta, jolla pyritään saamaan mahdollisimman diagnostinen kuvanlaatu niin pienellä annoksella kuin järkevin toimenpitein on mahdollista.

Kirjallisuuskatsaus toteutetaan yhteistyössä Tampereen ammattikorkeakoulun Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman kanssa ja se liitetään osaksi näyttöön perustuvaa toimintaa. Tutkimuskysymykset ovat 1. Millainen tutkimusprotokollan tulisi olla, jotta lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimus suoritettaisiin optimoidusti ja diagnostinen kuvanlaatu säilyttäen? 2. Mikä on röntgenhoitajan tekemien valintojen vaikutus potilaan saamaan säteilyannokseen lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimuksesta?

Keskeiset tulokset: Tutkimusprotokolla pitäisi valita aina tapauskohtaisesti kuvauskohteen ja vaadittavan kuvanlaadun mukaisesti. Matala-annoksisin projektio lateraalikuvalle on Lauenstein. Nostamalla kuvausjännitettä (kV) ja laskemalla kuvausvirran ja -ajan tuloa (mAs) voidaan potilaan saamaa säteilyannosta laskea ilman merkittävää muutosta kuvanlaatuun. Lisäsuodatuksen käyttö laskee potilaan pinta-annosta. Suositeltava kuvausetäisyys on yli 140cm. Kuvattaessa konventionaalinen hila voidaan korvata 10cm:n ilmahilalla, jolloin voidaan laskea erityisesti potilaan gonadien annosta. Potilaan asettelussa on otettava huomioon valotusautomaatin kammiot ja röntgenputken anodikulman aiheuttama heel effect. Paras asettelu on potilaan kraniaalipäää kohti valotusautomaatin sivukammioita ja jalat röntgenputken anodin suuntaisesti. Valotusautomaatilla kuvattaessa lähes kaikki artikkelit suosittelivat käytettäväksi sivukammioita. Säteilysuojien käyttö potilaan päällä vähentää potilasannosta merkittävästi.

Asiasanat: lonkan lantion natiiviröntgentutkimus optimointi
optimointitoimenpiteet säteilysuojelu

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Clinical Expertise and Development

HAKOLA, KAISA-LEENA & STRANG, ANNI:
The Best Practises in Plain X-ray Imaging of the Hip and Pelvis
A Literature Review

Master's thesis 51 pages, appendices 7 page
April 2020

X-ray examination of the hip and pelvis are common, often repeated in control exams and relatively high-dosed. This, and the law on radiation, are why radiation protection and optimization must be taken into account during these examinations. The purpose of this literature review was to find the best practices to use in plain x-ray examination of the hip and pelvis. The data used were collected using a theory-based literature review. Theory-based content analysis was performed on the 32 articles chosen. The articles were also evaluated using an evaluation form.

The results show that the chosen research protocol, required image quality, imaging parameters used and patient positioning, including the possible use of radiation shielding, should always be chosen according to the indication of the study and considered based on the patient and examination indications in question. Using correct practices can lower the patient radiation dose significantly.

Further research is required on how to combine the different recommendations discovered by this review and to see what the effect newly introduced technologies will have on imaging practices.

Key words: x-ray examination hip pelvis radiation protection optimisation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	SÄTEILYSUOJELUN YLEISET PERIAATTEET DIGITAALISESSA NATIIVIRÖNTGENTUTKIMUKSESSA	7
	2.1.1 Laite- ja potilaskohtainen säteilyaltistuksen optimointi.....	7
	2.1.2 Diagnostinen kuvanlaatu ja sen arviointi	10
	2.2 Näyttöön perustuva toiminta diagnostisessa kuvantamistoiminnassa.....	12
3	TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	15
4	TUTKIMUSMENETELMÄ	16
	4.1 Kirjallisuuskatsaus.....	16
	4.2 Tutkimuksen eteneminen ja aineiston hankinta	18
	4.3 Aineiston arviointi	22
	4.4 Aineiston analyysi	23
5	TULOKSET	25
6	POHDINTA	34
	6.1 Kirjallisuuskatsauksen eettisyys ja luotettavuus	37
	6.2 Jatkotutkimus	38
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	45
	Liite 1. Kirjallisuuskatsauksen aineisto.....	45
	Liite 2. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkelien arviointilomake. .	51

1 JOHDANTO

Säteilyturvakeskuksen (STUK) mukaan Suomessa tehdään noin 6 miljoonaa röntgentutkimusta ja -toimenpidettä vuodessa. Perinteisillä kuvantamismetodeilla tuotettujen natiiviröntgentutkimusten ja varjoainetutkimusten yhteenlaskettu suhteellinen osuus kaikista röntgentutkimuksista vuonna 2018 oli 88,3%. Tietokonetomografiatutkimusten osuus oli 9,5 %, läpivalaisu- ja TT-ohjattujen toimenpiteiden 0,9%, KKTT-tutkimusten 0,7% ja angiografiatutkimusten noin 0,6%. Kokonaistutkimusmäärästä alle 16-vuotiaiden lasten tutkimuksia oli 6,9%. Kaikkiaan natiivi- ja varjoainetutkimuksista 7,5% tehtiin lapsipotilaille. (STUK 2018, 3).

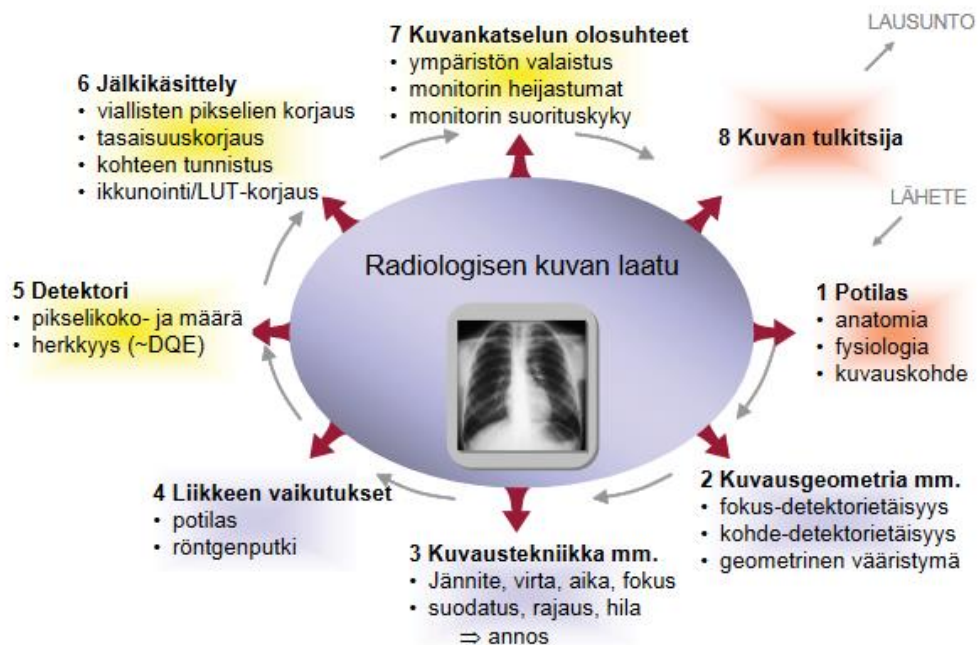
Natiiviröntgentutkimus tulee aina suorittaa ALARA-periaatetta noudattaen eli mahdollisimman alhaisella säteilyannoksella, jolla kuitenkin saavutetaan diagnostinen kuvanlaatu (Busch 2004, 9). Suomen uusi säteilylaki astui voimaan 15.12.2018. Uudessa säteilylaissa vastuiden jakamista on määritelty entistä tarkemmin. Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asetuksella lisäksi määritellään ionisoivan säteilyn lääketieteellisestä käytöstä terveydenhuollossa. STM:n asetuksessa on pykälässä 13 määritelty kliinisen auditoinnin suorittamisessa huomioitavia asioita. 13§ kohdassa 3 on tarkemmin säteilysuojelun optimoinnin käytännöistä huomioitavista asioista. Auditoinnissa on kiinnitettävä huomiota säteilylle altistavan tutkimuksen, hoidon tai toimenpiteen suorittamisen ohjeisiin, käytäntöihin sekä suunnitelman mukaisen hoidon toteuttamisen varmistamiseen. Auditoinnissa tulee myös kiinnittää huomiota laitteen optimaaliseen ja tarkoituksen mukaiseen käyttöön sekä siihen, että altistuksesta aiheutuvaa annosta ja kuvanlaatua on optimoitu ja itsearviointeja on toteutettu. Optimointi on kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla potilaan saamaa säteilyannosta voidaan vähentää samalla säilyttäen kuvantamistutkimuksen diagnostinen riittävyys. Optimointiperiaate määritellään säteilylain 6§, se on työperäisen ja väestön altistuksen pitämistä niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista sekä lääketieteellisen säteilynkäytön rajoittamista vain välttämättömään, jotta saavutetaan diagnoosi tai toimenpiteellä saavutettava hoitotulos. (STM 1044/2018, Säteilylaki 859/2018.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tekeminen parhaista lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimusten käytännöistä. Tämä kuvaileva kirjallisuuskatsaus tuotetaan näyttöön perustuvana tutkimustyönä Tampereen ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman opiskelijoiden käyttöön.

2 SÄTEILYSUOJELUN YLEISET PERIAATTEET DIGITAALISESSA NATIIVIRÖNTGENTUTKIMUKSESSA

2.1.1 Laite- ja potilaskohtainen säteilyaltistuksen optimointi

Natiiviröntgentutkimuksen kuvanlaatu muodostuu useista osatekijöistä, joita kaikkia on tarkasteltava säteilyaltistusta optimoitaessa. Kuvanlaatuun vaikuttaa potilaan anatomia, fysiologia sekä kuvauskohde. Natiiviröntgentutkimuksen suorittamisen olosuhteita tulee valvoa teknisellä laadunvalvonnalla. Teknistä laadunvalvontaa suorittaessa tulee huomioida kaikki natiiviröntgenkuvan muodostamisen ja tulkinnan vaihteet. Natiiviröntgenkuvan muodostuksen ja katselun olosuhteet tulee olla mahdollisimman vakioituneet ja niiden tulee toimia optimaalisesti. Potilaan säteilyaltistuksen optimointi sisältää paitsi säteilyaltistusten määrittelyn ja seurannan, myös kuvanlaadun seurannan. Potilasaltistusten seuranta optimointitoimenpiteissä tulee suorittaa 55-85kg potilaista otettuihin natiiviröntgenkuviin. Kuvanlaatua tulee arvioida sekä fyysikaalisen että diagnostisen kuvanlaadun kannalta. Toiminnan harjoittajan on varmistettava, että optimointia on toteutettu. (STUK 2008, 10-11. STUK 2019a, 2,21.)



KUVIO 1. Radiologisen kuvanlaatuun vaikuttavia tekijöitä. (STUK 2008, 11).

Säteilylaki velvoittaa organisaation johdon kehittämään hyvää turvallisuuskulttuuria, jonka muodostavat hyvät menetelmät, toimintatavat ja

ihmisten johtaminen (Säteilylaki 859/2018, 12§.). Tutkimusohjeiden tulee olla asianmukaiset ja tutkimusprosessi tulee varmistaa. Tutkimus- ja hoitolaitteita tulee käyttää optimaalisesti ja tarkoituksenmukaisesti. Huomiota tulee kiinnittää lääketieteellisestä altistuksesta aiheutuvan säteilyaltistuksen ja kuvanlaadun optimointiin sekä tutkimuksesta annettavan lausunnon laatuun. (STM 1044/2018, Säteilylaki 859/2018). Tärkeää on myös toiminnan jatkuva kehittäminen ja henkilöstön kannustaminen uusien, parempien toimintatapojen kehittämiseen ja käyttöönottoon (STUK 2013).

Ionisoivan säteilyn käytöstä määritellään Säteilylain toisessa luvussa 5-7 § yleiset periaatteet, joita ovat oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate. Oikeutusperiaatteen mukaan toiminnalla saavutettavan hyödyn on oltava suurempi kuin siitä syntyvän haitan. Toiminta tulee siis järjestää siten, että siitä aiheutuva terveydellinen haitta pidetään mahdollisimman alhaisena niillä käytännöllisillä toimenpiteillä, jotka ovat mahdollisia. Optimointiperiaate on työperäisen ja väestön altistuksen pitämistä niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista sekä lääketieteellisen säteilynkäytön rajoittamista vain välttämättömään diagnoosin tai toimenpiteellä saavutettavan hoitovasteen aikaansaamiseksi. Yksilönsuojaperiaatteen mukaan yksilön altistus ei saa ylittää asetuksella vahvistettua annosrajaa. (Säteilylaki 859/2018, 5-7 §).

Käytännössä säteilysuojelun optimointi tarkoittaa sitä, että laitteille luodaan jo käyttöönottoaiheessa mahdollisimman hyvin käyttötarkoitukseen suunnitellut ja tarkoin määritellyt tutkimusprotokollat, joiden toimivuutta seurataan itsearvioinneilla ja annos seurannalla. Tutkimusprotokollia muutetaan tarvittaessa, mikäli itsearvioinnissa tai annos seurannoissa havaitaan siihen tarve. Nämä toimenpiteet ovat osa laadunvarmistusta, jolla tuetaan tavoitteellista säteilysuojelun optimointia. (STUK 2008, 8). Toiminnanharjoittajalla on velvollisuus perehdyttää henkilöstö tehtäviinsä ja pitää tutkimusohjeet ajan tasalla (Säteilylaki 859/2019, 33 §). Säteilysuojelun optimointia lääketieteellisessä kuvantamisessa tulee suorittaa moniammatillisena yhteistyönä, jossa röntgenhoitajat, radiologit ja sairaalafyysikot tuovat oman osaamisensa optimointiprosessiin jo laitteen hankintaprosessista lähtien (Lohela 2007, 7).

Optimoinnin toteutumista voidaan arvioida itsearvioinneilla, joissa tarkastellaan sekä diagnostista kuvanlaatua että potilaan saamaa säteilyaltistusta. Potilaan säteilyaltistusta vertaillaan kansallisesti määritettyyn vertailutasoon, mikäli sellainen on kyseisestä tutkimuksesta määritelty. Käyttöpaikan keskimääräisen potilasaltistuksen tulisi olla korkeintaan vertailutason verran normaalikokoisella (55-85kg) potilaalla hyvin suoritettussa natiiviröntgentutkimuksessa. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot tutkimuksesta tai toimenpiteestä lääketieteellisessä altistuksessa yleisimmille natiiviröntgentutkimuksille määrittää lain valtuuttamana Säteilyturvakeskus. Lonkan ja lantion alueen natiiviröntgentutkimukselle ei ole määriteltyä vertailutasoa. Säteilyaltistusta tulisi arvioida vähintään kolmen vuoden välein ja aina, jos tutkimuskäytänteitä tai kuvausarvoja muutetaan. (STUK 2019b, 10§). Potilaan säteilyaltistus tulee kuitenkin aina pitää mahdollisimman alhaisella tasolla siten, että kuvanlaatu säilyy riittävänä. Itsearvioinneissa tarkastellun natiiviröntgentutkimuksen altistustasoa voidaan myös verrata edellisen kerran itsearvioinnissa määritettyyn altistukseen, mikäli tutkimukselle ei ole säteilyturvakeskuksen määrittelemää vertailutasoa. Sosiaali- ja terveysministeriön ionisoivasta säteilystä määräävässä asetuksessa määritellään, että itsearvioinnit tulee suorittaa vähintään kerran vuodessa ja sisäinen kliininen auditointi joka neljäs vuosi. Ulkoinen kliininen auditointi taas tulee toteuttaa kuuden vuoden välein. (STM 1044/2018, 10§ - 14§). Kliinisessä auditoinnissa arvioidaan määrääjain tutkimus- ja hoitokäytänteitä ja -tuloksia, verrataan niitä hyväksi todettuihin käytäntöihin ja esitetään kehitysehdotuksia. Arviointi toteutetaan osittain itsearviointina. Kliininen auditointi ja siihen liittyvät itsearvioinnit tulee raportoida tarkasti. (Säteilylaki 859/2018, 118§, STM 1044/2018, 10§ - 14§).

Röntgenhoitajan työhön kuuluu päivittäinen potilaskohtainen säteilysuojelun optimointi (STUK 2008, 11). Natiiviröntgentutkimuksen tavanomaisimmat parametrit, joilla röntgenhoitaja voi vaikuttaa potilaan säteilyannokseen, ovat kuvausjännite (kV), kuvausvirta (mA) ja kuvausaika (ms). Lisäksi röntgenhoitaja voi valita käyttääkö hän tutkimuksessa valotusautomaattia vai manuaalisia kuvausparametreja. Valotusautomaattia käyttäessäänkin hän pystyy kammiovastetta säätämällä vaikuttamaan siihen, paljonko valotusautomaatti ottaa ionisoivaa säteilyä vastaan (EUR 16260, 3-4).

Lapsia kuvattaessa täytyy ottaa huomioon lasten erityinen herkkyys säteilylle, joka johtuu muun muassa lasten pienemmästä koosta; sisäelimet ovat lähellä ihoa ja toisaalta iho on ohut ja suojaa vähemmän kuin aikuisen iho. Tällöin on erityisen tärkeää miettiä, miten säteilyannos saadaan pidettyä mahdollisimman matalana ja kuvakentässä mahdollisesti olevia elimiä suojattua mahdollisimman hyvin. Röntgenhoitajan osaaminen korostuu lasten kuvantamisessa. (STUK 2005. 4-5). Säteilyturvakeskus antaa ehdotuksia sopivista kuvausparametreista lasten kuvauksiin eri painoryhmien mukaan. Lasten kuvauksissa onkin tärkeää ottaa huomioon lapsen koko ja rakenne. (STUK 2005. 6-10.). Lasten kuvauksia varten on olemassa myös säteilyturvakeskuksen määrittämiä vertailutasoja yleisimmille natiiviröntgentutkimuksille (STUK S/4/2019. Liite 7, 23).

2.1.2 Diagnostinen kuvanlaatu ja sen arviointi

Röntgentutkimusten tulee olla laadultaan sellaisia, että tutkimuksella voidaan saavuttaa diagnostinen hyöty. Diagnostista kuvanlaatua on haastavaa mitata toistettavasti. Yleensä visuaaliseen arviointiin käytetään erilaisia taulukoita, joissa kysytään tiettyjen erityispiirteiden arvioitavuutta. Natiiviröntgenkuvien diagnostinen kuvanlaatu voidaan määrittää myös arvioimalla diagnostista tarkkuutta eli sitä, kuinka toistettavasti arvioija päätyy samaan diagnoosiin. Diagnostisen tarkkuuden arviointiin vaikuttaa arvioijan osaaminen ja ammatillinen kokemus, taudin piirteiden vaihtelu sekä läheteestä saatavat potilaan ennakkotiedot. Jotta diagnostiseen tarkkuuteen voidaan päästä, on radiologilla oltava riittävät tiedot kuvaustilanteesta ja potilaan asemoinnista projektioon. Tämän vuoksi kuvantamisyksikössä on sovittava yhtenäiset protokollat kuvaustilanteita varten. Yhtenäisillä kuvantamisprotokollilla vähennetään yksittäiseen kuvantamistilanteeseen liittyviä poikkeamia ja täten päästään mahdollisimman yhtenäiseen kuvanlaatuun. Natiiviröntgenkuviin tehtävät merkinnät ovat tärkeitä, jotta kuvat voidaan yksilöidä tietylle potilaalle ja jotta radiologi saa tiedon todellisesta projektiosta. (Marttila, 2004, 79-80).

Natiiviröntgenkuvien diagnostista kuvanlaatua voidaan arvioida useilla erilaisilla menetelmillä. ROC-asteikolla (receiver operating characteristics) mitataan radiologin kykyä havaita kuvasta muutokset. ROC-menetelmää pidetään aikaa

vievänä ja yksityiskohtaisena. ROC-menetelmässä tutkitaan radiologin kykyä havaita natiiviröntgenkuvissa näkyviä muutoksia, kun taas VGA- menetelmällä (visual grading analysis), joka on toinen yleisesti käytetty menetelmä kuvanlaadun arvioimiselle, tutkitaan yleisesti tunnettuihin kriteereihin pohjautuen kuvanlaatua ja siinä näkyviä yksityiskohtia. Euroopan komissio on määrittänyt hyväksymiskriteerit yleisimmille röntgentutkimuksille ja VGA-analyysissä arvioidaan näihin hyväksymiskriteereihin verraten erilaisten potilaiden anatomisten osien kuvautumista. Yleensä VGA-analyysissä on käytössä referenssikuva, johon arvioitavaa kuvaa verrataan. Kuvanlaatua arvioidaan yleensä likert- asteikon mukaan: 1: ei lainkaan arvioitavissa, 2: heikosti arvioitavissa, 3: kohtalaisesti arvioitavissa, 4: hyvin arvioitavissa ja 5: erittäin hyvin arvioitavissa. (Sund, Båth, Kheddache & Månsson 2002, 48-49).

Natiiviröntgenkuvien teknistä laatua voidaan arvioida erilaisten laskennallisten parametrien mukaan. Kvanttiefektiivisyydellä (DQE) tarkoitetaan kuvareseptorin kykyä muuntaa siihen tullut röntgenkvantti kuvainformaatioksi. DQE on arvoltaan korkeintaan 1, yleensä hieman alle. Jotta saadaan kokonaiskuva kuvanlaadusta, tulee tarkastella myös signaalikohinasuhdetta (SNR, Signal-noise ratio). Signaalikohinasuhde voidaan mitata röntgenkuvainformaatiosta havaitsemisalgoritmin avulla, mutta tämä vaatii suuren määrän röntgenkuvia. (Marttila, 2004, 106-113)

Riittävä kuvanlaadun varmistaminen on myös potilaskohtaisen säteilysuojelun optimointia. Natiiviröntgentutkimusta suorittaessaan röntgenhoitajan tulee hallita käytössään oleva kuvantamislaitte niin hyvin, että hän kykenee käyttämään valotusautomaattia ja manuaalisia parametrivalintoja säteilysuojelullisesti optimaalisen röntgentutkimuksen toteuttamiseen. Esimerkiksi EI-arvo (exposure index) oikein käytettynä voi antaa röntgenhoitajalle välitöntä palautetta kuvausarvovalintojen onnistumisesta. (American Association of Physicists in Medicine, 2009, 1). Myös ESD- eli pinta-annos (entrance surface dose), DAP eli annoksen ja pinta-alan tulo (dose-area product) ja ilmakerma sopivat annosten arviointiin ja seurantaan. (STUK 2008, 23).

Euroopan komission julkaisu DIMOND III suosittaa erilaisia kuvanlaadun tasoja käytettäväksi kuvausindikaation mukaisesti. Korkeinta kuvanlaatua tarvitaan murtuman diagnosointiin, mutta kontrollikuvissa kuvanlaatu voi olla matalampi.

Matalinta kuvanlaatua DIMOND III:ssa kehoitetaan käyttämään lonkkaproteeseja, luustoon asetettuja vierasesineitä kuten ydinnauloja ja rangan mittakuvia kuvattaessa. Laadun säätelyyn kehoitetaan käyttämään kuvausdetektorin valotusluokan säätelyä niin, että parhaassa laadussa käytetty luokka on 400, huonoimmassa 1600. (DIMOND III 2004. 6-7.) Huomioitava on kuitenkin, että kaikki laitevalmistajat eivät anna mahdollisuutta vaikuttaa kuvausdetektorin valotusluokkaan. Samsung GC85 laitteella on mahdollisuus säätää herkkyyttä tai tiheyttä. Tiheys tunnetaan Suomessa paremmin valotusautomaatio-kammiovasteena. Herkkyys Samsung GC85 laitteessa on erilainen tapa käyttää valotusautomaattia: herkkyuden muuttaminen vaikuttaa suurempina portaina valotusautomaattiin kuin tiheyden muuttaminen. (Grimbergen, 2019).

2.2 Näyttöön perustuva toiminta diagnostisessa kuvantamistoiminnassa

Terveystieteiden tutkimuslaki (1326/2010, 8 §) velvoittaa terveydenhuollon toiminnan perustumaan näyttöön ja hyviin hoito- ja toimintakäytänteisiin. Näyttöön perustuva toiminta terveydenhuollossa muodostuu viidestä eri vaiheesta, jotka ovat tiedon tarpeen tunnistaminen, näytön tuottaminen, näytön tiivistäminen, näytön levittäminen ja näytön käyttöönotto. (Jordan, Lockwood, Aromataris & Munn 2016, 6-10).

Näyttöön perustuvaa toimintaa toteutetaan sosiaali- ja terveydenhuollossa hoitosuosittelun avulla. Hoitosuosituksia on julkaistu vuodesta 2008 lähtien. Hoitosuosituksissa annetaan terveydenhuollon henkilöstölle tietoa ja suosituksia menetelmien vaikuttavuudesta, käyttökelpoisuudesta ja tarkoituksenmukaisuudesta. Hoitosuositukset ottavat myös kantaa menetelmien ja hoitotoimenpiteiden merkityksellisyyteen potilaalle ja hänen läheisilleen. Suositusten avulla pyritään parantamaan hoitotyön laatua ja yhtenäistämään käytäntöjä. Hoitosuositukset perustuvat tutkimusnäyttöön ja niitä luodaan, mikäli käytännön työssä huomataan eroavaisuuksia potilaan hoidon toteuttamisessa. Suomessa hoitosuosittelun laatimista koordinoi HOTUS eli hoitotyön tutkimussäätiö. (Hoitotyön tutkimussäätiö). Röntgenhoitajan työhön liittyviä suosituksia ovat säteilylaki, sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä, säteilyturvakeskuksen määräykset ja ST-ohjeet. Laki, säteilyasetukset

ja Säteilyturvakeskuksen määräykset ovat velvoittavia, ST-ohjeet taas suosituksia siltä osin, kun ne eivät ole ristiriidassa voimassa olevan lain, asetusten ja määräysten kanssa. (STUK 2019b).

Röntgenhoitajan työnkuva kattaa sekä potilaan hoitamisen tutkimustilanteessa että tutkimuksen tai toimenpiteen suorittamisen. Röntgenhoitajalla on suuri vastuu säteilynkäytön ammattilaisena siitä, että tutkimus suoritetaan parhaaseen tietoon perustuen mahdollisimman pienellä säteilyannoksella. Näyttöön perustuvassa hoitotyössä käytetään sellaisia tutkimuskäytäntöjä, jotka on tieteellisesti todistettu vaikuttaviksi tai muutoin potilaalle merkityksellisiksi. Mikäli tutkimuskäytänteet vaihtelevat perusteettomasti, ne asettavat potilaat eri sairaanhoitopiireissä eriarvoiseen asemaan. Näyttöön perustuvat tutkimusmenetelmät luovat pohjan potilasturvallisuudelle. Näytöllä röntgenhoitajan työssä tarkoitetaan parasta saatavilla olevaa tietoa tukemaan päätöksen tekoa tutkimustilanteissa. Näytön aste voi vaihdella. Paras näytön aste on järjestelmällisissä katsauksissa, jotka on arvioitu luotettaviksi. (Korhonen, Jylhä, Korhonen & Holopainen 2018, 7, 109-110; Holopainen ym. 2013, 15; Hafslund, Clare, Graverholt & Norvedt 2008, 344). Röntgenhoitajan työssä moni toimintatapa perustuu Käypä hoito -suosituksiin, jotka ovat näyttöön perustuvia kansallisia hoitosuosituksia. Ne on laatinut lääkärisseura Duodecim yhdessä erikoislääkäriyhdistysten kanssa. Käypä hoito -suositukset määrittävät esimerkiksi suositellun tavan varttinäluun alaosan murtuman ja lonkkamurtuman natiiviröntgentutkimuksen suorittamiseen. (Käypä hoito. 2019).

Röntgenhoitajan työympäristö ja kuvantamisessa käytettävät terveydenhuollon laitteet kehittyvät jatkuvasti. Röntgenhoitajilla on täydennyskoulutusvelvoite, jonka toteutumisesta säteilytoiminnanharjoittaja on velvollinen huolehtimaan. Röntgenhoitajan tulee toteuttaa työtään parhaaseen saatavilla olevaan tietoon perustuen ja hänen tulee olla kiinnostunut ammattinsa kehittämisestä. (Suomen röntgenhoitajaliitto 2000, Säteilylaki 859/2018 34§). Euroopan komission julkaisussa DIMOND III (2004, 6) kehoitetaan näyttöön perustuvan toiminnan käyttöönottoon säteilydiagnostisessa toiminnassa. Jotta tähän päästäisiin, tarvitaan jatkuvaa käytännön kehittämisjohtamista ja organisoitua, jossa panostetaan nimenomaan näyttöön perustuvaan toimintaan kuvantamisen kehittämisessä. (DIMOND III 2004, 6). Näyttöön perustuvan toiminnan haasteena

röntgenhoitajan työssä koetaan Vesikukan (2015, 24-25) mukaan röntgenhoitajien kokemukset siitä, että heidän tutkimustietonsa käyttövalmiudet ovat puutteellisia ja organisaatiolta tuleva tuki tutkimustiedon käyttöön on riittämätöntä.

3 TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on koota kansainvälistä näyttöön perustuvaa tietoa yhteistyökumppanin käyttöön niistä röntgenhoitajien toimintatavoista, joilla saadaan aikaan mahdollisimman matala-annoksinen ja diagnostisesti riittävä lonkan ja lantion alueen natiiviröntgentutkimus. Saatua tietoa voidaan hyödyntää yhteistyökumppanin näyttöön perustuvan toiminnan (NPT) osana röntgenhoitajaopiskelijoiden koulutuksessa.

Tarkoituksena on opinnäytetyönä laatia kuvaileva kirjallisuuskatsaus röntgenhoitajien parhaista käytännöistä lonkan ja lantion alueen natiiviröntgentutkimuksessa.

Tämän kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykset ovat: 1. Millainen tutkimusprotokollan tulisi olla, jotta lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimus suoritettaisiin optimoidusti ja diagnostinen kuvanlaatu säilyttäen? 2. Mikä on röntgenhoitajan tekemien valintojen vaikutus potilaan saamaan säteilyannokseen lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimuksesta?

4 TUTKIMUSMENETELMÄ

4.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on tutkimusmenetelmä, jolla voidaan muodostaa yhtenäinen kuva valitusta aiheesta olemassa olevasta tutkimuksesta. Jokainen tieteellinen tutkimus aloitetaan katsauksella aiempaan tutkimukseen ja olemassa olevaan tietoon. Tämä auttaa tutkijaa sekä luomaan kokonaiskuvan aiheesta että suhteuttamaan oman tutkimuksensa tieteen kenttään. Erityisesti terveydenhuollossa kirjallisuuskatsauksia voidaan käyttää myös näyttöön perustuvan toiminnan kehittämisen pohjana. (Stolt, Axelin & Suhonen 2016a, 7). Tämä kirjallisuuskatsaus on tehty hyödynnettäväksi Tampereen ammattikorkeakoulun Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman toiminnassa.

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen kysymyksenasettelu on yleensä laaja ja voi käsitellä tutkimuksia eri tavoin. Kuvailevaan kirjallisuuskatsaukseen hyväksytään mukaan yleensä vain vertaisarvioituja tutkimuksia. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa ei toteuteta niin kriittistä laadunarviointia kuin systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa eikä valittuja artikkeleita yleensä hylätä laadunarvioinnin perusteella (Stolt, Axelin & Suhonen 2016a, 8-9.). Tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymyksiin pyrittiin löytämään vastaukset käyttämällä laajaa hakulauseketta ja useampaa tietokantaa.

PICO-kysymyksen muodostaminen on tärkeä osa kirjallisuuskatsauksen toteuttamista, kuten myös sisäänotto- ja poissulkukriteerien määrittely (Stolt, Axelin & Suhonen 2016a, 13-14). Tämän tutkimuksen PICO-kysymykset on esitelty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. PICO-kysymykset.

	Kysymys 1	Kysymys 2
P (population)	Röntgenhoitaja	Röntgenhoitaja
I (intervention)	Tutkimusprotokolla, lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimus	Röntgenhoitajan tekemät valinnat lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimuksessa
C (context, comparison)	-	-
O (outcomes)	Optimoitu ja diagnostinen kuvanlaatu	Vaikutus säteilyannokseen

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksen ja tutkimuskysymyksen muodostamisen jälkeen tutkija valitsee lähestymiskulmansa ja rajauksen tutkittavaan aiheeseen. Alustavien aineistohakujen avulla tutkija muodostaa kuvan saatavilla olevan aineiston määrästä ja toisaalta katsauksen tarpeellisuudesta – onko samaa asiaa vastikään tutkittu? Kun näihin kysymyksiin on vastattu, siirrytään kirjallisuushakuun ja aineiston valintaan, joita varten on muodostettu hakulausekkeet alustavien hakujen ja keskeisten termien pohjalta. Hakustrategiaa muodostettaessa valitaan muun muassa, käytetäänkö vain alkuperäistutkimuksia tai esimerkiksi vain vertaisarvioituja tutkimuksia. Mukaanotto- ja poissulkukriteereillä määritellään käytettävien artikkeleiden sopivuus kyseessä olevaan kirjallisuuskatsaukseen. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 23-34).

Hakuvaiheen jälkeen siirrytään artikkeleiden laadun arviointiin. Arviointiin on käytettävissä erilaisia listoja ja arviointityökaluja, mutta tutkija voi myös kehittää omansa. Valmiit arviointityökalut ovat luotettavampia, mutta voivat olla myös työläitä käyttää. Artikkeleista arvioidaan sekä luotettavuutta, että millaista informaatiota kirjallisuuskatsauksesta jää mahdollisesti puuttumaan. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 23-34).

Arvioinnin tarkoituksena on välttää harhaa tai vääristymää tuloksissa, joka voi aiheuttaa ilmiön yli- tai alikorostumista. Harhan arvioinnilla voidaan myös selittää saatuja tuloksia, jotka voivat johtua esimerkiksi otosjoukon homogeenisyydestä.

Harha ei ole sama asia kuin virhe; virhe on satunnainen, harha taas toistuva. Higgins ym, 2011, kappale 8.2). Harhaa voi tapahtua tutkimuksen monessa eri vaiheessa, esimerkiksi; onko osallistuvat tutkittavat todella sijoitettu eri tutkimusryhmiin sattumanvaraisesti? Ovatko tutkimuksen toimijat toimineet sokkoutettuna? Onko eri ryhmien tulosten arviointi tehty sokkoutettuna? Paljonko tutkittavia on jättäytynyt pois tutkimuksesta kesken kaiken? Onko raportointi tehty rehellisesti kaikki tulokset esiintuoden vai valikoiden? (Higgins ym, 2011. Kappale 8.4).

Kirjallisuuskatsauksessa voidaan käyttää erilaisia sisällönanalyysimenetelmiä, kuten teoria- tai aineistolähtöistä tai teoriaohjaavaa sisällönanalyysia. Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä aineisto ohjaa analyysia riippumatta siitä, mitä teemoja aineistosta nousee. Teorialähtöisessä sisällönanalyysissä aineistosta etsitään teorian mukaisia sisältöteemoja, joita verrataan jo olemassa olevaan teoreettiseen malliin. Teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä teemat nousevat aineistosta, mutta niiden ryhmittelyssä käytetään pohjateoriaa, johon tuloksia myös verrataan. Teorialähtöinen sisällönanalyysi etenee niin, että ensin aineistosta etsitään tutkimukselle oleelliset pääkohdat, jotka sitten ryhmitellään alaluokiksi, joita voidaan yhdistellä yläluokiksi ja edelleen pääluokiksi. (Tuomi & Sarajärvi 2018, kappale 4.7). Samalla aineisto taulukoidaan. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 23-34). Lopulta aineistosta kirjoitetaan yhteenveto eli looginen synteesi aineiston pohjalta. Kirjallisuuskatsaus raportoidaan sellaisella tarkkuudella, että se olisi toistettavissa. Tutkimuksen suorittamisessa ja sen raportoinnissa pyritään avoimuuteen, toistettavuuteen, puolueettomuuteen ja plagioinnin välttämiseen. (Niela-Vilén & Hamari, 2016, 23-34).

4.2 Tutkimuksen eteneminen ja aineiston hankinta

Opinnäyte toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, jonka toteuttaminen aloitettiin määrittelemällä tarkasti tutkimuskysymykset ja valittava tutkimuksen näkökulma. Tutkimusaineiston etsiminen aloitettiin kokeilevilla aineistohauilla, joilla voitiin kartoittaa olemassa olevan tutkimuksen määrää ja todeta, ettei aiheesta ole viime aikoina tehty kirjallisuuskatsausta. (Niela-Vilén & Hamari, 2016, 24-25). Hakustrategia tehtiin Tampereen ammattikorkeakoulun kirjaston

informaatikon avustuksella elokuussa 2018. Koehakujen, käytettyjen tietokantojen asiansanahakujen ja informaatikon suositusten perusteella valittiin käytettävät terveys- ja radiografia-alan tietokannat ja lopulliset hakulausekkeet. Tietokantoja valittiin kolme, koska useamman tietokannan käyttö johtaa laajempaan valikoimaan tuloksia ja siten laajempaan kokonaiskäsitykseen asiasta.

Valitut hakutermit (Taulukko 2. Käytetyt hakulausekkeet) perustuvat tutkimuskysymyksiin, pohjateoriaan, kuvantamistutkimuksen keskeisiin käsitteisiin ja tunnusteleavan haun tuloksiin. Kirjallisuuskatsauksessa käytettiin vain julkaistuja, alkuperäistutkimukseen perustuvia, vertaisarvioituja artikkeleita. Julkaistut ja vertaisarvioidut artikkelit ovat itsessään luotettavia niiden läpikäymän prosessin takia ja niiden käyttö lisää myös kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta (Niela-Vilén & Hamari, 2016, 26).

TAULUKKO 2. Käytetyt hakulausekkeet.

Tietokanta	Käytetty hakulauseke
Cinahl	(((MH "Radiation Dosage")) OR ("radiation dos*")) AND (coxa OR hip OR pelvis)
Radiography	Coxa OR hip OR pelvis
Medline	("radiation dos*") AND (coxa OR hip OR pelvis)

Aineistohakuja tehtiin kolmesta tietokannasta, jotka olivat Cinahl Complete, Medline ja Radiography, jota käytettiin Science Direct- hakuportaalin kautta. Hakusanojen lisäksi tuloksia rajattiin vain julkaisuvuoden perusteella, jotta voitiin välttyä automaattivalintojen aiheuttamalta vääristymältä tuloksissa.

Hakulausekkeilla saatiin käytetyistä tietokannoista yhteensä 1482 tulosta. Nämä käytiin läpi sisäänotto- ja poissulkukriteerejä (Taulukko 3) käyttäen. Artikkelien julkaisuvuoden piti olla vuosien 2008 ja 2018 välillä. Tämä oli määritelty jo hakukoneeseen, joten kaikki saadut tulokset olivat tältä ajalta. Artikkeleilta edellytettiin röntgenhoitajanäkökulmaa ja pois jätettiin lääkäri- tai fyysikkokannalta kirjoitetut artikkelit, jotta saatu tieto olisi mahdollisimman käyttökelpoista röntgenhoitajan työtä ajatellen. Pois jätettiin myös vain analogista kuvantamistekniikkaa, tietokonetomografia- läpivalaisu- tai hampaiden

panoraamakuvausta käsittelevät artikkelit ja mukaan otettiin ne, jotka käsittelevät lantion ja lonkan alueen digitaalista natiiviröntgenkuvantamista ja siihen liittyvää säteilyn käytön optimointia. Sekä potilas- että fantomitutkimukset hyväksyttiin mukaan kirjallisuuskatsaukseen. Mukaan hyväksyttiin vain vertaisarvioituja artikkeleita, pois suljettiin vertaisarvioimattomat artikkelit ja alemman korkeakouluasteen opinnäytteet. Pois suljettiin artikkelit, joiden julkaisukieli oli jokin muu kuin suomi tai englanti sekä artikkelit, joiden kokotekstiversioon ei päässyt käsiksi käytettävissä olevilla lisensseillä (Tampereen ammattikorkeakoulu ja Tampereen yliopisto). Tämä voi aiheuttaa vääristymää saatuihin tuloksiin, mutta oli tarpeellinen valinta resurssien riittävyyden suhteen (Niela-Vilén & Hamari, 2016, 26).

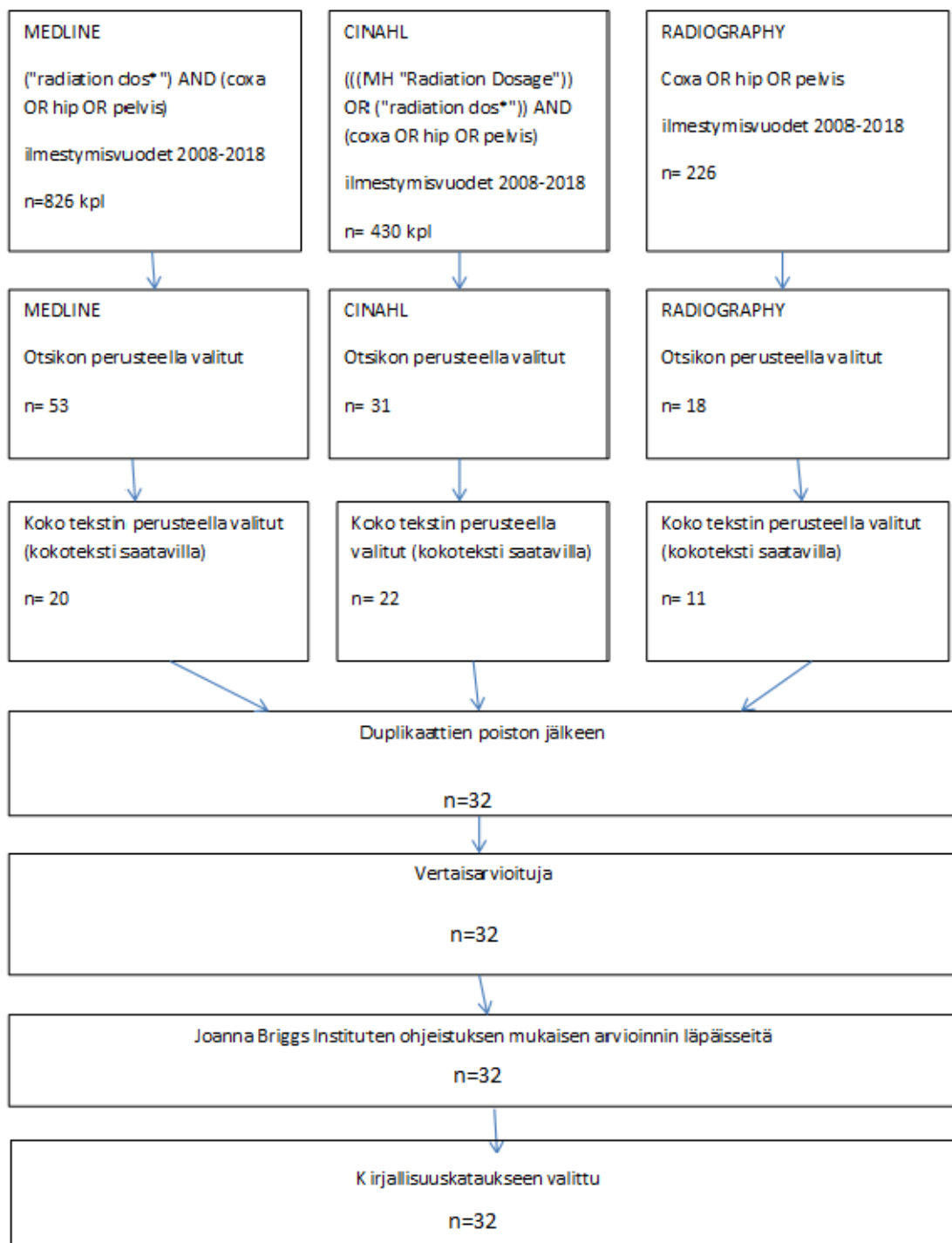
TAULUKKO 3. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Artikkelin julkaisuvuosi 2008-2018	Artikkelit, jotka on julkaisu 2007 tai aiemmin
Röntgenhoitajanäkökulma	Fyysikko- tai lääkärinäkökulma
Digitaalista kuvantamista käsittelevät artikkelit	Analogista kuvantamista käsittelevät artikkelit
Lonkan ja lantion alueen natiiviröntgentutkimuksia käsittelevät artikkelit	Tietokonetomografia-, läpivalaisu-, tai OPTG- tutkimuksia käsittelevät
Vertaisarvioitu	Ei-vertaisarvioitu; alemman korkeakoulutason opinnäytteet
TAMKin lisenssillä ilmaiseksi saatavilla	Erikseen ostettavat
Suomen- tai englanninkielinen	Muut kielet kuin suomi tai englanti
Aikuisten sekä lasten lonkan ja lantion alueen natiiviröntgentutkimusten optimointia koskevat artikkelit	
Potilastutkimukset, fantomitutkimukset	

Haualla saadut artikkelit taulukoitiin ennen niiden läpikäyntiä. Taulukkoon merkittiin tekijät, otsikko, lähde ja julkaisuvuosi ja myöhemmin läpikäynnin yhteydessä lisättiin tiedot tutkimuksen tyypistä ja kohderyhmästä.

Otsikkotason läpikäymisen jälkeen jäljelle jäi 102 artikkelia, joista abstraktien perusteella jätettiin pois 39. Jäljelle jääneistä 63 artikkelista 53 artikkelia vastasi sisäänotto- ja poissulkukriteerejä. Näistä duplikaattien poiston jälkeen jäi

kolmekymmentäkaksi (32) artikkelia, joista kaikista oli saatavilla kokotekstiversio ja jotka valittiin mukaan varsinaiseen kirjallisuuskatsaukseen. Artikkelien valintaprosessi on esitetty kuviossa 2. Kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit on listattu liitteessä 1.



KUVIO 2. Kirjallisuuskatsauksen aineiston valintaprosessi.

Valituista artikkeleista fantomitutkimuksia oli seitsemäntoista ja potilastutkimuksia viisitoista eli eri tutkimustyyppien tasapaino oli melko hyvä.

Potilastutkimuksia, joissa kohderyhmänä olivat lapset, oli kahdeksan. Aikuiset olivat kohderyhmänä seitsemässä tutkimuksessa, joista yksi oli vainajatutkimus. Kaikki käytetyt tutkimukset olivat määrällisiä eli kvantitatiivisia tutkimuksia. Tutkimuksen tyyppi ja kohderyhmä on määritelty liitteessä 1, kirjallisuuskatsauksen aineisto. Aineisto käytiin läpi koodaten teorialähtöisten teemojen mukaisesti.

4.3 Aineiston arviointi

Kirjallisuuskatsauksessa käytetyn aineiston kriittinen arviointi on tärkeää, jotta voitaisiin päätellä, kuinka paljon kunkin tutkimusartikkelin tuloksille voidaan antaa painoarvoa ja määrittellä kuinka luotettavia tulokset ovat. (Lemetti & Ylönen, 2016, 67, 74). Aineistoa arvioitiin ensin tarkistamalla julkaisun taso julkaisufoorumi Jufosta. Jufo luokittelee julkaisut niissä julkaistujen tutkimusten keskimääräisen laadun, vaikuttavuuden ja merkityksen perusteella. Yksittäinen artikkeli voi kuitenkin poiketa julkaisun keskimääräisestä tasosta. Tasoluokkia on kolme ja niistä 1 on matalin ja 3 korkein taso. Tasoluokassa 1 on laajimmin julkaisuja ja niiden taso vaihtelee keskenään paljon. Toisaalta tason 1 laadukkaimmat julkaisut ovat hyvin lähellä tason 2 julkaisuja. Julkaisujen luokitteluun vaikuttaa myös julkaisujen määrä, sillä luokitukset on kiintiöity eri tasojen välille. (Julkaisufoorumi 2019). Käytetyistä artikkeleista 30 oli julkaisufoorumin julkaisuhaun mukaan julkaistu perustasoisissa (taso 1) julkaisuissa, yksi johtavan tason (taso 2) julkaisussa ja yksi korkeimman tason (taso 3) julkaisussa.

Valittujen artikkelien laatua arvioitiin myös laadunarviointilomakkeella. Laadunarviointilomake muodostettiin muokkaamalla Joanna Briggs Instituutin valmiita laadunarviointilomakkeita, jotka ovat kansainvälisesti käytettyjä tutkimuksen apuvälineitä ja erityisesti suunniteltu näyttöön perustuvan toiminnan edistämiseen terveysalalla (Danielsson-Ojala, 2016, 118-119). Näistä arviointilomakkeista valittiin parhaiten tutkimukseemme sopivat kysymykset ja niistä muodostettiin arviointikriteeristö, joka sopii sekä fantomi- että potilastutkimusten arviointiin. Valitut laadunarviointikysymykset liittyivät artikkelin rakenteeseen, selkeyteen, aineistonkeruuseen ja -käsittelyyn, käytettyyn kohderyhmään ja otokseen, luotettavuuteen ja eettisyyteen. Lisäksi

tutkimuskysymyksiämme vastaavasti lisättiin kysymykset tiedon käytettävyydestä sekä yleisesti että röntgenhoitajan päivittäisessä työssä. Laadunarviointilomake päädyttiin muokkaamaan itse, koska valmiista mikään ei sopinut tarkoitukseen täysin. Laadunarviointilomakkeessa (liite 1) artikkelin maksimipistemäärä oli 18 ja tulokset vaihtelivat 13 – 18 pisteen välillä. Jokainen artikkeli käytiin läpi ja pisteytettiin kohta kohdalta. Molemmat opinnäytetyön tekijät arvioivat artikkelit erikseen yhteisesti sovittujen kriteerien mukaisesti. Pääsääntöisesti arvioinnit olivat yhteneväisiä ja eroavista arvioista päästiin keskustelemalla yhteisymmärrykseen. Eniten aineistossa eroa artikkeleiden kesken syntyi kysymyksistä 10-14, joissa arvioitiin tutkimuksen otoskokoa, luotettavuutta ja eettisyyttä. Tämä johtui siitä, että monesta artikkelista nämä tiedot ja niihin liittyvät perustelut ja pohdinnat puuttuivat. Artikkelien saamat pisteet on esitelty liitteessä 1. Laadunarviointilomake ja erittely artikkeleiden saamista pisteistä on esitelty liitteessä 2.

4.4 Aineiston analyysi

Arvioinnin jälkeen suoritettiin aineiston teorialähtöinen sisällönanalyysi, jonka tarkoituksena oli vastata tutkimuskysymyksiin. Aineisto luettiin läpi, ja jo artikkelien valinnan vaiheessa aloitettua tulosten taulukointia jatkettiin lisäämällä taulukkoon tutkimustyyppi (laadullinen vai määrällinen tutkimus, potilas- vai fantomitutkimus), tutkimuksen tarkoitus, keskeiset tulokset ja kohderyhmän koko.

Pohjateorian perusteella muodostettiin luokkia, joihin artikkelit tuloksineen asettuivat. Niela-Vilen & Hamarin (2016, 23-34) mukaan analyysivaiheessa muodostetaan aineistosta luokkia, kategorioita ja teemoja. Kirjallisuuskatsauksessa käytetty lajittelu paitsi pohjautuu teoriaan, on myös natiiviröntgentutkimuksen prosessin mukainen ja röntgenhoitajanäkökulmasta lähtöisin. Luokat on kuvattu taulukossa 4. Teorian pohjalta tiedettiin muuttujat, jotka vaikuttavat tai voivat vaikuttaa potilaan saamaan säteilyannokseen natiiviröntgentutkimuksessa. Nämä voitiin jakaa tutkimuskysymysten mukaisesti pääluokkiin, joiden alle muodostettiin viisi yläluokkaa ja edelleen yhteensä neljätoista alaluokkaa.

Pääluokan 1, *Lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimuksen kuvausprotokolla, jolla saadaan suoritettua optimoitu ja kuvanlaadullisesti riittävä natiiviröntgentutkimus* alle yläluokiksi muodostuivat kuvausparametrit, jotka jaettiin edelleen helpommin hallittaviin kokonaisuuksiin: kuvausarvot, lisäsuodatus, kuvausetäisyys ja hilan käyttö. Toinen yläluokka oli kuvanlaatu, joka edelleen tarkennettiin kuvanlaadun arviointiin. Kolmas yläluokka oli säteilyaltistuksen vähentäminen.

Pääluokan kaksi, *Röntgenhoitajan tekemät valinnat lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimuksessa, jotka vaikuttavat potilaan säteilyaltistukseen* alle muodostui kaksi pääluokkaa, joista ensimmäinen oli valotusautomaatin käyttö ja toinen potilaan asettelu. Jälkimmäinen yläluokka sisältää kuvausprojektiot, kuvauskohteen asettelun, kuva-alan rajaamisen, kuvaamisen potilassängyllä sekä säteilysuojien ja ortopedisten mittaesineiden käytön lonkan ja lantion alueen natiiviröntgentutkimuksissa.

TAULUKKO 4. Kirjallisuuskatsauksen analyysin pääluokat.

Pääluokka	Yläluokka	Alaluokka
Lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimuksen kuvausprotokolla, jolla saadaan suoritettua optimoitu ja kuvanlaadullisesti riittävä natiiviröntgentutkimus	Kuvausarvot	kV ja mAs
		Lisäsuodatus
		Hila
		Kuvausetäisyys
	Kuvanlaatu	Kuvanlaadun arvioiminen
	Säteilyaltistuksen optimointi	Potilaan säteilyaltistuksen vähentäminen
Röntgenhoitajan tekemät valinnat lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimuksessa, jotka vaikuttavat potilaan säteilyaltistukseen	Valotusautomaatin käyttö	Valotusautomaatin käyttö eri tilanteissa
	Potilaan asettelu	Kuvausprojektiot
		Kuvauskohteen asettelu
		Kuva-alan rajaaminen
		Kuvaaminen potilassängyllä
		Säteilysuojien käyttö
Mittaesineiden käyttö ortopedisissä kuvauksissa		

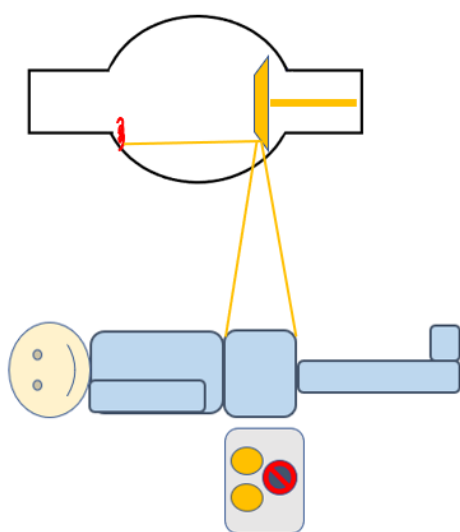
5 TULOKSET

Kuvausjännitteellä voidaan vaikuttaa röntgensäteilyn läpätunkevuuteen. Kuvausjännitettä kasvatettaessa lisääntyy myös natiiviröntgenkuvaan muodostuvan kohinan määrä. Fantomitutkimuksessa, jossa kuvausjännitettä nostettiin 60kV-120kV, kuvausjännitettä nostettaessa potilaan saama efektiivinen annos laski sekä manuaalisia kuvausarvoja että valotusautomaattia käytettäessä. Kuitenkin kun kuvausjännitettä kasvatettiin yli 90 kV:n, kuvanlaatu kärsi lisääntyvän kohinan vuoksi. Tästä johtuvaa kuvanlaadun heikkenemistä ei kuitenkaan pidetty tilastollisesti merkitseväenä. (22). Samansuuntaisia tuloksia saatiin myös fantomitutkimuksessa, jossa optimaaliseksi kuvausarvoiksi kliiniseen käyttöön suositellaan 90kV kuvausjännitettä, 135 cm kuvausetäisyyttä (SID, etäisyys säteilylähteestä kuvailmaisimeen), 45 cm OID (etäisyys kuvauskohteesta kuvailmaisimeen), konventionaalisen hilan käyttöä sekä lisäsuodatusta 0,1 mm Cu. (9). Obeeseja potilaita kuvattaessa tulee huomioida, että kuvausjännitettä ei tule kasvattaa liikaa, koska silloin lisääntyy hajasäteily ja kuvankontrasti heikkenee. 70-75 kVp on sopiva kuvausjännite, jotta kuvanlaatu on mahdollisimman hyvä lantion AP kuvassa. Tutkimuksessa käytettiin kuvausvirran (mAs) muodostukseen valotusautomaattia. Obeeseilla potilailla joudutaan usein tyytymään heikompaan kuvanlaatuun, koska kuvankäsittelykään ei auta korjaamaan kuvanmuodostukseen liittyviä haasteita. (2).

Lisäsuodatusta käyttämällä voidaan vähentää potilaan saamaa pinta-annosta. Lisäsuodatuksen merkitys pinta-annoksen pienemiseen korostuu etenkin kuvattaessa isommilla kuvausjännitteillä (3; 7). Pinta-annos säästö kuvattaessa 60kV kuvausjännitteellä ja 0,2mm kuparisuodatuksella oli 32% ja 73kVp:n kuvausjännitteellä jopa 40%. Toisen tutkimuksen alkuasetelmassa käytettiin kuvausjännitettä 75kVp ja kun sitä nostettiin 20kVp ja samalla käytettiin 1mmCu lisäsuodatusta, saatiin 64% ihon pinta-annossäästö. Kun kuvausjännitettä (mA) nostettiin 10kVp eikä lisäsuodatusta käytetty, mutta laskettiin kuvausvirtaa, saatiin 48% ihon pinta-annossäästö. (3). Kuvausjännitettä nostamalla pystyttiin myös laskemaan kuvausvirtaa jopa alle puoleen alkuperäisestä. Täten muodostettu kuva oli kuitenkin alivalottunut ja liian kohinainen. Efektiivisessä annoksessa ei tapahtunut huomattavaa vähennystä, vaikka pinta-annos laski.

Tämä johtuu siitä, että korkeampienerginen säteily pääsee syvempiin kudoksiin muodostaen annosta. Lisäsuodatuksen käyttö ei heikentänyt kuvanlaatua. Kuitenkin lisäsuodatuksen avulla voidaan merkittävästi laskea vartalon pinnalla olevien elinten säteilyannosta. (7).

Valotusautomaattia käytettäessä röntgenhoitajilta vaaditaan erityistä osaamista ja kykyä kyseenalaistaa totuttuja toimintatapoja. Valotusautomaattia ei tule käyttää lonkkaproteesipotilailla, koska proteesi absorboi säteilyä ja täten nostaa potilaan saamaan säteilyannosta. Näin potilaan saama säteilyannos nousee jopa 1,5-3 kertaiseksi verrattuna manuaalisilla kuvausparametreilla kuvattuun tutkimukseen (16). Potilaan oikea asettelu suhteessa valotusautomaatin mittakammioihin vähentää potilaan annosta. Potilas kuuluisi kuvata käyttäen valotusautomaatin sivukammioita (14; 15; 19). (KUVIO 3.) Keskikammio sopii käytettäväksi vain, kun potilas on aseteltu pää tutkimuspöydän kraniaalipäähän päin (24). Potilaan vastakkainen asettelu eli jalat tutkimuspöydän kraniaalipäähän päin aiheuttaa merkittävän annossäästön. (24).



KUVIO 3. Potilaan asettelu valotuskammioon ja röntgenputkeen nähden.

Heel effect-ilmiö eli säteilykentän intensiteetin muutos anodilautasen kulman mukaan vaikuttaa myös gonadien annokseen lantion kuvauksessa. Anodilautasen kulman mukaan säteilykentän intensiteetin muutos katodin ja anodin välillä voi olla jopa 45%. Röntgenhoitajan tulee tietää, miten päin röntgenputki on, voidakseen käyttää hyväkseen heel effect-ilmiötä. Suunta vaihtelee eri laitteiden mukaan. Fantomitutkimuksessa saatiin aikaan merkittäviä

annossäästöjä kivesten alueelle (1.1mGy vs. 1.6mGy), kun potilas aseteltiin jalat anodiin päin. Munasarjojen annoksia mitattaessa vastaavaa hyötyä ei saatu aikaan eikä tilastollisesti merkittävää vaihtelua löydetty. (25). Asettelemalla potilas jalat röntgenputken anodiin päin voidaan miespotilaan kivesannosta laskea huomattavasti. (25).

Kuvausdetektorin herkkyyttä muuttamalla voidaan vaikuttaa potilaan säteilyaltistukseen ja sitä voidaan hyödyntää myös, kun luodaan erilaisia tutkimusprotokollia eri kuvausindikaatioille. Mitä korkeampi kuvausdetektorin herkkyys, sitä matalamman säteilyaltistuksen natiiviröntgentutkimus tuottaa. Korkea kuvausdetektorin herkkyys heikentää myös signaali-kohinasuhdetta. Lapsilla käytetään yleisesti kuvausdetektorin herkkyyttä 400. Tutkimusartikkelien mukaan kuvausdetektorin herkkyys voidaan kuitenkin nostaa arvoon 800, jolloin potilaan säteilyaltistus väheni toisessa tutkimuksessa keskimäärin 33% (20) ja toisessa 42%. (21). Kummassakaan artikkelissa ei havaittu tilastollisesti merkittävää eroa kuvanlaadussa tavanomaisella säteilyaltistuksella kuvattuna ja vähennetyt säteilyaltistuksen välillä (20, 21). Ainoastaan keraamisten lonkkaproteesikomponenttien kohdalla suositeltiin korkeamman säteilyaltistuksen eli kuvausdetektoriherkkyiden 400 käyttöä natiiviröntgentutkimuksissa. Tästä parempilaatuisesta röntgenkuvasta pystytään havaitsemaan harvinainen keraamisen osan murtuma. (21.)

Kuvausdetektorin laaja dynaaminen alue mahdollistaa natiiviröntgentutkimuksen hyvän tasoisen kuvanlaadun eritasoisilla säteilyaltistuksilla. Kuvanlaatua voidaan muokata kuvanmuodostuksen jälkeen jälkikäsitteilyllä. Kuvausdetektorin saamaa säteilyaltistuksen määrää kuvataan ilmakermalla (detector air kerma, DAK). Mitä korkeampi on ilmakerma, sitä vähemmän muodostuneessa natiiviröntgentutkimuksessa näkyy kohinaa ja sitä terävämpi sen kuvanlaatu on. Tutkimuksessa arvioitiin vaikuttavatko ilmakerman muutokset muodostuvan kuvan laatuun. Tutkimuksessa todettiin, ettei visuaalinen kuvanlaatu parantunut juurikaan, vaikka potilasta kuvattaessa käytettiin suurempaa säteilyannosta eli mitattu ilmakerma oli suurempi. Kuvia tarkastelleiden radiologien arvioinneista löydettiin parhaimmillaankin vain kohtalainen korrelaatio korkean ilmakerman ja visuaalisen kuva-analyysin välillä. (10)

Hilalla vähennetään kuvailmaisimelle pääsevän hajasäteilyn määrää, jolloin natiiviröntgenkuvan kontrasti paranee. **Ilmahilan** vaikutusta lantion natiiviröntgentutkimuksessa tutkittaessa todettiin, että paras paksuus ilmahilalle on 10cm. Kuvattaessa lantiota 85kVp:n kuvausjännitteellä ja korvaamalla perinteinen hila ilmahilalla laski kivesten annos keskimäärin 79,4% ja munasarjojen annos 68,6%. (8).

Kuvausetäisyyttä (SID, säteilylähteen ja kuvareseptorin välinen etäisyys) kasvattamalla voidaan vähentää potilaan saamaan säteilyaltistusta ilman merkittävää muutosta kuvanlaatuun. Fantomitutkimusten mukaan sekä potilaan efektiivinen annos että pinta-annos laskevat, kun kuvausetäisyyttä lisätään samoilla kuvausarvoilla 100cm:stä 140cm:iin (29) tai 147cm:iin (17). Etäisyyttä lyhennettäessä säteilyaltistus kasvoi. Annosvähennykset olivat keskimäärin 17,3% pinta-annoksesta ja 3,7% efektiivisestä annoksesta (29). Kokonaisvähennys annoksessa oli 14,6%, efektiivinen annos laski 0,51mSv:stä 0,44mSv:hen, pinta-annos taas 3mGy:stä 2,56mGy:hin (17). Tutkimuksissa ei löydetty kuvanlaadusta tilastollisesti merkittävää muutosta, kun vain kuvausetäisyyttä muutettiin. Potilastutkimuksessa, jossa kuvattiin 97 potilasta 115 cm kuvausetäisyydellä ja 99 potilasta pidennetyllä kuvausetäisyydellä 135-144cm, todettiin että potilaiden saama pinta-annos, jossa oli mukaan laskettuna takaisinsironta, laski keskimäärin 1,95:stä mGy:stä 1,15mGy:hin. Efektiivinen annos taas laski keskimäärin 0,32 mSv:stä 0,19mSv:iin. Kaiken kaikkiaan jokaista etäisyyteen lisättyä senttiä kohden pinta-annos laski 0,03mGy ja efektiivinen annos 0,004mSv. Kokonaisannosta voitiin laskea kuvausetäisyyttä kasvattamalla 39% (pinta-annos) ja 41% (efektiivinen annos). Kuvanlaatuun muutokset eivät tuottaneet kliinisesti merkittäviä eroja. (11).

Rajauksella röntgenhoitaja määrittelee alueen, jolta natiiviröntgenkuva muodostetaan. Rajauksen todellista osuvuutta voi vaikeuttaa kollimaattorivirhe tekemällä rajauksesta suuremman tai pienemmän kuin se todellisuudessa on. Hajasäteilyn määrä kasvaa kuvattavan alueen kasvaessa, jonka vuoksi rajaukseen tulee kiinnittää huomiota. Haasteena lantion kuvissa on myös kuvattavan alueen paksuus, sillä kuvausalue näyttää potilaan ihon pinnassa pienemmältä kuin mitä se todellisuudessa on. Rajauksen osuvuutta tutkittaessa yhdeksässä natiiviröntgentutkimuslaitteistossa todettiin kaikissa vääristymää

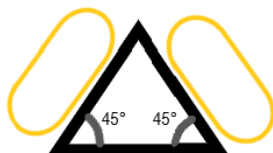
sekä keskisäteen paikan että kollimaattorivalojen ja sädetetyn alueen yhtenäisyydessä. Erot keskisäteen paikan osoituksessa olivat pieniä, muutaman millin eroja. Kollimaattorivirhe oli suurimmillaan -10% kuva-alasta, suurin positiivinen virhe taas oli 1,4%. Kollimaattorivirheet siis pääasiassa näyttivät kuvattavan alueen suuremmaksi kuin mitä se todellisuudessa oli. Kollimaattorivirhe on silti syytä ottaa huomioon myös DAP-annoslaskennassa ja etenkin kuvattaessa paksuja kehonosia, joissa kollimaattorivirhe kertaantuu. (6).

Lasten natiiviröntgentutkimusten kuvausarvojen valinta koetaan usein haastavaksi. Sopivat kuvausjännitteet keuhkojen, vatsan ja lantion alueen tutkimuksille eri ikäryhmien lapsille voidaan kuitenkin määrittää laskukaavalla, jossa otetaan huomioon natiiviröntgentutkimusten pinta-annos (entrance surface dose, ESD) ja pinta-ala annos (dose-area-product, DAP) sekä kuvanlaadun indikaattorina kuvanlaatuindeksi (exposure index, EI). Laskukaavaa ei ole tarkoitus käyttää yksittäisissä tutkimuksissa vaan yhteistyössä sairaalafysiikan kanssa erilaisten potilasryhmien kuvausarvojen määrittelyyn. Tutkimuksessa määritettiin laskennallisesti sopivat kuvausarvot lasten painon ja pituuden mukaisesti siten, että EI-arvo oli tasainen. Potilaiden pinta-annokset testiryhmässä olivat huomattavasti matalampia kuin kontrolliryhmässä: Lantion kuvauksissa 0-28vrk:n ikäisillä lapsilla keskimäärin 69 μ Gy vs. 177 μ Gy, 28vrk - 2v vanhoilla 110 μ Gy vs 181 μ Gy ja 2-7 vuotiailla 312 μ Gy vs 480 μ Gy. (32).

Projektiota valittaessa tulee käyttää erityistä harkintaa erityisesti pediatriassa lantion alueen tutkimuksissa. Molempien lonkkien Lauenstein-projektio on riittävä useimpien lonkkavaivojen diagnosointiin lapsilla ja ap-suunnan kuva suositellaan kuvattavaksi vain, jos lateraalisuunnan kuva ei ole täysin riittävä, epäillään tai tiedetään epämuodostumasta luustossa tai potilaalla on neuromuskulaarinen sairaus. Muissa tapauksissa suositellaan lateraalisuunnan kuvaa ja tarvittaessa ultraäänitutkimusta. Tutkimuksen mukaan ei havaittu tilastollisesti merkittävää eroa diagnostisessa riittävydessä kuvattaessa vain molempien lonkkien Lauenstein-projektio verrattuna siihen, että kuvataan molempien lonkkien Lauenstein- ja AP- projektiot (5). Pieniannoksisin lateraaliprojektio on Lauensteinin projektio, jota käyttäessä tarvitaan myös vähiten uusintakuvauksia (31). Aikuisten lonkan natiiviröntgentutkimuksissa käytetään ap-kuvan lisäksi yleisesti yhtä kolmesta lateraalisuunnan projektiosta; Dunnin projektiota,

Lauensteinin projektiota tai translateraalista lonkkaprojektiota eli nk. läpiammuttua lonkkaa. Näistä projektioista säteilyuojaa voidaan käyttää vain Dunnin ja Lauensteinin projektioissa. Eniten uusintakuvia jouduttiin tutkimuksen mukaan ottamaan translateraalisessa lonkkaprojektiota kuvattaessa, jossa uusintaprosentti oli 10,4%, kun Dunnin projektiossa se oli 4% ja Lauensteinin projektiossa 6%. Translateraaliossa lonkan projektiossa myös säteilyannos on suurin, 0,83 mSv, sen ollessa Lauensteinin projektiossa vain 0,22mSv ja Dunnin projektiossa 0,37mSv. (31).

Kuvauskohteen asettelu pre-operatiivisissa lonkkakuviissa voi johtaa mittavirheisiin leikkaussuunnittelussa ja siten huonoon leikkaustulokseen. Erityisen tärkeitä ovat jalan oikea sisärotaatio ja oikein aseteltu mittaesine. Erilaisia kuvaustukia käyttämällä voidaan varmistaa potilaan oikea asento. (23). Ehdotettu apuväline lonkan sisärotaation vakiointiin on kuvattu kuviossa 4. Kaaviokuva kuvauskohteen asettelu vakioinnin apuvälineestä. Mittaesineen käytön sijaan voidaan käyttää myös mitattua suurennuskerrointa. Metodit ovat yhtä tarkkoja eikä valinta vaikuta potilaan saamaan säteilyannokseen. (18; 28). Potilasta kuvattaessa potilassänkyyn traumatapauksissa täytyy kuvausarvoja muokata tilanteeseen sopiviksi ottaen huomioon mm. patjan rakenne ja muu ylimääräinen materiaali kuva-alueella. (28).



KUVIO 4. Kaaviokuva kuvauskohteen asettelu vakioinnin apuvälineestä.

Säteilyuojaimilla voidaan vaikuttaa sädeherkkien elinten säteilyaltistukseen (12). Säteilysuojainten sijoittaminen on helpompaa pojilla kuin tytöillä, joilla suojattavien munasarjojen paikka vaihtelee, kun taas pojilla suojauksen asettelu on yksinkertaisempaa (4). Tästä syystä säteilysuojaimet sijoitetaan tytöille usein väärin (13,14,27,30). Liian alas sijoitettaessa säteilysuojain voi peittää oleellisia rakenteita, kun taas liian ylös sijoitettuna se ei suojaa säteilyherkkiä sukuelimiä. Mikäli sädesuojaa käytetään, pitäisi se asettaa lateraalisesti lantiolle lähelle suoliluun etukärkiä (ASIS-maamerkki), kraniaalisesti symfyysistä ylöspäin ja juuri suoliluun harjojen alapuolelle. Tähän tulisi käyttää kahta pientä suojaa

mieluummin kuin yhtä keskilinjaan sijoitettua suurempaa suojaa, kuten aiemmin on usein suositeltu. (4). Sädesuojan käyttö vähentää kivesten saamaa säteilyannosta lantion röntgenkuvassa merkittävästi eli 36,4% käytettäessä litteää lyijystä valmistettua sädesuojaa (12).

Diagnostista kuvanlaatua tulee aina arvioida Dicom- kalibroidulla radiologin työasemalla. Kuvanlaatua verrataan lonkan ja lantion alueen hyväksymiskriteereihin. Tutkimuksissa suositellaan standardisoitua käytäntöä kuvanlaadun arviointiin. (21). Useissa tutkimuksissa on käytetty kuvanlaadun arvioinnissa useampaa kuin yhtä radiologia. Arvioitavat kuvat ja menetelmät sokkoutetaan siten, että arvioija ei tiedä millä tutkimusprotokollalla natiiviröntgenkuva on tuotettu. (1,5,6,9,11,15,17,19,20,21,24,28,32). Diagnostista kuvanlaatua voidaan arvioida myös VGA-menetelmällä. Kuitenkin on suositeltavaa, että optimoinnin onnistumisen arvioinnissa käytetään sekä kvalitatiivista (VGA-menetelmä) että kvantitatiivista (DQE, SNR) menetelmää. (1,2,26,28). Optimointiprosessissa onnistumisen arvioinnissa on aina huomioitava sekä potilasannoksen muutos, että mahdollinen muutos diagnostisessa kuvanlaadussa. (1,21).

Tulosten yhteenvetotaulukot tutkimuskysymysten mukaisesti. Kuvio 5 esittää keskeiset vastaukset tutkimuskysymykseen 1. Millainen tutkimusprotokollan tulisi olla, jotta lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimus suoritettaisiin optimoidusti ja diagnostinen kuvanlaatu säilyttäen? Kuvio 6 esittää keskeiset vastaukset tutkimuskysymykseen 2. Mikä on röntgenhoitajan tekemien valintojen vaikutus potilaan saamaan säteilyannokseen lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimuksesta?

<p>Millainen tutkimusprotokollan tulisi olla, jotta lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimus suoritettaisiin optimoidusti ja diagnostinen kuvanlaatu säilyttäen?</p>		
<p>KUVANLAATU</p> <ul style="list-style-type: none"> -Eri kuvanlaatu eri kuvauksiin: useimmiten matala-annoksinen kuvaus riittää diagnoosin saamiseksi: ainakin lonkkaproteesin kontrolleihin (pl. keraamiset proteesit), ja murtumakontrolleihin. - Kuvanlaadun arviointi standardoidusti esimerkiksi VGA-menetelmällä. -Detektorin herkkyyttä muuttamalla voidaan tehdä helposti muutoksia kuvanlaatuun. 	<p>KUVAUSPROJEKTIO</p> <ul style="list-style-type: none"> -Matala-annoksisin ja vähiten uusintakuvia vaativa lonkan lateraaliprojektio on lauenstain. Korkea-annoksisin ja eniten uusintoja vaativa projektio on lonkan läpiammuttu. Siinä ei myöskään voida käyttää sädesuojia. -Lapsilla lauenstainin pitäisi olla primäärikuvaus, AP vain jos lateraalikuvasta ei voida tehdä diagnoosia. 	<p>KUVAUSARVOT JA LISÄSUODATUS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Lisäsuodatuksen käyttö laskee potilaan pinta-annosta ja vähentää kuvassa esiintyvää kohinaa. Merkitys korostuu suuremmilla kuvausarvoilla. - Nostamalla kuvausjännitettä ja laskemalla kuvausvirtaa saadaan aikaan merkittäviä annossäästöjä. -Lapsille kuvausarvot valittava aina painon, lapsen iän ja rakenteen mukaan.
<p>KUVAUSETÄISYYS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Pidempi kuvausetäisyys laskee potilasannosta. -Suositeltu etäisyys (SID) yli 140cm. 	<p>HILA</p> <ul style="list-style-type: none"> -10cm:n paksuisen ilmahilan käyttö vs. konventionaalinen hila laskee potilaan gonadiannosta huomattavasti. 	

KUVIO 5. Tutkimuskysymyksen 1 vastaus kuviona.

Mikä on röntgenhoitajan tekemien valintojen vaikutus potilaan saamaan sädeannokseen lonkan ja lantion natiiviröntgentutkimuksesta?

SÄTEILYSUOJIEN KÄYTTÖ

-säteilysuojien käyttö potilaan päällä ja säteilykentän reunassa laskee gonadiannosta huomattavasti ja suojien pitäisi käyttää aina, kun se on mahdollista.

-työillä gonadisuojaan asettamisen vaikeus korostuu. Kaksi pientä suojaa lateraalisesti lantiolla suoliluun harjan kaudaalipuolella on paras tapa

ASETTELU

-potilaan asettelu anodikulman suuntaisesti laskee miespotilaiden kivesannosta

-jalan oikea sisärotaatio ja mittaesineen tai suurennuskertoimen oikea käyttö ovat tärkeitä etenkin pre-operatiivisissa kuvissa.

VALOTUSAUTOMAATIN KÄYTTÖ

-potilaan asettelu jalat tutkimuspöydän kraniaalipäähän päin ja valotusautomaatin sivukammioiden käyttö antaa pienimmän annoksen

-jos potilas on aseteltu pää tutkimuspöydän kraniaalipäähän päin, voidaan käyttää keskimmäistä valotusautomaattikammiota

-Valotusautomaattia ei tule käyttää protetisoiduilla potilailla

KUVIO 6. Tutkimuskysymyksen 2 vastaus kuviona.

6 POHDINTA

Kirjallisuuskatsauksessa artikkeleja haettaessa käytettiin laajoja hakusanoja ja kolmea eri tietokantaa, jotka antoivat yhteensä lähes puolitoistatuhatta viitettä. Hausta eteenpäin artikkeleiden poisjätto tehtiin käsin ja niin, että rajatapauksissa artikkeli päästettiin seuraavaan vaiheeseen. Näin lopputulokseksi jäi 32 artikkelia, jotka kattavat sekä lasten että aikuisten kuvantamisen ja sekä fantomi- että potilastutkimukset. Tältä pohjalta arvioitiin, että otantamme on ollut tarpeeksi laaja tarjoamaan kattavan kuvan tutkittavasta aiheesta. Otantaa olisi voinut vielä laajentaa ajallisesti, mutta toisaalta röntgentoiminnassa 2000-luvulla tapahtunut digitalisaation murros vaikuttaa siihen, että useat vanhemmat artikkelit käsittelevät vanhentunutta tekniikkaa. Aineistohaun kriteerien laajuuteen vaikutti myös saatavilla olevien julkaisujen määrä. Käytettävissä olleilla resursseilla ei päässyt kaikkien julkaisujen arkistoihin ja näin varmasti käyttökelpoisia artikkeleita jäi pois kirjallisuuskatsauksesta.

Valittujen artikkelien laadunarvioinnissa kysymykset, joilla testattiin erityisesti artikkelien sopivuutta vastaamaan tutkimuskysymyksiin, olivat kohdat 15. Ovatko tutkimuksen tulokset hyödynnettävissä ja kohta 19. Onko tuloksista hyötyä röntgenhoitajalle tämän päivittäisessä työssä? Kysymyksessä 15 arvioitiin kaikkien 32 artikkelin tulokset hyödynnettävissä oleviksi, kun taas suoraan röntgenhoitajan päivittäiseen työhön hyödynnettäviksi arvioitiin 26 artikkelia. Näiden artikkeleiden tulokset ovat suoraan sovellettavissa röntgenhoitajan toimintaan ja niiden aiheina ovat esimerkiksi sädesuojaus, kuvausarvojen muuttaminen potilaskohtaisesti ja valotusautomaatin oikea käyttö. Jäljelle jäävät kuusi artikkelia antoivat informaatiota, jota voidaan käyttää protokollia suunnitellessa, mutta jonka kaltaisia muutoksia ei voida implementoida käytäntöön ilman keskusteluja radiologien, fyysikoiden ja ortopedien kanssa sekä uusien käytänteiden testaamista. Tällaisia tuloksia olivat esimerkiksi vaaditun kuvanlaadun ja kuvausprojektioiden muuttaminen.

Valittujen artikkelien laadunarvioinnissa saatiin vaihtelevia tuloksia, mutta tähän vaikutti selvästi se, että mukana oli sekä fantomi- että potilastutkimuksia. Osa käytetyistä laadunarviointikysymyksistä, kuten ”onko kohderyhmä relevantti”, ”onko otos riittävä” ja ”onko tutkija arvioinut tutkimuksen eettisyyttä” olivat

selkeästi sopivampia potilastutkimusten arviointiin. Mahdollisesti omat arviointikysymyksensä fantomi- ja potilastutkimuksille olisivat voineet lisätä laadunarvioinnin tarkkuutta.

Fantomitutkimusten suora sovellettavuus käytäntöön on ongelma, joka artikkeleissakin huomioitiin. Fantomit ovat usein pienikokoisia eivätkä täysin vastaa potilasmateriaalia sen vaihtelevuuden takia. Siksi fantomitutkimusten lisäksi on tärkeää, että asiaa tutkitaan myös potilastutkimuksella, jotta voidaan varmistua siitä, että tutkittava ilmiö ja tulokset ovat todellisia myös potilaita kuvattaessa. Esimerkkinä tästä mainittakoon artikkeli, jossa obeesien potilaiden kuvantamisessa suositeltiin matalan kuvausjännitteen käyttöä. Tämä lisää tietysti kuvausvirtaa. (Barba & Culp 2015). Toinen artikkeli suosittelee taas sekä kuvausjännitteen että kuvausvirran nostamista obeeseja potilaita kuvattaessa. Valotusautomaatin käyttö saattaa johtaa takarajan ylittymiseen, jolloin säteily katkeaa ennen kuin säteilyaltistus on riittävä kuvanmuodostusta varten. (Carucci 2013). Obeesien potilaiden lisääntyvä kuvantaminen on haaste sekä röntgenhoitajalle että kuvausteknikalle ja tämä pitäisikin ottaa huomioon kuvausprotokollia ja -ohjeita suunniteltaessa (Murray, O'Neill & McErlean 2018).

Kirjallisuuskatsauksessa oli artikkeleita, jotka antoivat esimerkkejä sopivista kuvausarvoista (1, 9, 20, 28, 32). Näille ei ole annettu suurta painoarvoa tässä katsauksessa siksi, ettei suositusarvojen soveltaminen käytäntöön ole yksinkertaista. Erilaiset kuvauslaitteistot vaikuttavat käytettyihin kuvausarvoihin, samoin se, millaiseen kuvanlaatuun tähdätään. Useimmissa tutkimuksissa kuvausetäisyys oli myös ollut lyhyempi kuin esimerkiksi Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin röntgenin suosittelema 115-150cm. (HUS kuvantaminen 2019).

Säteilysuojien käytöstä annossäästöjen aikaansaamiseksi lantion ja lonkan natiiviröntgenkuvauksissa on kiistatonta näyttöä. Samoin näyttöä löytyy siitä, ettei suoja käytetä oikein tai tarpeeksi. Aihetta käsittelevissä artikkeleissa pohdittiin, johtuuko se siitä, että pelätään säteilysuojan peittävän anatomisesti merkittäviä alueita. Samoin yhdeksi syyksi nostettiin säteilysuojien vaikea asettelu suojien muotoilun ja liukkauden tähden. Siksi olisikin tärkeää, että yksiköiden paikallisissa kuvausohjeissa on ohjeet ja mallikuvat säteilysuojien asettelusta ja että röntgenhoitajien perehdytyksessä käytäisiin nämä asiat läpi. Myös sopivien,

helppokäyttöisten suojien saatavuuden varmistaminen on tärkeää. Säteilysuojat ovat sinänsä ajankohtainen aihe, että vuonna 2019 julkaistiin American Journal of Roentgenology- lehdessä paljon keskustelua herättänyt artikkeli, jossa suositeltiin lyijysuojista luopumista kokonaan (Marsh & Silosky 2019). Tätä perusteltiin sillä, että nykyiset annokset ovat häviävän pieniä verrattuna aikaan, jolloin lyijysuojaus otettiin käyttöön. Artikkelissa vedotaan myös siihen, että suojat asetellaan usein väärin ja suojan osuessa kuva-alueelle valotusautomaatti lisää säteilyannosta huomattavasti ja voi siten aiheuttaa potilaalle suuremman säteilyaltistuksen kuin olisi tarpeen. Toisaalta säteilyturvakeskus määrää, että lääketieteellisen säteilyn käyttöpaikalta on löydyttävä tutkimusohjeet, joissa käytettävät säteilysuojaimetkin on kuvattu. (STUK S/4/2019, 5§).

Valotusautomaatin käyttö on helpottanut röntgenhoitajien työtä ja vähentänyt uusintakuvausten määrää ja siten potilaiden saamaa säteilyaltistusta (19). Toisaalta käsitellyistä artikkeleista selväksi tulee se, että valotusautomaattia kuuluu käyttää harkiten. Oikea valotusautomaattikammion valinta vähentää potilasannosta huomattavasti, kun taas väärässä tilanteessa käytettynä valotusautomaatti voi nostaa potilaan annosta moninkertaiseksi siitä, mitä sen pitäisi olla. Erityisesti potilaita, joilla on lonkkaproteesi, kuvattaessa täytyy käyttää manuaalisesti asetettuja kuvausarvoja mahdollisimman matalan potilasannoksen varmistamiseksi. Mahdollisesti helpoin tapa siirtää tämä käytäntöön on tehdä kuvausprotokollaan kaksi vaihtoehtoa ja tehdä protetisoidulle ja ei-protetisoidulle lonkalle omat kuvausohjelmansa, joiden käyttöön röntgenhoitajat perehdytetään. Röntgenhoitajan on tärkeää tuntea käyttämänsä natiiviröntgentutkimuslaitteisto, jotta osaa hyödyntää sen annosindikaattoria ja tietää myös, missä tilanteessa valotusautomaattia ei voida hyödyntää. (14,15,16,19,24).

Omat kuvausohjelmansa tarvitsisivat myös primääri- ja kontrollitutkimukset. Käsiteltyjen artikkeleiden mukaan tärkeää olisi määrittää, millaista kuvanlaatua ja mitä projektioita mikäkin kuvausindikaatio tarvitsee. Muutos voitaisiin tehdä kuvauksen kuvausdetektorin herkkyyttä tai valotusautomaatin kammiovastetta muuttamalla. (Busch 2004, 7). Näiden tasojen määrittelemineen kuitenkin vaatii yhteistyötä muun muassa radiologien kanssa (Lohela 2007, 7.).

Käsiteltyjen artikkelien mukaan kuparisuodatusta käyttämällä voidaan merkittävästi laskea potilaan pinta-annosta ja siten vähentää sädeherkkien elinten efektiivistä annosta kuten kilpirauhasen, rintojen ja kivesten saamaa elinannosta. Myös kuvaaminen postero-anteriorisessa suunnassa pienentää näiden elinten annosta. Kuitenkin kaikissa käsitellyissä artikkeleissa lantiota oli kuvattu antero-posteriorisessa suunnassa, joten aineistosta ei voida arvioida kumpi, vai molemmat yhdessä, on kokonaisuudessaan paras tapa alentaa potilaan sädeherkkien elimien efektiivistä annosta. Kokonaisannokseen kuparisuodatuksen käytöllä ei tutkimuksissa ollut vaikutusta. (3,7).

6.1 Kirjallisuuskatsauksen eettisyys ja luotettavuus

Eettisesti toteutettu kirjallisuuskatsaus noudattaa hyvää tieteellistä käytäntöä ja kestää tutkimustulosten avoimen julkaisun. Tämä vaatii sitä, että tutkija on ollut toiminnassaan rehellinen, tarkka ja huolellinen läpi koko tutkimusprosessin ja kunnioittanut muiden tutkijoiden tekemää työtä (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 23 -27). Tässä kirjallisuuskatsauksessa on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä tekijöiden parhaan kyvyn mukaisesti. Valintoja ei ole tehty oman preferenssin mukaan vaan mahdollisimman objektiivisesti eikä tekstiä ole plagioitu.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käytetyssä aineistossa on kieli- ja saatavuusharhaa. Tekijöillä ei ollut resursseja ostaa lisenssejä muihin kuin Tampereen ammattikorkeakoulun tai Tampereen yliopiston aineistoihin tai käännettä artikkeleita. Tämän vuoksi aineistoksi hyväksyttiin vain englannin- tai suomenkielisiä artikkeleita. Yhteistyössä opinnäytteen ohjaajan ja kirjaston informaatikon kanssa käytiin läpi tutkimuslausekkeet ja hakusanat, jotta aineistohaun tulokset olisivat mahdollisimman hyviä. Haku tehtiin laajoilla hakusanoilla, jotta saatiin mahdollisimman laaja aineisto. Mikäli hakuvaiheessa olisi käytetty termien poisrajaamista, olisi voitu menettää relevanttia aineistoa ja tutkimuksen luotettavuus olisi voinut kärsiä. Kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta lisää se, että käytettyjen artikkelien arviointi on tehty luotettavasta ja arvostetusta lähteestä muokatulla arviointityökalulla. Näin voitiin varmistua siitä, että kaikki artikkelit olivat itsessään luotettavia ja julkaistu asianmukaisissa lähteissä.

6.2 Jatkotutkimus

Tässä kirjallisuuskatsauksessa nousi esille yllättävän vähän artikkeleja, joissa käsiteltiin hilan vaikutusta lonkan ja lantion alueen natiiviröntgentutkimukseen. 2010-luvulla on yleistynyt uusi laskennallinen virtuaalihilatekniikka, josta ei löytynyt tuloksia tämän kirjallisuuskatsauksen artikkelihaussa. Uusimpien tutkimusten mukaan sillä kuitenkin voidaan merkittävästi parantaa kuvanlaatua ainakin teho-osastolla potilassängyssä kuvattaessa. (Gossye, Smeets, Achten & Bacher. 2020). Virtuaalihilan vaikutuksesta potilasannokseen lantion ja lonkan kuvauksessa olisi mielenkiintoista saada lisää tutkimustuloksia ja ehdotammekin virtuaalihilan käyttöä lantion ja lonkan natiiviröntgentutkimuksessa jatkotutkimusaiheeksi.

LÄHTEET

- Alves., A-F.F., Alvarez, M., Ribeiro, S.M., Duarte, S.B., Miranda J.R.A. & Pina, D.R. 2015. Association between subjective evaluation and physical parameters for radiographic images optimization. *Physica Medica* 32 (1), 123-132.
- Alzyoud, K., Hogg, P., Snaith, B. & Flintham, K., England, A. 2018. Impact of body part thickness on AP pelvis radiographic image quality and effective dose. *Radiography* 25 (1), e11-e17.
- American Association of Physicists in Medicine. 2009. An Exposure Indicator for Digital Radiography. AAPM report no116. Luettu 10.3.2020. 1.
- Barba, J. & Culp, M. 2015. Copper Filtration and kVp: Effect on Entrance Skin Exposure. *Radiologic Technology* 86 (6), 603-609.
- Bardo, D.M.E., Black, M., Schenk, K. & Zaritzky M.F. 2009. Location of the ovaies in girls from newborn to 18 years of age: reconsidering ovarian shielding. *Pediatric Radiology* 39 (3), 252-259.
- Bomer, J., Klerx-Melis, E. & Holscher, H.C. 2013. Painful paediatric hip: frog-leg lateral view only! *European Radiology* 24 (3), 703-708.
- Brookfield,H. & Manning-Stanley, A., England, A. 2015. Light Beam Diaphragm Collimation Errors and Their Effects on Radiation Dose for Pelvic Radiography. *Radiologic Technology* 2015 86 (4), 379-391.
- Brosi, P., Stuessi, A., Verdun, F.R., Vock, P. & Wolf, R. 2011. Copper filtration in pediatric digital X-ray imaging: its impact on image quality and dose. *Radiological Physics and Technology* 4 (2), 148-155.
- Busch H.P. 2004. Dimond III, Image Quality and Dose Management For Digital Radiography, Final Report. Luettu 20.8.2018. https://www.sorf.fi/doc/diamond_III.pdf. 9-7.
- Carucci, L. 2013. Imaging obese patients: problems and solutions. *Abdominal Imaging* 38 (4). 630-646.
- Chan, C.T.P. & Fung, K.K.L. 2014. Dose optimization in pelvic radiography by air gap method on CR and DR systems – A phantom study. *Radiography* 21 (3), 214-223.
- Charnley, C., England, A., Martin, A., Taylor, S., Benson, N. & Jones, L. 2016. An option for optimising the radiographic technique for horizontal beam lateral (HBL) hip radiography when using digital X-ray equipment. *Radiography* 22 (2), e137-e142.
- Decoster, R., Mol, H. & Smits, D. 2014. Post-processing, is it a burden or a blessing? Part 1 evaluation of clinical image quality. *Radiography* 21 (1), e1-e4.

England, A., Evans, P., Harding, L., Taylor, E.M., Charnock, P. & Williams, G. 2015. Increasing Source-to-Image Distance to Reduce Radiation Dose from Digital Radiography Pelvic Examinations. *Radiologic Technology*. 86 (3), 246-256.

EUR 16260 EN. 1996. European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images. Luxembourg. Luettu 30.3.2019.
<https://www.sprmn.pt/pdf/EuropeanGuidelineseur16260.pdf> 3-4.

Fauber, T.L. 2016. Gonadal Shielding in Radiography: A Best Practice? *Radiologic Technology* 88 (2), 127-134.

Fawcett, S.L. & Barter, S.J. 2009. The use of gonad shielding in paediatric hip and pelvis radiographs. *The British Journal of Radiology* 82 (977), 363-370.

Gossye, T., Smeets, P.V., Achten, E., Bacher, K. 2020. Impact of Software Parameter Settings on Image Quality of Virtual Grid Processed Radiography Images: A Contrast-Detail Phantom Study. *Investigative Radiology* 55 (4).
 Published ahead of print.

Grimbergen, K. 2019. Puhelinkeskustelu 27.3.2019. Haastattelija Hakola, K-L. Tampere.

Harding, L., Manning-Stanley, A., Evans, p., Taylor, E.M. & Charnock, P., England, A. 2013. Optimum patient orientation for pelvic and hip radiography: A randomized trial. *Radiography* 20 (1), 22-32.

Harper, K.D., Li, S., Jennings, R., Amer, K.M., Haydel, C. & Ali, S. 2018. The Relative Effects of Manual Versus Automatic Exposure Control on Radiation Dose to Vital Organs in Total Hip Arthroplasty. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 26(1), 27-34.

Hawking, N. & Elmore, A. 2009. Effects of AEC Chamber Selection on Patient Dose and Image Quality. *Radiologic Technology* 80(5), 411-419.

Heath, R., England, A., Ward, A., Charnock, P., Ward, M., Evans, P. & Harding, L. 2011. Digital Pelvic Radiography: Increasing Distance to Reduce Dose. *Radiologic Technology* 83 (1), 20-28.

Heinert, G., Hendricks, J. & Loeffler, M.D. 2009. Digital templating in hip replacement with and without radiological markers. *Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. 91 (4), 459-462.

Higgins, J.P.T., Savović, J., Page, M.J., Elbers, R.G. & Sterne, J.A. 2011. Risk of bias in randomized trials. Teoksessa Higgins JPT & Green S. (toim.). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Version 5.1.0. Updated March 2011. The Cochrane Collaboration. 2011. Luettu 15.6.2019.
<https://training.cochrane.org/handbook/current>

Hotus, hoitotyön tutkimussäätiö. Luettu 30.3.2019.
<https://www.hotus.fi/hoitosuosituksset/>

Hoitotyön tutkimussäätiö. 2019. Joanna Briggs Instituutti (JBI) ja Suomen JBI yhteistyökeskus. Luettu 9.2.2019. <http://www.hotus.fi/jbi-fi/joanna-briggs-instituutti-jbi-ja-suomen-jbi-yhteistyokeskus>

HUS kuvantaminen. Radiologia. Natiiviröntgentutkimusten yleisohje. Päivitetty 2.9.2019. Luettu 30.3.2020. <https://www.hus.fi/ammattilaiselle/hus-kuvantaminen/Natiivi%20%20MO%20%20yleinen/Natiivir%C3%B6ntgentutkimusten%20yleisohje.pdf>

Jordan Z., Lockwood C., Aromataris E. & Munn Z. 2016. The updated JBI Model for Evidence-Based Healthcare. The Joanna Briggs Institute. Luettu 6.5.2019. http://joannabriggs.org/assets/docs/approach/The_JBI_Model_of_Evidence_-_Healthcare-A_Model_Reconsidered.pdf 6- 10

Julkaisufoorumi. 2019. Julkaisufoorumi-luokituksen käyttöohje 2019. Päivitetty 24.5.2019. Luettu 9.3.2020. <https://www.julkaisufoorumi.fi/fi/kaytto>

Kim, S-C, K., Lee H-K., Lee, Y-S., Cho J-H. 2015. Evaluation of automatic exposure control system chamber for the dose optimization when examining pelvic in digital radiography. *Journal of x-ray Science and Technology*. 23 (3), 321-330.

Kloth, J.K., Neumann, R., von Stillfried, E., Stiller, W., Burkholder, I., Kauczor, H-U., Ewerbeck, V., Weber, M.A. 2015. Quality-controlled dose-reduction of pelvic X-ray examinations in infants with hip dysplasia. *European journal of radiology* 85 (1), 233-238.

Kloth, J. K., Rickert, M., Gotterbarm, T., Stiller, W., Burkholder, I., Kauczor, H-U., Ewerbeck, V., Weber, M-A. 2015. Pelvic X-ray examinations in follow-up of hip arthroplasty or femoral osteosynthesis-dose reduction and quality criteria. *European journal of radiology* 84 (5), 915-920.

Käypä hoito. 2018. Suomalainen lääkäriseura Duodecim. Päivitetty 06.06.2018. Luettu 02.05.2019. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/kaypa-hoito>

Lanca, L., Franco, L., Abdultafah, A., Harderwijk, M., Marti, C., Nasir, S., Ndlovu, J., Oliveira, M., Santiago, A. R., Hogg, P. 2014. 10 kVp rule – An anthropomorphic pelvis phantom imaging study using a CR system: Impact on image quality and effective dose using AEC and manual mode. *Radiography* 20 (4), 333-338.

Lohela, P. 2007 Röntgentutkimusten optimointi. Teoksessa Järvinen, H. (toim). *Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa*. <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/124425/stuk-c6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 7.

Marsh, R.M. & Silosky, M. 2019. Patient shielding in Diagnostic Imaging: Discontinuing a legacy practice. *American Journal of Roentgenology* 212 (4), 755-757.

Meyer, C. 2007. Influence of femoral rotation on femoral offset determined from radiographs. *Radiography* 15 (1), 6-11.

Manning-Stanley, A.S., Ward, A.J., England, A. 2012. Options for radiation dose optimisation in pelvic digital radiography: A phantom study. *Radiography* 18 (4), 256-253.

Marttila, O.J. 2002. Suureet ja yksiköt. Teoksessa Ikäheimonen, T.K. Säteily ja sen havaitseminen. Karisto: Hämeenlinna. 66-90.

Mraity, H.A.A.B., England, A., Hogg, P. 2017. Gonad dose in AP pelvis radiography: Impact of anode heel orientation. *Radiography* 23 (1). 80-81.

Murray, T., O'Neill, D., McErlean, A. 2018. Pragmatic considerations for medical imaging of the obese patient. *Irish Journal of Medical Science* 187 (1). 31-32.

Niela-Vilén, H., & Hamari, L. 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen R. (toim.). Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turun yliopisto. 23- 34.

Perälä M-L. 1999. Näyttöön perustuvaan hoitotyöhön. Teoksessa: Simoila R, Kangas R & Ranta J. (toim.) Hoitotyötä johtamaan. Helsinki: Kirjayhtymä, 53-67.

Ruonala, V. (toim). 2018. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2018. STUK B-242. Helsinki. Luettu 26.3.2020.
<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/138743/STUK-B242.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Seeram, E., Davidson, R., Bushong, S., Swan, H. 2016. Optimizing the Exposure Indicator as a Dose Management Strategy in Computed Radiography. *Radiologic Technology* 87 (4), 380-391.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä. 1044/2018.

STM 1044/2018. Sosiaali ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä. Luettu 20.3.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181044>

STUK. 2005. Lasten röntgentutkimusohjeisto. Stuk tiedottaa 1/2005. Luettu 8.4.2019.
http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125016/lasten_rontgentutkimusohjeisto.pdf?sequence=1&isAllowed=y 6-10.

STUK. 2008. Terveysthuollon röntgenlaitteiden laadunvalvontaopas. Stuk tiedottaa 2/2008. <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125211/STUK-tiedottaa-2-2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 8-11.

STUK. 2013. Säteilytoiminnan turvallisuus. ST 1.1. Luettu 3.6.2019.
<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST1-1#a6>

STUK. 2014. Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. Luettu 20.10.2018.
<https://www.stuk.fi/saannosto/stukin-viranomaisohjeet/sateilyturvallisuusohjeet>

STUK. 2019a. Säteilyturvallisuusohjeet. Päivitetty 9.1. 2019. Luettu 30.3.2019
<https://www.stuk.fi/saannosto/stukin-viranomaisohjeet/sateilyturvallisuusohjeet>

STUK. 2019. Uuden säteilylain aiheuttamat muutokset. Päivitetty 10.4.2019. Luettu 28.3.2020. <https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/uuden-sateilylain-aiheuttamat-muutokset>

Stolt, M., Axelin, A., & Suhonen, R., 2016a. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa Stolt, M., Axelin, A., & Suhonen, R., (toim). Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turun yliopisto. 7-22.

Stolt, M., Axelin, A., & Suhonen, R. 2016b. Lukijalle. Teoksessa Stolt, M., Axelin, A., & Suhonen, R., Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turun yliopisto. 6.

Sund, P., Båth M., Kheddache S. & Månsson L.G. 2002. Comparison of visual grading analysis and determination of detective quantum efficiency for evaluating system performance in digital chest radiography. *European Radiology* 14 (1), 48-58.

Säteilylaki 859/2018.

Säteilyturvakeskuksen määräys oikeutusarvioinnista ja säteilysuojelun optimoinnista lääketieteellisessä altistuksessa. STUK S/4/2019. 2, 21.

Terveystieteiden tutkimuskeskus. 2010. Luettu 6.5.2019.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20101326>

Tsai, Y-S., Liu, Y-S., Chuang, M-T., Wang, C-K., Lai, C-S., Tsai, H-M., Lin, C-J., Lu, C-H. 2014. Shielding during x-ray examination of pediatric female patients with developmental dysplasia of the hip. *Journal of radiological protection* 34 (4), 801-809.

Tugwell, J.R., England, A., Hogg, P. 2017. Antero-posterior (AP) pelvis x-ray imaging on a trolley: Impact of trolley design, mattress design and radiographer practice on image quality and radiation dose. *Radiography* 23 (3), 242-248.

Tugwell, J., Everton, C., Kingma, A., Oomkens, D.M., Pereira, G.A., Pimentinha, D.B., Rouiller, C.A.I., Stensrud, S.M., Kjelle, E., Jorge, J., Hogg, P. 2014. Increasing source to image distance for AP pelvis imaging – Impact on radiation dose and image quality. *Radiography* 20 (4), 351-355.

Tuomi J. & Sarajärvi A. 2018. Yhteenveto. Teoksessa Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi. Uudistettu laitos. Helsinki: Tammi. E-kirja. Vaatii käyttöoikeuden.

Vesikukka, E. 2015. Tutkimustiedon käyttö röntgenhoitajan työssä osana näyttöön perustuvaa toimintaa. Terveystieteiden laitos, Radiografia. Oulun yliopisto. Pro gradu- tutkielma.

Warlow, T., Walker-Birch, P., Cosson, P. 2014. Gonad shielding in paediatric pelvic radiography: Effectiveness and practice. *Radiography* 20 (3), 178-182.

Young, M., Dempsey, M., De La Rocha, A., Podesxwa, D.A. 2015. The Cross-Table Lateral Radiograph Results in a Significantly Increased Effective Radiation Dose Compared With the Dunn and Single Frog Lateral Radiographs. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 35 (2), 157-161.

Zhang, M., Liu, K., Niu, X., Liu, X. 2012. A method to derive appropriate exposure parameters from target exposure index and patient thickness in pediatric digital radiography. *Pediatric Radiology* (43) 5, 568-574.

LIITTEET

Liite 1. Kirjallisuuskatsauksen aineisto.

Nro	Tutkimuksen viitetieto	Tarkoitus/tavoite	Menetelmät	Keskeiset tulokset	Tutkimuksen taso, julkaisun taso, laadunarviointipisteet
1	Alves., A-F.F., Alvarez, M., Ribeiro, Sm.M., Duarte, S.B., Miranda J.R.A., Pina, D.R. 2015. Association between subjective evaluation and physical parameters for radiographic images optimization. <i>Physica Medica</i> (32) 1. 123-132.	Optimointimetodiikan kehittäminen.	Fantomitutkimus.	Käyttämällä ns. kultaisia standardeja saatiin säteilyannoksia laskettua kuvanlaadun pysyessä samana. Tutkimuksessa painotettiin, että optimointia ei pidä tehdä ainoastaan visuaalisen arvioinnin perusteella. Optimoidessa tulee myös tarkastella efektiivistä annosta, DQE:tä ja SNR:ää.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 17/18 pistettä.
2	Alzyoud, K., Hogg, P., Snaith, B., Flintham, K., England, A. 2018. Impact of body part thickness on AP pelvis radiographic image quality and effective dose. <i>Radiography</i> (25) 1. e11-e17.	Tutkia potilaan paksuuden vaikutusta kuvanlaatuun ja etsiä optimaalisia kuvausarvoja eri paksuuksille.	Fantomitutkimus.	Potilaan paksuus lisää potilaan saamaa efektiivistä annosta. Vaikka matalampi kVp tuottaa parempaa kuvanlaatua, sen nostaminen laskee paksun potilaan saamaa efektiivistä annosta.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 18/18 pistettä.
3	Barba, J., Culp, M. 2015. Copper Filtration and kVp: Effect on Entrance Skin Exposure. <i>Radiologic Technology</i> (86) 6. 603-609.	Tutkia kuvausarvojen ja kuparisuodatukseen vaikutusta potilaan ihoannokseen.	Fantomitutkimus.	Nostamalla kVp arvoa 75kVp- 85kVp voidaan mAs arvoa laskea 50% ja käyttää lisäsuodatusta laskemaan potilaan pinta-annosta. Tulosten hyödyntäminen käytännön työhön vaatisi kuitenkin tutkimuksia potilasotannalla. Tämä tutkimus antaa suuntaa, siihen mitä optimoinnissa tulee huomioida.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 16/18 pistettä.
4	Bardo, D.M.E., Black, M., Schenk, K., Zaritzky M.F. 2009. Location of the ovaries in girls from newborn to 18 years of age: reconsidering ovarian shielding. <i>Pediatric Radiology</i> (39). 252-259.	Päätellä munasarjojen sijainti vastasyntyneestä 18-vuotiaaseen ja arvioida lyijysuojauksen tehokkuutta niiden suojelemisessa.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä lapset. 174 0-18 vuotiasta tyttöä.	Munasarjat kaiken ikäisillä tytöillä sijaitsivat suoliluun harjan alapuolella, suoliluun etukärjen mediaalipuolella ja symfyysin yläpuolella.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 16/18 pistettä.

5	Bomer, J., Klerx-Melis, E., Holscher, H.C. 2013. Painful paediatric hip: frog-leg lateral view only! <i>European Radiology</i> (24). 703-708.	Tutkia, saadaanko vain yhdellä projektiolla sama diagnostinen tulos kuin kahdella lasten lonkkakuvissa.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä lapset. 524 2-15 vuotiasta.	Lähes kaikissa tapauksissa samaan diagnoosiin päästään vain yhdellä projektiolla. Tämä vähentäisi huomattavasti potilaan saamaa säteilyannosta.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 2: johtava taso. 17/18 pistettä.
6	Brookfield, H., Manning-Stanley, A., England, A. 2015. Light beam diaphragm collimation errors and their effects on radiation dose for pelvic radiography. <i>Radiologic Technology</i> 2015 (86) 4. 379-391.	Tutkia miten kollimaattorivirhe vaikuttaa potilaan säteilyannokseen lantion kuvantamisessa	Fantomitutkimus.	Lähes kaikissa tapauksissa kollimaattorivirhe oli säteilyannosta pienentävään suuntaan. 1cm ero rajauksessa muuttaa DAP-annosta 4-5%.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 15/18 pistettä.
7	Brosi, P., Stuessi, A., Verdun, F.R., Vock, P., Wolf, R. 2011. Copper filtration in pediatric digital X-ray imaging: its impact on image quality and dose. <i>Radiological Physics and Technology</i> (4)2. 148-155.	Tutkia kuparisuodatuksen vaikutusta kuvanlaatuun ja säteilyannokseen.	Fantomitutkimus.	Kuparisuodatuksen käyttö vähentää pinta-annosta ja soveltuu pinnallisten elinten säteilynsuojeluun.	Tutkimusartikkeli. Ei julkaisufoorumin luokitusta. 15/18 pistettä.
8	Chan, C.T.P., Fung, K.K.L. 2014. Dose optimization in pelvic radiography by air gap method on CR and DR systems – A phantom study. <i>Radiography</i> (21). 214-223.	Tutkia ilmahilan käyttöä tavallisen hilan sijaan lantion natiivitutkimuksissa.	Fantomitutkimus.	10cm ilmahilan käyttö vähensi potilasannosta jopa 2,3-kertaisesti verrattuna tavallisen hilan käyttöön	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 15/18 pistettä.
9	Chamley, C., England, A., Martin, A., Taylor, S., Benson, N., Jones, L. 2016. An option for optimising the radiographic technique for horizontal beam lateral (HBL) hip radiography when using digital X-ray equipment. <i>Radiography</i> (22). e137-e142.	Tutkia parhaita teknisiä käytänteitä lonkan translateraalikuvaukseen.	Fantomitutkimus.	Ehdotetut kuvausarvot lonkan translateraalille kuvaukselle 90 kVp, 135 cm SID, 45 cm ODD, hila, 0.1 mm kuparisuodatusta. Etenkin kuparisuodatus laski säteilyannosta vaikuttamatta merkittävästi kuvanlaatuun.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 18/18 pistettä.
10	Decoster, R., Mol, H., Smits, D. 2014. Post-processing, is it a burden or a blessing? Part 1 evaluation of clinical image quality. <i>Radiography</i> (21) 2015. e1-e4.	Tutkia kuvanlaadun ja kuvausdetektorin ilmakerman välistä suhdetta kun kuvanlaatu määritellään joko yleiseksi kuvanlaaduksi tai erotettavissa olevien rakenteiden avulla.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä aikuiset. 152 potilasta.	Vain lantion kuvissa köytyi merkittävä korrelaatio kuvanlaadun ja kuvausdetektorin ilma-kerman välillä.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 13/18 pistettä.
11	England, A., Evans, P., Harding, L., Taylor, E.M., Charnock, P., Williams, G. 2015. Increasing Source-to-Image Distance to Reduce Radiation Dose From Digital Radiography Pelvic Examinations. <i>Radiologic technology</i> . 2015 (86)3. 246-256.	Tutkia kuvausetäisyyden vaikutusta säteilyannokseen ja kuvanlaatuun.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä aikuiset. 99 potilasta.	Etäisyyden kasvattaminen vähentää potilaan saamaa säteilyannosta huomontamatta merkittävästi kuvanlaatuun.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 17/18 pistettä.

12	Fauber, T.L. 2016. Gonadal Shielding in Radiography: A Best Practice? Radiologic Technology (88) 2. 127-134.	Tutkia säteilyannosta kiveksille lyijysuojauksen kanssa ja ilman.	Fantomitutkimus.	Kivessuojainten käyttö lantion kuvauksessa vähensi kivesten säteilyannosta 36,4%.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 16/18 pistettä.
13	Fawcett, S.L., Barter, S.J. 2009. The use of gonad shielding in paediatric hip and pelvis radiographs. The British Journal of Radiology (82) 363-370.	Tutkia säteilysuojien käyttöä lasten lonkkakuissa ja kehittää ohjeet parempaan käyttöön.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä lapset. 900 0-16 vuotiasta potilasta.	70% suoja oli käytetty, näistä 38% suojat oli asetettu oikein. Kaikista tutkimuksista oikein asetellut suojat olivat vain 26% tapauksista.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 13/18 pistettä.
14	Hawking, N., Elmore, A. 2009. Effects of AEC chamber selection on patient dose and image quality. Radiologic Technology (80)5. 411-419.	Voidaanko valotusautomaatin kammioita muuttamalla vaikuttaa potilaan säteilyannokseen kuvanlaadun muuttumatta.	Fantomitutkimus.	Vatsan ja lantion kuvauksissa kahden sivukammion käyttö johti pienempään annokseen kuin keskikammion käyttö, kuvanlaadun pysyessä hyväksyttävän rajoissa.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 13/18 pistettä.
15	Harding, L., Manning-Stanley, A., Evans, p., Taylor, E.M., Charnock, P., England, A. 2013. Optimum patient orientation for pelvic and hip radiography: A randomized trial. Radiography (20). 22-32.	Tutkia potilaan asettelusuunnan vaikutusta säteilyannokseen ja kuvanlaatuun.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä aikuiset. 255 potilasta.	Potilaan asetteleminen pää kohti tutkimuspöydän jalkopäätä vähentää potilaan säteilyannosta ja pinta-annosta jopa 38%.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 18/18 pistettä.
16	Harper, K.D., Li, S., Jennings, R., Amer, K.M., Haydel, C., Ali, S. 2018. The Relative Effects of Manual Versus Automatic Exposure Control on Radiation Dose to Vital Organs in Total Hip Arthroplasty. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. (26)1. 27-34.	Miten lonkkaproteesi vaikuttaa potilaan säteilyannokseen käytettäessä manuaali- tai automaattiarvoja suhteessa ei-protetisoituun lonkkaan.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä aikuiset. 1 potilas, vainajatutkimus.	Manuaaliarvoilla proteesin kanssa säteilyannokset nousivat 1,5-kertaisiksi ilman proteesia kuvattuihin verrattuna, kun taas automaattiarvoilla lisäys oli 3-kertainen suhteessa protetisoimattomaan lonkkaan.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 16/18 pistettä.
17	Heath, R., England, A., Ward, A., Charnock, P., Ward, M., Evans, P., Harding, L. 2011. Digital pelvic radiography: increasing distance to reduce dose. Radiologic Technology (83) 1. 20-28.	Tutkia kuvausetäisyyden vaikutusta säteilyannokseen ja kuvanlaatuun.	Fantomitutkimus.	Etäisyyden kasvattaminen pienentää potilaan saamaa pinta-annosta ja kokonais-annosta, kuvanlaadussa ei merkittäviä muutoksia.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 16/18 pistettä.
18	Heinert, G., Hendricks, J., Loeffler, M.D. 2009. Digital templating in hip replacement with and without radiological markers. Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. (91) 4. 459-462.	Tutkia, onko lonkan proteesin kokoa parempi mitata kalibraatioesineen vai käytetyn focuspisteen ja kuvausdetektorin välisen etäisyyden avulla.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä aikuiset. 22 potilasta.	Tulokset ovat molemmilla tekniikoilla melko lailla samat, samoin säteilyannokset. Artikkelin suosittelee etäisyys- metodia kalibraatioesineen käytön haasteiden takia.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumi- luokitus 3: korkein taso. 14/18 pistettä.

19	Kim, S-C, K., Lee H-K., Lee, Y-S., Cho J-H. 2015. Evaluation of automatic exposure control system chamber for the dose optimization when examining pelvic in digital radiography. Journal of x-ray Science and Technology. (23) 3. 321-330.	Optimoida kuvanlaatu ja minimoida säteilyannos lantion ap-kuvalle kuvauskammioita vaihtelemalla.	Fantomitutkimus.	Pienin annos saatiin käyttämällä vasemmanpuoleista yläkammioita, suurin annos käyttämällä yhtä keskikammioita.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 15/18 pistettä.
20	Kloth, J.K., Neumann, R., von Stillfried, E., Stiller, W., Burkholder, I., Kauczor, H-U., Ewerbeck, V., Weber, M.A. 2015. Quality-controlled dose-reduction of pelvic X-ray examinations in infants with hip dysplasia. European journal of radiology (85) 233-238.	Vähentää kuvausannosta ja muodostaa yhtenäiset kuvanlaadun arvioinnin kriteerit arviointiprosessin varmistamiseksi.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä lapset ja nuoret aikuiset ikäjakaumalla 1,3 – 31 vuotta, keski-ikä 9,7 vuotta. 264 potilasta.	Tavallisen annoksen (4.57 µSv, kuvausdetektorin herkkyys 400) kuvissa riittäviä oli 96,5% ja redusoidun annoksen (3.06 µSv, kuvausdetektorin herkkyys 800) kuvista diagnostisesti riittäviä oli 98,6%. Artikkelin uosittelee käytettäväksi valotusluokkaa 800 valotusluokan 400 sijasta.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 16/18 pistettä.
21	Kloth, J. K., Rickert, M., Gotterbarm, T., Stiller, W., Burkholder, I., Kauczor, H-U., Ewerbeck, V., Weber, M-A. 2015. Pelvic X-ray examinations in follow-up of hip arthroplasty or femoral osteosynthesis-dose reduction and quality criteria. European journal of radiology (84) 915-920.	Selvittää kuvanlaadun kriteerejä käyttäen, voidaanko kuvausannoksia laskea lonkan tekonivel tai osteosynteesi-potilaille.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä aikuiset. 289 potilasta.	Tavallisen annoksen (0,365mSv) ja redusoidun annoksen (0,211 mSv) kuvissa ei ollut eroa kuvien arvioitavuudessa. Vain keraamiset tekonivelosat näkyivät huomommin redusoidun annoksen kuvissa.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 15/18 pistettä.
22	Lanca, L., Franco, L., Abdultafah, A., Harderwijk, M., Marti, C., Nasir, S., Ndlovu, J., Oliveira, M., Santiago, A. R., Hogg, P. 2014. 10 kVp rule – An anthropomorphic pelvis phantom imaging study using a CR system: Impact on image quality and effective dose using AEC and manual mode. Radiography (20). 333-338.	Tutkia kuvausjännitteen muuttamisen vaikutusta kuvanlaatuun ja potilaan saamaan efektiiviseen annokseen.	Fantomitutkimus.	Kuvausjännitettä nostettaessa potilaan efektiivinen annos tippui, mutta kuvanlaatuun ei tullut huomattavaa muutosta.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 15/18 pistettä.
23	Meyer, C. 2009. Influence of femoral rotation on femoral offset determined from radiographs. Radiography (15). 6-11.	Tutkia paljonko lonkan sisärotaatio kuvattaessa vaikuttaa reisiin luun pään ja kaulan kulman arviointiin leikkausta suunniteltaessa.	Potilastutkimus, kohderyhmänä aikuiset. 85 potilasta.	Väärällä rotaatiolla kuvattu lonkka voi aiheuttaa huonon leikkaustuloksen, kun kuvan perusteella on päädytty laittamaan vääränlainen proteesi.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 15/18 pistettä.

24	Manning-Stanley, A.S., Ward, A.J., England, A. 2012. Options for radiation dose optimisation in pelvic digital radiography: A phantom study. Radiography (18) 4. 256-253.	Tutkia fantomin asemoinnin ja eri valotusautomaatin kammioiden valinnan vaikutusta kuvanlaatuun ja potilaan saamaan säteilyannokseen.	Fantomitutkimus.	Kun fantomi asetettiin kaudaalisesti suhteessa sivukammioihin nähden, potilasannos tippui 36,8%. Käyttämällä sivukammioita, kuvausannos laski 44%.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 15/18 pistettä.
25	Mraity, H.A.A.B., England, A., Hogg, P. 2017. Gonad dose in AP pelvis radiography: Impact of anode heel orientation. Radiography 23 (1). 80-81.	Tutkia vaikuttaako anodilautasen kaltevuude mukaisesti aseteltu potilaan gonadiannokseen lantion ap-kuvassa.	Fantomitutkimus.	Jalat kohti anodia aseteltu vähensi miesten gonadien säteilyannosta. Naisten gonadeille ei vastaavaa hyötyä.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 14/18 pistettä.
26	Seeram, E., Davidson, R., Bushong, S., Swan, H. 2016. Optimizing the Exposure Indicator as a Dose Management Strategy in Computed Radiography. Radiologic Technology (87) 4. 380-391.	Tutkia voidaanko EI- arvoa käyttää optimoinnin apuna	Fantomitutkimus.	Fantomitutkimukses sa selvisi vahva yhteys mAs:n, EI:n ja annoksen välillä.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 13/18 pistettä.
27	Tsai, Y-S., Liu, Y-S., Chuang, M-T., Wang, C-K., Lai, C-S., Tsai, H-M., Lin, C-J., Lu, C-H. 2014. Shielding during x-ray examination of pediatric female patients with developmental dysplasia of the hip. Journal of radiological protection (34) 801-809.	Tutkia kehityksellistä lonkan dysplasiaa sairastavien tyttöjen lonkan natiiviröntgentutkimuksissa käytettyjä säteilysuojia ja kehittää uusi, helpommin käytettävä suoja.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä lapset. 766 0-18 vuotiasta tyttöpotilasta.	Perinteisen mallisten suojien aikana 14,5% tytöistä oli suojattu, 8,4% oli suojattu riittävästi. Uuden suojan käyttöönoton jälkeen 72,7%:ssa kuvia oli suojaa käytetty ja 32,3%:ssa suojat olivat riittävät.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 16/18 pistettä.
28	Tugwell, J.R., England, A., Hogg, P. 2017. Antero-posterior (AP) pelvis x-ray imaging on a trolley: Impact of trolley design, mattress design and radiographer practice on image quality and radiation dose. Radiography (23) 3. 242-248.	Optimoida kuvanlaatu ja minimoida potilasannos lantion kuvaukselle potilassänkyyn.	Fantomitutkimus.	Parhaat arvot olivat 130cm kuvausetäisyys ja 20mAs. Kahden eri patja materiaalin välillä ei havaittu eroa, kun tarkasteltiin potilasannosta ja kuvanlaatua. Kalibraatio pallon käyttöä suositeltiin. Kuvanlaatu on huonompi potilassänkyyn kuvatussa kuin röntgentutkimuspöydällä.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 15/18 pistettä.
29	Tugwell, J., Everton, C., Kingma, A., Oomkens, D.M., Pereira, G.A., Pimentinha, D.B., Rouiller, C.A.I., Stensrud, S.M., Kjelle, E., Jorge, J., Hogg, P. 2014. Increasing source to image distance for AP pelvis imaging – Impact on radiation dose and image quality. Radiography. (20) 351-355.	Tutkia vähentääkö suurempi kuvausetäisyys potilasannosta niin, että kuvanlaatu pysyisi riittävänä.	Fantomitutkimus.	Kuvausetäisyyden nostaminen 110 cm 140cm vähensi pinta-annosta 17,3% ja efektiivistä annosta 3,7%.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 14/18 pistettä.

30	Warlow, T., Walker-Birch, P., Cosson, P. 2014. Gonad shielding in paediatric pelvic radiography: Effectiveness and practice. Radiography (20) 178-182.	Tarkastella säteilysuojien käyttöä lantion natiiviröntgentutkimuksessa ja muodostaa ohjeistus niiden käytöstä.	Potilastutkimus. Kohderyhmänä lapset. 130 0-16 vuotiasta potilasta.	130 arvioidusta tutkimuksesta vain 17% gonadit oli suojattu oikein. 34% tutkimuksista suojia oli käytetty väärin ja 49%:ssa ei ollenkaan.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 17/18 pistettä.
31	Young, M., Dempsey, M., De La Rocha, A., Podeswa, D.A. 2015. The cross-table lateral radiograph results in a significantly increased effective radiation dose compared with the Dunn and single frog lateral radiographs. Journal of Pediatric Orthopaedics (35) 2. 157-161.	Vertailla kolmen erilaisen lonkan lateraaliprojektion aiheuttamia säteilyannoksia.	Potilastutkimus, kohderyhmänä lapset. 49 10-24 vuotiasta potilasta.	Korkeimman säteilyannoksen aiheutti translateraali projektiio (0.83 ± 0.98 mSv), pienimmän frog-lateral-projektiio (0.22 ± 0.11 mSv). Eniten uusintoja tehtiin translateraalista (10,4%), vähiten Dunnin projektiosta (4%).	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 16/18 pistettä.
32	Zhang, M., Liu, K., Niu, X., Liu, X. A. 2012. A method to derive appropriate exposure parameters from target exposure index and patient thickness in pediatric digital radiography. Pediatric Radiology (43) 5. 568-574.	Kehittää metodi oikeiden kuvausarvojen valintaan potilaan paksuuden ja exposure indexin avulla.	Potilastutkimus, kohderyhmänä lapset. 180 0-7 vuotiasta potilasta.	Käyttämällä uusia, laskettuja arvoja voitiin pääsääntöisesti puolittaa potilaiden saamat säteilyannokset.	Tutkimusartikkeli. Julkaisufoorumin luokitus 1: Perustaso. 14/18 pistettä.

Liite 2. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkelien arviointilomake.

Kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkelien arviointilomake			
kysymys no	Arviointikriteeri	Kyllä: 1	Ei: 0
1	Onko tutkittava ilmiö määritelty selkeästi?		
2	Onko tutkimuksen aihe perusteltu kirjallisuuskatsauksen avulla?		
3	Onko tutkimuksen tarkoitus, tavoitteet ja tutkimustehtävät määritelty selkeästi?		
4	Onko aineistonkeruumenetelmät ja – konteksti perusteltu ja kuvattu riittävän yksityiskohtaisesti?		
5	Soveltuuko aineiston keruumenetelmä tutkittavaan ilmiöön?		
6	Onko aineiston keruu kuvattu?		
7	Onko aineiston käsittelyn ja analyysin päävaiheet kuvattu?		
8	Soveltuuko analyysimenetelmä tutkittavaan ilmiöön?		
9	Onko tutkimuksen kohderyhmä relevantti?		
10	Onko tutkimuksen otos riittävä ja onko otoksen riittävyttä arvioitu?		
11	Käytettiin kuvien arviointitilanteessa sokkouttamista?		
12	Onko tutkija arvioinut tutkimuksen luotettavuutta?		
13	Onko tutkija arvioinut tutkimuksen eettisyyttä?		
14	Onko tulokset esitetty selkeästi ja niitä on verrattu aikaisempiin tutkimuksiin?		
15	Ovatko tutkimuksen tulokset hyödynnettävissä?		
16	Muodostaako tutkimus eheän, selkeän ja loogisen kokonaisuuden?		
17	Vastaako tutkimus alussa asetettuihin tutkimuskysymyksiin?		
18	Onko tuloksista hyötyä röntgenhoitajalle tämän päivittäisessä työssä?		
	Yhteispisteet, max 18		

Lähde: Joanna Briggs Instituutti. Kriittisen arvioinnin tarkistuslistat.

<https://www.hotus.fi/jbin-kriittisen-arvioinnin-tarkistuslistat>