

Juulia Aaltonen

**AIKUISEN SKOLIOOSISELÄN NATIIVIKUVANTAMISKÄYTÄNNÖT JA SÄTEI-
LYALTISTUS**

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

AIKUISEN SKOLIOOSISELÄN NATIIVIKUVANTAMINSKÄYTÄNNÖT JA SÄTEI- LYALTISTUS

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Juulia Aaltonen
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma, röntgenhoitaja

Tekijä(t): Juulia Aaltonen

Opinnäytetyön nimi: Aikuisen skolioosiselän natiivikuvantamiskäytännöt ja säteilyaltistus

Työn ohjaaja: Anja Henner & Aino-Liisa Jussila

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 34 + 7 liitteet

Aikuisen skolioosiselän kuvantamisen optimointi on haastavaa. Kuvanlaadun tulee olla hyvä etenkin silloin, kun potilas on menossa leikkaukseen. Säteilyaltistus halutaan kuitenkin pitää mahdollisimman pienenä. Skolioosiselän kuvantamisessa kuvausalue on suuri: röntgenkuvassa tulee näkyä koko selkäranka sekä reisiluiden päät. Aikuisten skolioosiselän kuvantamisen optimointi on tärkeää, koska siinä käytetään ionisoivaa säteilyä ja kuvausalueelle tulee useita säteilyherkkiä elimiä.

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli kuvailla, millaisia eri käytäntöjä aikuispotilaiden skolioosiselän kuvantamiseen käytetään ja minkälainen vaikutus niillä on potilaan saamaan säteilyannokseen. Opinnäytetyöni tavoitteena oli pienentää aikuispotilaiden skolioosiselän natiivikuvantamisessa saamaa säteilyaltistusta.

Opinnäytetyöni on kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Aineisto kerättiin kuudesta tietokannasta ennalta suunnitellun hakustrategian mukaan. Hakutuloksia saatiin yhteensä 693. Hakutulokset seulottiin otsikon, tiivistelmän ja kokotekstin perusteella. Karsintavaiheiden jälkeen tulokseksi saatiin kolme valintakriteerit täyttävää tutkimusta. Aineisto analysoitiin laadullista sisällönanalyysejä apuna käyttäen.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella aikuispotilaiden skolioosiselän natiivikuvantamista optimoidaan pääasiassa tarkalla kuva-alueen rajauksella ja säteilysuojien käytöllä. Tulosten mukaan skolioosia kuvataan koko ajan kasvavissa määrin EOS-laitteella, joka mahdollistaa sekä etu- että sivusuunnan kuvantamisen samaan aikaan matalilla säteilyannoksilla. Kirjallisuuskatsauksen tulosten mukaan EOS-laitteella kuvattaessa päästiin 0.43 mSv efektiiviseen annokseen, kun kuvalevyllä kuvattaessa annos oli kaksinkertainen (0.87 mSv) ja taulukuvailmaisimelle kuvattaessa noin 0.57-0.66 mSv. Myös annoksen ja pinta-alan tulo DAP oli EOS-laitteella kuvattaessa puolet pienempi kuin taulukuvailmaisimelle kuvattaessa.

Jatkotutkimushaasteena voitaisiin selvittää, mikä kuvanlaatu olisi riittävä milläkin kuvausindikaatiolla. Kirjallisuuskatsauksen tuloksissa ei otettu juurikaan kantaa kuvanlaatuun. Kuvanlaatu ja potilaan saama säteilyannos kulkevat käsi kädessä, joten tarvittavan kuvanlaadun selvittäminen voisi auttaa laskemaan potilaiden säteilyannosta.

Asiasanat: skolioosi, natiivikuvantaminen, optimointi, säteilyannos, röntgensäteily

ABSTRACT

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

Author: Juulia Aaltonen
Title of thesis: Adult whole spine radiography practices and radiation doses
Supervisor(s): Anja Henner
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018
Number of pages: 34 + 7 appendices

The optimization of the imaging of the adult scoliosis is challenging. Good image quality is necessary especially when the patient is scheduled for surgery. However, the radiation exposure should be kept As Low As Reasonably Achievable (ALARA). In the imaging of scoliosis, the area being exposed to radiation is large and there will be several radiosensitive organs being exposed to radiation. That is why optimization of the imaging of the adult scoliosis is important.

The purpose of this bachelor's thesis was to clarify what kind of different practices are used for the imaging of the adult patients' scoliosis and how different practices affect the patients' radiation dose. The objective is to reduce the radiation exposure received by the adult patients undergoing whole spine radiographs.

The thesis method was a descriptive literature review. The information retrieval phase of the review was conducted according to premeditated strategy. A total of 693 articles resulted from searches to six different databases. The articles were selected in three phases. First the titles, then the abstracts and last the full texts were examined. After all elimination phases, a total of three articles were accepted into the study.

According to the review, the whole spine radiographs of adult patients are mainly optimized by using lead shields and by using the exact collimation. According to the results, the radiation dose was lower with EOS than with CR. Effective doses when using EOS system were 0.43 mSv on average, while using CR the effective doses were almost twice as much. Also, dose-area product was considerably smaller using EOS.

Further research could be performed on the image quality of whole spine radiographs. Most of the articles into the thesis didn't editorialize the image quality. Image quality often goes hand-to-hand with radiation dose. Further research on diagnostic image quality in whole spine radiographs would be beneficial.

Keywords: scoliosis, full spine, imaging, optimizing, radiation dose, patient dose, x-ray

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SKOLIOOSISELÄN KUVANTAMINEN.....	7
2.1	Selkärangan anatomia ja skolioosi.....	7
2.2	Skolioosin diagnosointi ja kuvantamisen erityispiirteet.....	9
2.3	Säteilyn lääketieteellinen käyttö	11
3	TUTKIMUSMETODOLOGIA	13
4	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	15
5	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN SUORITTAMINEN.....	16
5.1	Tiedonhaussa käytetty hakustrategia.....	16
5.2	Tutkimuksen haku- ja valintaprosessi	18
5.3	Kirjallisuuskatsaukseen valitut aineistot	21
5.4	Tutkimusaineiston analysointi	21
6	AIKUISPOTILAAN SKOLIOOSISELÄN KUVANTAMINEN JA SÄTEILYALTISTUS	24
6.1	Natiivikuvantamislaitteet aikuisen skolioosiselän kuvantamisessa.....	24
6.1.1	Kuvalevykuvantaminen ja taulukuvailmaisinkuvantaminen.....	25
6.1.2	EOS-kuvantaminen.....	25
6.2	Kuvantamiskäytännöt aikuispotilaiden skolioosiselän kuvantamisessa	26
6.3	Aikuisen potilaan säteilyaltistus koko selän natiiviröntgentutkimuksessa.....	27
7	POHDINTA	30
7.1	Tulosten tarkastelu.....	30
7.2	Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys.....	32
7.3	Omat oppimiskokemukset.....	33
7.4	Jatkotutkimushaasteet	34
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET	38

1 JOHDANTO

Skolioosiselän kuvantamisessa halutaan hyvää kuvanlaatua etenkin silloin, kun potilas on menossa leikkaukseen. Säteilyaltistus halutaan kuitenkin pitää mahdollisimman pienenä. Aikuispotilaiden skolioosin kuvantamisen optimointi on haastavaa, koska kuvausalue on suuri: kuvassa tulee näkyä koko selkäranka ja reisiluiden päät. Kuvausalueelle tulee useita säteilyherkkiä elimiä, kuten kilpirauhanen, rinnat ja vatsan alueen elimet. Lasten skolioosiselän kuvantamista on optimoitu pitkälle, ja säteilyaltistus on saatu laskemaan jopa murto-osaan lannerangan röntgenkuvaamisen säteilyannoksista (Kerttula, Schlenzka & Tallroth 2004). Natiiviröntgenkuvantamista käytetään sekä skolioosin diagnosoimiseen että skolioosin hoidon seurantaan. Kuvia otetaan myös ennen leikkausta ja sen jälkeen. (Cassar-Pullicino & Eisenstein 2001.) Potilasta, jolla on skolioosi, voidaan kuvata useita kertoja aikuisiälläkin. Sen vuoksi myös aikuispotilaiden skolioosiselän natiivikuvantamisen optimointi on tärkeää.

Säteilylain (1991 §2) mukaan säteilyn tulee täyttää peruseriaatteen, jotta sen käyttö olisi hyväksyttävää. Säteilyn peruseriaatteen ovat oikeutus-, optimointi ja yksilönsuojaperiaate. Oikeutusperiaate tarkoittaa sitä, että tutkimuksesta saatavan hyödyn tulee olla suurempi kuin siitä aiheutuva haitta. Optimoinnin tarkoituksena on tehdä tutkimus niin pienellä säteilyaltistuksella kuin kohtuudella on mahdollista. Optimoinnin tarkoituksena ei ole tehdä tutkimusta parhaalla mahdollisella laadulla, vaan tapauskohtaisesti pitäisi miettiä, kuinka hyvä kuvanlaatu on riittävä.

Opinnäytetyöni on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jonka tarkoituksena oli kuvata, minkälaisia kuvantamiskäytäntöjä aikuisten skolioosiselän natiivikuvantamiseen käytetään ja minkälainen vaikutus niillä on potilaan saamaan säteilyannokseen.

Opinnäytetyöni tavoitteena on pienentää aikuispotilaiden saamaa säteilyaltistusta skolioosiselän natiivikuvantamisessa. Tuloksia voidaan hyödyntää aikuispotilaiden skolioosiselän natiivikuvantamisen säteilyaltistuksen optimoinnissa.

2 SKOLIOOSISELÄN KUVANTAMINEN

2.1 Selkärangan anatomia ja skolioosi

Vartalon tukena ja selkäytimen suojana toimii selkäranka (columna vertebra), joka on muodostunut luisista nikamista (vertebra) ja rustoisista välilevyistä. Selkärangassa on 32-34 nikamaa. Päällekkäiset nikamien reiät muodostavat selkäydinkanavan, jonka sisällä on keskushermostoon kuuluva selkäydin. Aikuisen selkäydin loppuu yleensä ensimmäisen tai toisen lannenikaman kohdalle. Selkäranka muodostuu seitsemän kaulanikaman muodostamasta kaularangasta, 12 rintanikaman muodostamasta rintarangasta, viidestä lannenikaman muodostamasta lannerangasta, viidestä ristinikaman muodostamasta ristirangasta ja 3-5 häntänikamasta. Selkäranka ei normaalisti ole suora, vaan siihen kuuluu eteenpäin kaareutuvia mutkia eli lordooseja ja taaksepäin kaareutuvia mutkia eli kyfooseja. Lordooseja on esimerkiksi lannerangan ja kaularangan alueella ja kyfooseja rintarangan ja ristirangan alueella. Nämä mutkat ovat normaaleja, ja auttavat tukemaan selän pystyasentoa. (Niensted & Kallio 2004, 33-34, 114; Vierimaa & Laurila 2011, 57-58.)

Kaularangan kaksi ylintä nikamaa, kannattajanikama atlas ja kiertäjänikama axis, kannattavat päätä ja mahdollistavat pään nyökkäys- ja kiertoliikkeen. Rintanikaan niveltyvät kylkiluut. Lannenikamat ovat selkärangan suurimmat nikamat, ja niihin kohdistuu pystyasennossa suurin rasitus. Ristinikamat ja häntänikamat ovat kasvaneet yhteen muodostaen ristiluun ja häntäluun. (Vierimaa & Laurila 2011, 61; Niensted & Kallio 2004, 34-35.)

Selän lievät epäsymmetriat ovat tavallisia (Kerttula ym. 2004, 2298). Skolioosista puhutaan silloin, kun selkä käyristyy sivusuunnassa. Määritelmä perustuu selän röntgenkuvaukseen, jonka avulla myös skolioosin vaikeusaste voidaan määrittellä. Skolioosissa selän sivuttaissuunnan käyryys on yli kymmenen astetta Cobbin menetelmällä mitattuna koko selkärangan röntgenkuvassa. Skolioosi on

usein kolmiulotteinen muutos: sivusuuntaisen käyristymisen lisäksi skolioosiin liittyy usein kyfoosin muuttumista sekä rangan kiertymistä. (Amzallag-Bellenger, Uyttenhove, Nectoux, Moraux, Bigot, Herbaux & Boutry 2014, 571-572; Helenius 2015, viitattu 24.6.2016.) Vaikeaan, yli 60 asteen rintarangan skolioosiin liittyy hoitamattomana aina keuhkotilavuuden pienenemä, minkä vuoksi hoitoon täytyisi päästä riittävän ajoissa (Helenius 2015, viitattu 24.6.2016).

Skolioosi voidaan jaotella toiminnallisiin ja rakenteellisiin skoliooseihin. Toiminnallisen skolioosin taustalla on ulkoinen syy, joka aiheuttaa selän käyryyttä. Toiminnallisen skolioosin aiheuttajana voi olla esimerkiksi kipu tai jalkojen pituusero. Toiminnallinen skolioosi usein paranee, kun sen aiheuttaja poistetaan, esimerkiksi alaraajojen pituuseron korjaamalla. Rakenteelliset skolioosit jaetaan kolmeen alaryhmään: synnynnäiseen, idiopaattiseen ja neuromuskulaariseen skolioosiin. (Kerttula ym. 2004, 2298.) Rakenteellisen skolioosin aiheuttajia voivat olla esimerkiksi nikamaepämuodostumat, luusto-, lihas- ja hermosairaudet, kasvaimet tai vammojen jälkitilat. Suurin osa kaikista skoliooseista on idiopaattisia, jolloin selkärangan käyristymiseen ei ole osoitettavissa selkeää syytä. (Yrjönen 2006, 82-84; Allam & Schwabe 2013, 957-963.)

Idiopaattinen eli tuntemattomasta syystä johtuva skolioosi voi alkaa jo varhaislapsuudessa, mutta yleensä se alkaa murrosiän kasvupyrähdyksen yhteydessä (Helenius 2015, viitattu 24.6.2016). Idiopaattinen skolioosi voidaan jakaa alaryhmiin sen mukaan, minkä ikäisenä skolioosi huomataan: infantiiliin eli 0-3-vuotiailla esiintyvään skolioosiin, juveniiliin eli 4-10-vuotiailla esiintyvään skolioosiin ja adoleskentiin eli 11-18-vuotiaiden skolioosiin (Amzallag-Bellenger ym. 2014, 571.). Skoliooseista yleisin on kasvuiän idiopaattinen skolioosi (Allam & Schwabe 2013, 957-963). Hyvin hoidettuna idiopaattisen skolioosin ennuste lyhyellä ja pitkällä aikavälillä on hoidettuna erinomainen. Hoitoa vaativa idiopaattinen skolioosi on tytöillä yleisempi kuin pojilla. (Helenius 2015, viitattu 24.6.2016.)

Synnynnäinen skolioosi saa alkunsa, kun sikiöaikaisen kehityksen aikana nikamien rakentuminen häiriintyy. Usein potilailla on tällöin myös muiden elinjärjestelmien häiriöitä, kuten ruoansulatuskanavan, sydämen tai munuaisten rakennepoikkeavuus. Ennuste vaihtelee harmittomasta erittäin hankalaan, johon voi liittyä

selkäytimen tai keuhkojen toimintahäiriö. (Helenius 2015, viitattu 24.6.2016.) Neuromuskulaarinen skolioosi johtuu lihasepätasapainosta ja sen hoito on usein hankalaa. Lihasepätasapainon vuoksi skolioosi voi pahentua, vaikka kasvukausi olisi jo loppunut. Neuromuskulaarisen skolioosin hoitona käytetään yleensä leikkausta, mutta joissain tilanteissa voidaan käyttää tukiliivihoitoa. (Kerttula ym. 2004, 2299.) Skolioosin taustalla voi olla myös alaraajojen pituusero tai välilevyn pullistuma. (Helenius 2015, viitattu 24.6.2016.) Lievä skolioosi on useimmiten oireeton, jolloin ainoa merkki skolioosista on selän vinous. Noin joka neljännellä esiintyy selkäkipuja jo taudin alussa. Kivut tuntuvat useimmiten rintarangassa tai lannerangassa. Taudin edetessä selkäoireita tulee lähes jokaiselle. Hengitysoireet, kuten hengenahdistus, ilmaantuu vasta sairauden vaikeissa muodoissa. (Helenius 2015, viitattu 24.6.2016.)

Skolioosia voidaan hoitaa seurannalla, korsettihoidolla tai leikkauksella (Allam & Schwabe 2013, 957). Leikkaus on ainoa hoitomuoto, jolla voidaan korjata jo aiheutunut selän virheasento (Helenius 2009, 1169). Idiopaattisen skolioosin hoito on tarpeen, jos kasvavan lapsen röntgenkuvissa todetaan yli 25 asteen selän käyryys. Idiopaattisen skolioosin hoitona käytetään yleensä korsettihoitoa. (Helenius, 2015, viitattu 24.6.2016.) Korsettihoidolla voidaan ehkäistä skolioosin käyryyksien etenemistä, mutta se ei paranna jo syntynyttä selän virheasentoa. Parhaat tulokset korsettihoidolla on saavutettu niillä potilailla, joilla selän käyryys on ollut 25-35 Cobbin astetta ja joilla kasvua on vielä jäljellä. (Yrjönen 2006, 82-84.)

2.2 Skolioosin diagnosointi ja kuvantamisen erityispiirteet

Skolioosia seulotaan kouluterveydenhuollossa. Skolioosin seulonta perustuu kliiniseen tutkimukseen ja siinä suoritettavaan selän etutaivutustestiin. (Helenius 2009, 1168.) Selän etentaivutuksessa voidaan todeta selän käyryyden aiheuttamia kylki- ja lannekohoumia. Kohoumat arvioidaan skoliometrillä, ja mikäli sko-

liometrin lukema jää alle kuuteen, riittää yleensä seuranta. Skolioosin diagnosointi edellyttää röntgenkuvausta, ja jos skolioosin lukema ylittää 6 astetta potilas lähetetään röntgenkuviin. (Kerttula ym. 2004, 2300-2301.)

Natiiviröntgenkuvantamista käytetään skolioosin diagnosointiin ja seurantaan. Kuvia voidaan ottaa myös ennen leikkausta ja sen jälkeen (Cassar-Pullicino & Eisenstein 2001, 548). Koska skolioosin natiivikuvantamisessa käytetään ionisoivaa säteilyä, on kuvausalueen rajaaminen sekä säteilysuojien käyttö tärkeää (Kerttula ym. 2004, 2300). Kirjallisuuden mukaan AP-suunta (anterior-posterior, säteet etupuolelta taakse) suositellaan vaihdettavan PA-suunnaksi (posterior-anterior, säteet selän puolelta), jolloin saadaan pienennettyä useille vatsan alueen elimille tulevaa säteilyannosta. (Hui, Pialasse, Wong, Lam, Ng, Cheng & Chu 2016, 2).

Naisten rintojen säteilyannosta voidaan pienentää ottamalla skolioosikuva PA-suunnassa (posterior-anterior), eli niin, että säteet tulevat potilaan selkäpuolelta (Amzallag-Bellenger ym. 2014, 574). PA-suunnassa otettu kuva pienentää myös kilpirauhasen saamaa säteilyannosta (Cassar-Pullicino & Eisenstein 2001, 548). PA-suunnan projektiossa säteilyherkät vatsan alueen elimet sijaitsevat syvemmällä potilaan pinnasta, joten PA-suunta pienentää potilaan saamaa säteilyaltistusta. Lisäksi altistusta voidaan pienentää kasvattamalla kuvausetäisyyttä, jolloin säteily heikkenee kääntäen verrannollisesti pistelähteen etäisyyden neliöön. Lisäksi potilaan kuvantamisesta saamaan säteilyannokseen vaikuttavat röntgensäteilyn spektri (putkijännite ja säteilyn suodatus), kuva-alueen sopiva rajaus sekä säteilysuojainten käyttö. (Tapiovaara ym. 2004, 146, 150.)

Skolioosin röntgenkuvia tarvitaan vähintään kaksi: koko selän etusuunnan ja sivusuunnan kuvat seisoen otettuna (Cassar-Pullicino & Eisenstein 2001, 543). Potilaan skolioosilukema määritetään PA-suunnan röntgenkuvasta. Röntgenkuvassa täytyy näkyä koko rinta- ja lanneranka, sekä ensimmäisessä kuvauksessa lonkkanivelet ja suoliluun harjut. Suoliluun harjujen ja lonkkanivelten tulee näkyä, jotta huomataan mahdollinen alaraajojen pituusero ja lantion kallistuma. Kuvauksessa potilas seisoo kuvaustelineen edessä paino tasaisesti molemmilla jaloilla

niin, että jalkaterät osoittavat suoraan eteenpäin. Selkärangan sivukuva tulisi ottaa ainakin kerran, jotta voidaan arvioida potilaan sivuprofiilia ja päätelevyjen kuntoa. Seurantakuvissa lonkkanivelten ja suoliluun harjujen ei yleensä tarvitse näkyä, joten ne voidaan rajata pois. (Kerttula ym. 2006, 2301.)

2.3 Säteilyn lääketieteellinen käyttö

Suomessa tehtiin vuonna 2015 yhteensä noin 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta. Tutkimusten kokonaismäärä kasvoi 6,8% vuoteen 2011 verrattuna. (Suutari 2016, 3.) Vuonna 2011 Suomessa tehtiin aikuisen skolioosiselän natiivitutkimuksia 1823kpl. Lasten skolioosiselän natiivitutkimuksia tehtiin 3922kpl. (Helasvuo 2013, 29.)

Lääketieteellisessä tutkimuksessa potilaalle aiheutuvalle säteilyannokselle ei ole annettu enimmäisrajoja. Lääketieteellisellä toimenpiteellä pyritään potilaan terveydentilan parantamiseen, eikä toimenpiteen tekoa haluta rajoittaa asettamalla annosrajoja. Röntgentutkimuksen suorittamista ohjaavat oikeutus ja optimointiperiaate. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 117.) Yleisimmille röntgentutkimuksille on asetettu vertailutasoja. Vertailutaso tarkoittaa röntgentutkimukselle etukäteen määritettyä säteilyannosta, jonka ei oleteta ylittyvän normaalikokoiselle potilaalle hyvän käytännön mukaan tehdyssä toimenpiteessä. (Säteilyturvakeskus päätös 11/3020/2017.) Skolioosiselän kuvantamiselle ei ole asetettu vertailutasoja.

Optimointiperiaatteella eli ALARA-periaatteella (As Low As Reasonably Achievable) tarkoitetaan kuvantamisessa sitä, että säteilyn käytöstä aiheutuva säteilyaltistus on pidettävä niin pienenä kuin kohtuudella on mahdollista. (Säteilytoiminnan turvallisuus, viitattu 8.2.2017.) Optimoinnin tarkoituksena on, että tutkimus saadaan tehtyä niin että vältetään tarpeetonta säteilyaltistusta ja saavutetaan tavoiteltu lopputulos tai riittävä tieto tutkimuksen ja potilaan hoidon kannalta. Optimoinnin tarkoituksena ei siis ole tehdä tutkimusta pienimmällä mahdollisella säteilyrasituksella tai parhaalla mahdollisella kuvanlaadulla, vaan molemmissa

huomiota täytyisi kiinnittää siihen mikä on riittävä taso. Hyvä kuvanlaatu nostaa potilaan säteilyannosta, mutta ei lisää kuvan diagnostisuutta. Liian pienellä annoksella otettu röntgenkuva puolestaan ei ole tarpeeksi informatiivinen, jolloin siitä ei voida tehdä diagnoosia. (Pirinen 2008; Tapiovaara ym. 2004, 77-78.) Oikeutusperiaatteen mukaan tutkimuksesta saatavan hyödyn tulee olla suurempi kuin siitä aiheutuva haitta.

3 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää, miten ja mistä näkökulmista kyseistä asiaa on aiemmin tutkittu ja miten suunnitteilla oleva tutkimus liittyy jo olemassa oleviin tutkimuksiin (Tuomi & Sarajärvi 2009, 123; Stolt, Axelin & Suhonen 2016, 14). Kirjallisuuskatsauksia voidaan tehdä erilaisiin tarkoituksiin, jonka vuoksi on olemassa erilaisia kirjallisuuskatsauksia. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on yksi yleisimmistä kirjallisuuskatsauksen tyypeistä. Kuvailevaa kirjallisuuskatsausta ei ohjaa niin tiukat ja tarkat säännöt kuin systemaattista kirjallisuuskatsausta. Tutkimuskysymykset ovat väljempää ja tutkittavaa ilmiötä voidaan kuvata laajemmin kuin systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tai meta-analyysissä. (Salminen 2011, 6.) Kuvaileva katsaus kertoo tai kuvaa aiheeseen liittyvää aiempaa tutkimusta, sen laajuutta, syvyyttä ja määrää. Kuvaileva katsaus ei ota kantaa valitun materiaalin luotettavuuteen tai valikoitumiseen. Vaikka tutkimusten laadun arviointia ei vaadita, on sen tekeminen silti suositeltavaa. (Stolt ym. 2016, 9, 28.)

Kirjallisuuskatsauksessa on viisi vaihetta. Vaiheet ovat: 1) kirjallisuuskatsauksen tarkoituksen ja tutkimusongelman määrittäminen, 2) kirjallisuushaku ja aineiston valinta, 3) tutkimuksen arviointi, 4) aineiston analyysi ja synteesi sekä 5) tulosten raportointi. Ensimmäinen vaihe, kirjallisuuskatsauksen tarkoituksen ja tutkimusongelman määrittäminen, on tärkein vaihe, ja se ohjaa koko työtä. Tutkijalla ei saa olla aihetta kohtaan ennakko-oletuksia, koska ennakko-oletukset voivat vääristää tutkimustuloksia. Hyvä tutkimuskysymys on tarpeeksi laaja, jotta materiaalia aiheesta löytyy tarpeeksi. Toisaalta jos kysymys on liian laaja, saatavaa aineistoa tulee liikaa eikä sitä ole mahdollista käsitellä. (Stolt ym. 2016. 14, 23-33.)

Toinen vaihe, kirjallisuushaku ja aineiston valinta, tarkoittaa varsinaista hakua ja aineiston valintaa. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa on tavoitteena löytää kaikki aikaisempi tutkimuskysymykseen vastaava materiaali. Tiedonhaku varten täytyy valita sopivat hakusanat ja hakulausekkeet. Hakustrategiaa suunniteltaessa kannattaa huomioida mukaanotto- ja poissulkukriteerit, jolloin pysytään

suunnitelman mukaisessa aiheessa. Aluksi tutkimuksia voidaan tarkastella otsikotasolla, sitten abstraktitasolla ja lopuksi voidaan tarkastella koko tekstiä. Kirjallisuuskatsauksen hakuprosessi tulee kuvata niin tarkasti, että se on mahdollista toistaa jälkeensä. (Stolt ym. 2016, 25-28.)

Kolmannessa vaiheessa arvioidaan haun perusteella valittujen tutkimusten sopivuutta tehtävään kirjallisuuskatsaukseen. Alkuperäistutkimusten tiedon kattavuutta ja tulosten edustavuutta arvioidaan. Jokaisen tutkimuksen eheyttä ja luotettavuutta tulisi arvioida erikseen. (Stolt ym. 2016, 28.)

Neljäs vaihe, aineiston analyysi ja synteesi, järjestää ja tekee yhteenvedon katsaukseen valittujen tutkimusten tuloksista. Aineiston analyysissä katsauksen tekijä järjestää ja luokittelee aineistoa etsien yhtäläisyyksiä ja eroja laadullisen sisällönanalyysin avulla. Tulokset kirjoitetaan niin, että niistä muodostuu ymmärrystä lisäävä kokonaisuus eli synteesi. (Stolt ym. 2016, 30.)

Viides ja viimeinen vaihe, tulosten raportointi, pitää sisällään katsauksen kirjoittamisen lopulliseen muotoonsa. Katsauksessa tulee raportoida kaikki vaiheet mahdollisimman tarkasti niin, että tutkimus on toistettavissa. Katsauksessa tulee olla ainakin seuraavat kohdat: tiivistelmä, tausta, tutkimuskysymykset, katsauksen menetelmät, hakuprosessi, tiedot mukaan otetuista ja poissuljetuista tutkimuksista, tutkimusten laadun arviointi, katsauksen tulokset, pohdinta, johtopäätökset, tulosten soveltavuuden arviointi, jatkotutkimusehdotukset ja lähdeluettelo. (Stolt ym. 2016, 32.)

Opinnäytetyöni käsittelee aikuispotilaiden skolioosiselän natiivikuvantamista ja siitä aiheutuvia säteilyannoksia. Aiheesta on hyvä tehdä kirjallisuuskatsaus, jotta saadaan selvitettyä minkälaisia keinoja aikuisten skolioosiselän natiivikuvantamisen optimoimiseksi ja säteilyannoksen pienentämiseksi käytetään. Tuloksia voitaisiin hyödyntää aikuispotilaiden säteilyannoksen pienentämiseksi skolioosiselän natiivikuvantamisessa. Tulosten analysointimenetelmänä on laadullinen sisällönanalyysi.

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli kuvata, minkälaisia kuvantamiskäytäntöjä aikuisten skolioosiselän natiivikuvantamiseen käytetään ja minkälainen vaikutus niillä on potilaan saamaan säteilyannokseen. Opinnäytetyöni tavoitteena on pienentää aikuispotilaiden saamaa säteilyaltistusta skolioosiselän natiivikuvantamisessa. Tuloksia voidaan hyödyntää aikuispotilaiden skolioosiselän natiivikuvantamisen säteilyaltistuksen optimoinnissa

Opinnäytetyöni on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jonka tarkoituksena on etsiä vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Minkälaisia tutkimuskäytäntöjä aikuisen skolioosiselän kuvantamisessa käytetään?
2. Minkälaisia säteilyaltistuksia aikuisen skolioosiselän kuvantamisesta aiheutuu?

5 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN SUORITTAMINEN

5.1 Tiedonhaussa käytetty hakustrategia

Aineiston hankinnassa käytettäviksi tietokannoiksi valitsin: PubMed, ScienceDirect, Ebsco, Medic ja Melinda. Ebsco sisältää tietokannat Academic Search Elite ja CINAHL, joten tietokantoja tuli kokonaisuudessaan 6kpl. Tietokannoista Medic ja Melinda ovat kotimaisia ja muut tietokannat ovat ulkomaalaisia. Tietokantojen valintaan vaikutti niiden saatavuus ja luotettavuus. Kaikki tietokannat ovat käytävissä Oulun ammattikorkeakoulun kautta.

Hakusanoina käytin suomenkielisistä tietokannoista sanoja skolioosi, kuvantaminen ja optimointi. Kansainvälisissä tietokannoissa käytin hakusanoja scoliosis, medical imaging ja optimizing. Hakusanoille hain variaatioita YSA (yleinen suomalainen asiasanasto) -asiasanastosta sekä MeSH (Medical Subject Heading) -asiasanastosta (ks. Taulukko 1). Hakusanojen valinnassa ja hakufraasien muodostamisessa saatiin apua Oulun ammattikorkeakoulun informaatikolta.

TAULUKKO 1. Hakusanojen variaatiot

SKOLIOOSI	KUVANTAMINEN	OPTIMOINTI
Ryhtiselkä Selkäranka Scoliosis Scoliotic Spinal curvature Full spine Whole spine Spinal abnormality Posture	Kuvantaminen Radiologia Röntgensäteily Medical imaging Diagnostic imaging Radiography Radiology X-ray	Radiation dose Radiation dosage Radiation safety Radiation exposure Radiation protection Optimization Image quality Image enhancement

Hakulausekkeet täytyi muodostaa niin, että ne löytävät artikkeleita jotka

1. Käsittelevät aikuisen skolioosiselän natiivikuvantamista

2.Käsittelevät aikuisen skolioosiselän natiivikuvantamisen säteilyaltistuksia.

Muodostin sekä suomenkieliset että englanninkieliset hakulausekkeet Boolean-logic-kielillä käyttäen. Aiheesta on rajallisesti suomenkielistä tutkimusta, jonka vuoksi suomenkielisissä tietokannoissa en laittanut rajausta kovin tiukaksi. Hakulausekkeista jätin pois optimointiin, säteilyannokseen ja kuvanlaatuun liittyvät sanat, jotta tuloksia saataisiin mahdollisimman paljon. Medic-tietokannassa voi hakea yhtä aikaa sekä suomen- että englanninkielisiä artikkeleita, joten hakulausekkeeseen laitoin molemmat. Tämän pohjalta hakulausekkeiksi muodostui suomenkielisiin tietokantoihin:

Melinda:

1. (skolioosi? OR ryhti? OR ryhdin? OR selkä?) AND (kuvantami? OR röntgen? OR radiologi? OR radiografi?)

Medic:

1. (skolioosi* selkärän* ryhti* ryhdin* scolio* "spinal curvatures" spine posture) AND (kuvantami* röntgen* radiolog* radiografi* imaging radiograph* "x-ray" "x-rays")

Kansainvälisissä tietokannoissa tuloksia tuli enemmän, joten myös rajauksia tiukennettiin. Haussa käytin asiasanoja tarkentamaan hakua. Rajaukseksi Ebscon Academic Search Elitessa ja CINAHLissa rajoitukseksi laitoin tutkimuksen julkaisuvuoden (2007-2017), tutkimuksen tuli olla vertaisarvioitu ja ikäryhmäksi asetin aikuiset. Lisäksi käytin asiasanoja. Pubmedissä ja Elsevier ScienceDirectissä rajoitukseksi laitoin julkaisuvuoden, saatavana kokoteksti ja ikäryhmäksi aikuiset, sekä käytin asiasanoja. Muokkasin hakulausekkeet jokaiseen tietokantaan sopivaksi. Lausekkeiden perusrakenne pysyi kuitenkin samana. Hakulausekkeet kokonaisuudessaan löytyvät liitteistä 2-7.

Esimerkki englanninkielisestä hakulausekkeesta:

1. ("scoliosis" OR "spinal curvatures" OR "spine" OR "posture" OR "fullspine" OR "whole spine" OR scoliosis OR scoliotic OR "spinal curvature*") AND

("diagnostic imaging" OR "radiography+" OR radiolog* OR "x-ray*" OR radiograp* OR "diagnostic imaging") AND ("image enhancement+" OR "radiation dosage" OR "radiation safety" OR optimiza* OR "image quality" OR "radiation safety" OR "radiation dosage" OR "image enhancement" OR "radiation exposure" OR "radiation protection" OR "radiation dose*")

5.2 Tutkimuksen haku- ja valintaprosessi

Seuraavaksi tein suunnitelman mukaan haut tietokannoista. Seuloin tutkimukset sisäänotto- ja poissulkukriteerien perusteella ensin otsikoiden perusteella, sitten abstraktien perusteella ja lopuksi kokotekstin perusteella (Kuvio 1). Seulan läpäisevät tutkimukset analysoin ja tein niistä synteesin

Tiedonhaut suoritin 14.-21.11.2017 välisenä aikana. Hakutuloksia sain kuudesta tietokannasta yhteensä 693 kappaletta. Tiedonhaun jälkeen tein aineiston valinnan. Aineiston valinnassa käytin apuna ennalta määritettyjä sisäänotto- ja poissulkukriteerejä. Seuloin aineistot ensin otsikon perusteella, sitten abstraktin perusteella ja lopuksi kokotekstin perusteella. Tärkeää oli kirjata ja dokumentoida selkeästi hylkäämisperusteet, jotta niihin voidaan tarvittaessa myöhemmin palata (Stolt ym. 2016, 62).

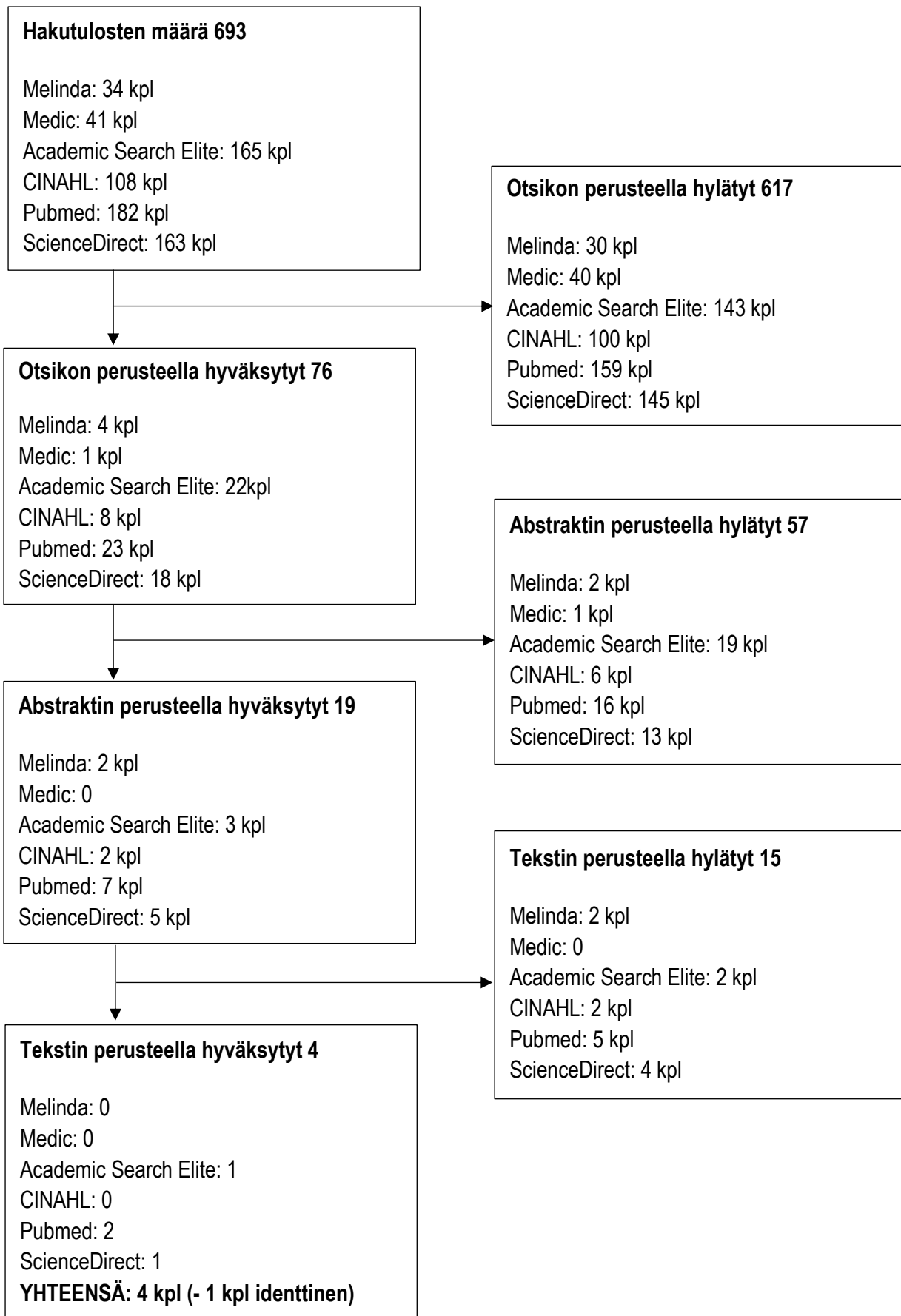
Kirjallisuuskatsaukseni koskee aikuispotilaan skolioosiselän natiivikuvantamisen optimointia. En ottanut kirjallisuuskatsaukseeni mukaan tutkimuksia, jotka käsitelivät lasten skolioosiselän kuvantamista, olivat muun kuin englannin tai suomenkielisiä tutkimuksia tai liian vanhoja (yli 10v.) tutkimuksia. Tutkimuksista tuli olla saatavilla koko teksti ja tutkimuksen täytyi olla maksuton. Tutkimuksien täytyi olla tutkimuskysymyksiini vastaavia.

TAULUKKO 2. Sisäänotto ja poissulkukriteerit

Sisäänotto	Poissulku
Suomen- tai englanninkielinen	Muu kuin suomen- tai englanninkielinen
Julkaistu vuonna 2007 tai sen jälkeen	Vanhempi kuin 2007
Käsittelee aikuisen skolioosiselän kuvantamisen optimointia	Ei käsittele aikuisen skolioosiselän kuvantamista
Tutkimus saatavilla ilmaiseksi	Tutkimus ei saatavilla ilmaiseksi
	Käsittelee lasten kuvantamista
	Ei ole tutkimus
	Kirjallisuuskatsaus

Tutkimuksen haku- ja valintaprosessin eteneminen on kuvattu kuviossa 1. Hakutuloksia tuli yhteensä 693, joista otsikoiden perusteella hylättiin 615. Hylkäyksen syitä olivat: ei koske skolioosin kuvantamista (511), koskee lasten tai nuorten kuvantamista (36), eläinlääketiede (9), väärä modaliteetti (51), kieli muu kuin suomi tai englanti (8). Otsikon perusteella hyväksyttiin 79 tutkimusta, joista luettiin tiivistelmä. Tiivistelmän perusteella hylättiin 57 tutkimusta. Hylkäämisen syitä olivat: ei koske skolioosiselän kuvantamista (28), koskee lasten tai nuorten kuvantamista (6), modaliteetti väärä (6), ei saatavilla ilmaiseksi (17). Koko teksti luettiin 19 tutkimuksesta, joista 15 hylättiin. Syitä olivat: ei koske skolioosiselän kuvantamista (10), koskee lasten tai nuorten kuvantamista (3), on kirjallisuuskatsaus (2). Kaikkien karsintavaiheiden jälkeen jäljelle jäi 4 tutkimusta, joista kaksi oli identtisiä. Kirjallisuuskatsaukseen hyväksyttiin 3 tutkimusta.

Kaikki tutkimukset ovat englanninkielisiä tieteellisiä tutkimuksia. Kaikissa tutkimuksissa tutkitaan skolioosiselän kuvantamisesta aiheutuvaa säteilyannosta aikuispotilaille. Yksi tutkimuksista on fantomitutkimus, yksi PCMXC-ohjelmalla tehty efektiivisen annoksen laskemiseen liittyvä tutkimus ja yksi kliininen potilastutkimus.



KUVIO 1. Tutkimusaineistojen valinta- ja poissulkuprosessi

5.3 Kirjallisuuskatsaukseen valitut aineistot

Kirjallisuuskatsaukseen valittiin yhteensä 3 tutkimusta. Taulukossa 3 on esitetty tutkimukset aikajärjestyksessä uusimmasta vanhimpaan. Tutkimusten keskeiset tiedot ja tulokset on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 3: Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimusaineistot

Tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tekijät	Julkaisulähde	Vuosi
Organ doses and lifetime attributable risk evaluations for scoliosis examinations of adolescent patients with the EOS imaging system	Branchini, M., del Vecchio, A., Gigliotti, C.R., Loria, A., Zerbi, A. & Calandrino R.	Italian society of medical radiology	2017
Cumulative radiation exposure and associated cancer risk estimates for scoliosis patients: Impact of repetitive full spine radiography	Law, M., Ma, W-K., Lau, D., Chan, E., Yip, L. & Lam W.	European Journal of Radiology	2016
Comparison of radiation dose, workflow, patient comfort and financial break-even of standard digital radiography and a novel biplanar low-dose X-ray system for upright full-length lower limb and whole spine radiography	Dietrich, T.J., Pfirrmann, C.W.A., Schwab, A., Pankalla, K. & Buck, F.M.	Skeletal Radiology	2013

5.4 Tutkimusaineiston analysointi

Aineiston keräämisen jälkeen analysoidaan tutkimukseen valittu aineisto. Analyysin tarkoituksena on tehdä yhteenvetoa valittujen tutkimusten tuloksista. Aineiston analyysissä katsauksen tekijä järjestää ja luokittelee aineistoa niin, että siitä muodostuu ymmärrystä lisäävä kokonaisuus eli synteesi. (Stolt ym. 2016. 30.)

Aineiston synteesi koostuu kolmesta vaiheesta. Ensimmäinen vaihe analyysissä on kuvata tutkimusten tärkeä sisältö, muun muassa kirjoittajat, julkaisuvuosi, tut-

kimuksen tarkoitus, asetelma, aineistonkeruumenetelmät ja päätulokset. Analyysin toisessa vaiheessa muodostetaan aineistosta luokkia, kategorioita ja teemoja. Tarkoituksena on etsiä tutkimuksista yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia sekä ryhmitellä ja vertailla niitä. Kolmannessa vaiheessa aineistosta luodaan looginen kokonaisuus eli synteesi. Tässä vaiheessa pyritään luomaan jokaisesta tutkimuksesta yleinen kuva. Synteesin havainnollistamiseksi voidaan tehdä taulukoita ja kuvioita. (Stolt ym. 2016, 30-31.)

Taulukko 4. Aineiston luokittelu

Alaluokka	Pääluokka
EOS-kvantamislaitte Kuvalevykuvantaminen Suoradigitaalinen kuvantaminen	Natiivikuvantamislaitteet
Kuvaussuunta Kuvausarvot Kuvausetäisyys	Natiivikuvantamismenetelmät
Elinten painotuskertoimet PCXMC-ohjelma Efektiivinen annos Pinta-alan ja annoksen tulo DAP	Säteilyaltistus

Työssäni käytin aineistolähtöistä sisällönanalyysia, koska kirjallisuuskatsaukseni halusin muodostaa kokonaisuuden aineiston perusteella. Sisällönanalyysillä pyritään saamaan aineisto selkeään ja tiiviiseen muotoon (Tuomi & Sarajärvi 2009, 108). Aineiston ryhmittelyssä käytin apunani taulukkoa, johon merkitsin tutkimusten keskeisen sisällön ja tulokset (liite 1). Kirjallisuuskatsaukseni tuli tuloksia niin vähän, että yhteneväisyyksien löytäminen ja sitä myötä ryhmittely yhteneväisyyksien mukaan oli vaikeaa. Taulukossa 4 olen luokitellut kirjallisuuskatsauksen keskeisiä käsitteitä alaluokkiin ja yläluokkiin. Kirjallisuuskatsaukseen valikoiduista tutkimuksista nousi esille erilaiset natiivikuvantamislaitteet, joista muodostui kirjallisuuskatsauksen ensimmäinen pääluokka. Eri kuvantamismenetelmät, kuten kuvaussuunnan valinta (AP/PA), kuvausarvot ja kuvasetäisyys muo-

dostivat toisen pääluokan. Kolmanneksi pääluokaksi muodostui säteilyaltistus aikuisen skolioosiselän natiivikuvantamisessa. Tämä pääluokka muodostui eri säteilyannoksista, kuten elinten annoksista, efektiivisestä annoksesta ja pinta-ala ja annoksen tulosta.

6 AIKUISPOTILAAN SKOLIOOSISELÄN KUVANTAMINEN JA SÄTEILYAL- TISTUS

Kirjallisuuskatsaukseeni valikoiduista tutkimuksista kaksi vertaili EOS-laitteen ja perinteisen digitaalisen natiivikuvantamislaitteen välisiä eroja potilaan säteilyannoksessa koko selkärangan kuvantamisessa. Yksi tutkimus selvitti efektiivistä annosta skolioosipotilaiden kuvantamisessa PCXMC-sovelluksella laskettuna eri ikäisille potilaille.

Dietrichin ym. (2013) tutkimuksessa kuvattiin koko selkärangan röntgenkuvia 47 kpl suoradigitaaliselle taulukuvailmaisimelle ja 134 kpl EOS-laitteelle. Branchinin ym. (2017) tutkimus oli fantomitutkimus, jossa vertailtiin kuvalevykuvantamisen ja EOS-kuvantamisen välisiä eroja potilaan säteilyannoksessa. Tutkimus suoritettiin fantomilla, joka vastasi kooltaan normaalia aikuista miestä (175 cm, 73,5 kg). Fantomin sisä- ja ulkopuolelle asetettiin 60 kappaletta säteilyä mittaavia GR200A TLD-mittareita (termoloistedosimetri) mittaamaan tärkeimpien säteilyherkkien elimien annoksia. Law ym. (2016) tutkimuksen tarkoituksena oli laskea toistuvista koko selän natiivikuvantamisista aiheutuvaa kumulatiivista efektiivistä annosta. Tutkimuksessa elinten annokset eri-ikäisille potilaille laskettiin käyttämällä apuna PCXMC-ohjelmaa. Efektiiviset annokset laskettiin käyttäen apuna ICRP-103 elinten painotuskertoimia. PCXMC-ohjelma käyttää annoksen laskeamiseen apuna Monte Carlo-simulaatiota

6.1 Natiivikuvantamislaitteet aikuisen skolioosiselän kuvantamisessa

Kirjallisuuskatsaukseeni valikoiduissa tutkimuksissa nousi esille eri natiivikuvantamislaitteet ja niiden erot potilaiden kuvantamisessa sekä eri laitteiden vaikutus potilaiden saamaan säteilyannokseen.

6.1.1 Kuvalevykuvantaminen ja taulukuvailmaisinkuvantaminen

Dietrichin ym. (2013) tutkimuksessa toinen vertailtavista laitteista oli Siemens Healthcaren Ysio DR-natiivikuvantamislaitte (digital radiography, suoradigitaaliselle taulukuvailmaisimelle kuvaus). Branchinin ym. (2017) tutkimuksessa puolestaan toinen vertailtavista laitteista oli Philipsin DigitalDiagnost CR-natiivikuvantamislaitte (computed radiography, kuvalevykuvaus). Ysio toimii pitkissä kuvissa auto-tracking tekniikalla, jolloin röntgenputki ja detektori liikkuvat kuvauksen aikana mahdollistaen koko selkärangan kuvauksen kerralla 1-3 eksponoinnilla. Kuvat yhdistetään työasemalla yhtenäiseksi koko selkärangan kuvaksi. Pisin mahdollinen kuvausalue korkeussuunnassa on 180 cm. Law ym. (2016) tutkimuksessa PCXMC-ohjelmaan syötettiin arvot kahden eri röntgenlaitteen mukaan. Molemmat laitteet olivat DR-röntgenlaitteita. Ensimmäinen laite oli GE Discovery 650, jonka röntgenputken kiinteä suodatus oli 1.1 mmAl. Toinen laite oli Carestream Evolution 0.9 mmAl kiinteällä suodatuksella. Yhden suunnan kuvaus toteutui kahdella eksponoinnilla.

6.1.2 EOS-kuvantaminen

Sekä Dietrichin ym. (2013) että Branchinin ym. (2017) tutkimusten toinen laite oli EOS-kuvantamislaitte. EOS-laite on kuvantamislaitte, joka on suunniteltu erityisesti tuki- ja liikuntaelinten kuvaukseen. EOS on kahdesta detektori-röntgenputki parista muodostuva röntgenlaite, joka mahdollistaa korkean kuvanlaadun pienellä säteilyannoksella verrattuna perinteisiin digitaalisiin CR- ja DR-röntgenlaitteisiin. Matalammat säteilyannokset mahdollistaa laitteen herkkä detektorimateriaali. Laitteen sädekeilat ovat kollimoitu kahdeksi ohueksi viuhkamaiseksi sädekeilaksi. Laite käyttää slot-scanning-tekniikkaa, jolloin putki ja detektori liikkuvat ylhäältä alas kuvaten samalla potilasta. Laitteen detektori-röntgenputki parit on asetettu 90 asteen kulmaan niin, että ne kuvaavat samaan aikaan sekä etusuunnan että sivusuunnan kuvat. Samaan aikaan otetut projektiot mahdollistavat kolmiulotteisen rekonstruktion muodostamisen kuvista.

EOS-laitteella kuvatessa pisin mahdollinen kuva-alueen pituus päästä varpasiin on 175 cm. Kuvaus täytyy suorittaa pystyasennossa joko seisten tai istuen. Kuvausaika koko selkärangan kuvauksessa on noin 10 sekuntia. EOS-laite on perinteistä röntgenlaitetta äänekkäämpi. Pidemmästä kuvausajasta huolimatta tutkimukseen kokonaisuudessaan käytetty aika on lyhempi, koska molemmat kuvat saadaan otettua samaan aikaan. Vaikka laite mahdollistaa koko selkärangan kuvauksen matalilla säteilyannoksilla, on siinä myös omat haittapuolensa. Kuvaus tulee suorittaa samoilla kuvausarvoilla koko matkalta, eikä arvoja oli mahdollista vaihtaa kesken kuvauksen. (Dietrich ym. 2013.) Taulukossa 5 on vertailtu Dietrichin tutkimuksessa olleen Ysion ja EOS-laitteen ominaisuuksia.

Taulukko 5. Dietrichin ym. (2013) tutkimuksen laitteiden ominaisuudet

Laite	Maksimi kuva-alueen pituus (päästä varpasiin)	Kuvaus etäisyys (röntgenputki- detektori)	Kuvausparametrit AP/LAT
Ysio, Siemens Healthcare	175 cm	300 cm	75-90kV, AEC / 77-90 kV, AEC
EOS	180 cm	130 cm	90 kV, 250 mAs / 110 kV, 250 mAs

6.2 Kvantamiskäytännöt aikuispotilaiden skolioosiselän kuvantamisessa

Dietrich ym. (2013) valitsivat projektioksi AP- ja LAT-projektiot sekä suoradiigitaaliseen taulukuvailmaisimelle kuvatessa, että EOS-laitteella kuvatessa. Kuvausparametrit on esitetty taulukossa 5. DR-kvantamisessa käytössä oli valotusautomaatti. Etäisyys detektorista putkeen oli 300 cm. EOS-laitteella ei ole mahdollista asettaa eri arvoja eri selkärangan alueille, vaan koko kuvaus päästä varpasiin tapahtuu samoilla kuvasarjoilla. Etäisyys putken ja detektorin välillä oli noin 130 cm, jolloin kuvattavan kohteen etäisyys molempiin röntgenputkiin oli noin 100 cm.

Branchinin ym. (2017) tutkimuksessa fantomi aseteltiin AP- ja LAT-projektioihin sekä EOS- että DigitalDiagnost-laitteilla. Fantomi kuvattiin EOS-laitteella kahdella eri kuvausarvoilla: 90 kVp ja 109 kVp. Laitteella kuvausnopeutta voidaan vaihdella välillä 1-8, joista 1 on nopein ja 8 hitain. Tutkimus tehtiin nopeudella 7, koska tutkimusten mukaan kuvanlaatu on silloin paras. Lisäksi vertailun vuoksi kuvaus tehtiin nopeusarvolla 4, jolloin kuvaus tapahtuu nopeampaa ja DAP-arvo laskee noin 40%. Philipsin DigitalDiagnost-röntgenlaitteella kuvausparametrit valittiin rutiiniasetusten mukaan noin 60kg painavalle henkilölle. Kuvasarvoiksi tuli AP-suunnassa 90 kV ja 80 mAs, ja säteilylähteen ja ihon etäisyys eli SSD oli 179 cm. LAT suunnassa SSD oli 172 cm, kuvausarvot olivat 95 kV ja 100 mAs. Kuva-alueen rajaus oli muuten sama kuin EOS-laitteella, mutta silmät rajattiin pois. Myös kivekset rajattiin pois sen vuoksi, että normaalitilanteessa käytettäisiin gonadisuoja.

Law ym. (2016) tutkimuksessa projektioiksi oli valittu PA-suunta (posterior-anterior) sekä LAT-suunta. Yhden suunnan kuvaus toteutui kahdella exponoinnilla. Kuvausarvot olivat PA-projektiossa 84 kV, 25 mAs ja LAT-projektiossa 92 kV ja 40 mAs. PCXMC-ohjelmaan tulee annoksen laskemista varten syöttää kuva-alueen koko, kuvausparametrit, etäisyys ja röntgenputken suodatus. Tutkimuksessa ei kuitenkaan mainittu käytettyä etäisyyttä eikä kuva-alueen kokoa. Myöskään käytettyä lisäsuodatusta ei mainittu.

6.3 Aikuisen potilaan säteilyaltistus koko selän natiiviröntgentutkimuksessa

Dietrichin ym. (2013) tutkimuksen molemmissa laitteissa oli integroitu dosimetri, joka antoi DAP-arvon (dose area product, annoksen ja pinta-alan tulo) automaattisesti näkyviin kuvauksen päätyttyä. Suoradigitaalisella taulukuvailmaisinkuvantamisella keskimääräiset annokset koko selkärangan kuvauksessa yhteenlaskettuna AP- ja LAT-projektioissa olivat 392.2 cGy*cm² ja EOS-laitteella 158.4 cGy*cm². Tulosten mukaan EOS-laitteella kuvatessa säteilyannos oli huomattavasti pienempi, arviolta 50% pienempi kuin perinteisellä DR-röntgenkuvauksella. Tutkimuksessa ei oteta kantaa kuvanlaatuun. Taulukossa 6 on kuvattu

kaikkien tutkimusten laitteiden kuvausarvot, efektiiviset annokset sekä annoksen ja pinta-alan tulo.

Branchinin ym. (2017) tutkimuksen tuloksissa EOS-laitteella kuvattaessa kaikkien muiden elinten annokset olivat huomattavasti matalammat, lukuun ottamatta silmiä ja kiveksiä, jotka oli rajattu CR-kuvauksessa pois. Muiden elinten annokset olivat keskimäärin 1.4-2.8 kertaa suurempia digitaalisella kuvantamisella. Efektiiviset annokset molemmista kuvantamisista laskettiin ICRP103-elinten painotuskertoimia apuna käyttäen. Efektiivinen annos oli EOS-laitteella 0.43+/-0.04 mSv ja CR-kuvantamisella 0.87+/-0.09 mSv, eli efektiivinen annos oli digitaalisella kuvantamisella kaksi kertaa suurempi. Suurimmat erot elinten annoksissa olivat kilpirauhasen, ihon, keuhkojen ja ruokatorven annoksissa, jotka olivat noin kolminkertaiset EOS-kuvantamiseen verrattuna.

TAULUKKO 6. Kuvausarvot, efektiiviset annokset sekä annoksen ja pinta-alan tulo

Tutkimus	Laite	Projektiot	Parametrit kV&mAs		Efektiivinen annos mSv (AP/PA+LAT)	Annoksen ja pinta-alan tulo DAP cGy*cm ²
			AP/PA	LAT		
Branchini ym. 2017	Philips Digital-Diagnost (CR)	AP, LAT	90 kV 80 mAs	95 kV 100 mAs	0.87	
	EOS	AP, LAT	90 kV 200 mAs	105 kV 250 mAs	0.43	162.7
Dietrich ym. 2013	YSIO, Siemens Healthcare (DR)	AP, LAT	75-90 kV AEC	77-90 kV AEC		392.2
	EOS	AP, LAT	90 kV 250 mAs	110 kV 320 mAs		158.4
Law ym. 2016	GE Discovery 650 (DR) & Carestream Evolution (DR)	PA, LAT	84 kV 25 mAs	92 kV 40 mAs	0.57-0.66	

Lawin ym. (2016) tutkimuksessa efektiivinen annos laskettiin 20-, 25- ja 30-vuotiaille. PCXMC-ohjelma laskee efektiivisen annoksen automaattisesti molemmille sukupuolille. Molemmilla laitteilla laskettuna efektiivinen annos oli sama, joten tulokset yhdistettiin ja ne ilmoitettiin yhtenä keskiarvona. Efektiiviset annokset olivat 0.57-0.66 mSv, joista suurin arvo 0.66 mSv oli 20-vuotiaan naisen annos ja pienin 0.57 mSv 30-vuotiaan miehen annos. Naisten efektiivinen annos oli aina hieman suurempi kuin miesten annos. Efektiivinen annos oli suurempi nuoremmilla potilailla. Efektiivinen annos laski hieman potilaan iän noustessa.

7 POHDINTA

7.1 Tulosten tarkastelu

Kirjallisuuskatsaus pyrki vastaamaan tutkimuskysymyksiin: minkälaisia tutkimuskäytäntöjä aikuisen skolioosiselän kuvantamisessa käytetään ja minkälaisia säteilyaltistuksia aikuisen skolioosiselän kuvantamisesta aiheutuu. Tulosten perusteella aikuisten selkärangan natiivikuvantamisessa ollaan siirtymässä perinteisten digitaalisten kuvantamisten lisäksi käyttämään yhä kasvavissa määrin EOS-kuvantamislaitetta. Katsaukseen kuuluneiden tutkimusten mukaan aikuisia kuvataan pääasiassa AP-suunnassa rajaten kuva-alueelta silmät pois ja käyttäen miehille gonadisuoja. Kuvaus pyritään suorittamaan seisten tai istuen.

Kirjallisuuskatsauksen tulosten perusteella koko selkärangan kuvantamisen säteilyannoksia voidaan laskea ennen kaikkea uuden teknologian mahdollistamilla tarkoilla laitteilla. Kuvalevyille kuvatessa potilaiden efektiiviset annokset olivat suurimmat, noin 0.87mSv, kun taas taulukuvailmaisimelle kuvatessa annos laski 0.57mSv. Annosta saatiin laskettua vielä entisestään EOS-laitteella, jolla päästiin 0.43mSv efektiiviseen annokseen.

EOS-röntgenlaite mahdollistaa huomattavasti matalammilla säteilyannoksilla hyvää kuvanlaatua ja mahdollisuuden kolmiulotteisten rekonstruktioiden tekemiseen. Molempien projektioiden (AP ja LAT) yhteenlasketuksi DAP-annokseksi taulukuvailmaisimelle kuvatessa saatiin Dietrichin ym. (2013) tutkimuksessa 392.2cGy*cm² kun EOS-laitteella pinta-annos oli keskimäärin 158.4cGy*cm². EOS-kuvantamislaitte mahdollistaa paljon matalamman säteilyannoksen potilaille. Dietrichin ym. (2013) ja Law ym. (2016) tutkimuksissa ei otettu kantaa kuvanlaatuun. Branchinin ym. (2017) tutkimuksessa EOS-kuvausarvoiksi oli valittu ne arvot, joilla laatu oli todettu parhaaksi.

Branchinin ym. (2017) tutkimuksessa kiinnitettiin huomiota kuva-alan rajaukseen ja säteilysuojien käyttöön kuvalevyille kuvatessa. Silmien rajaaminen pois kuva-

alueelta ja gonadisuojien käyttäminen skolioosin kuvantamisessa vähentävät potilaan säteilyannosta. Branchinin ym. (2017) tutkimuksessa suurimmat elinten annokset kuvalevylle kuvatessa tulivat muun muassa kilpirauhaselle. Tähän varmasti osaltaan vaikutti AP-suunta. Lawin ym. (2016) tutkimuksessa valittiin etusuunnan kuvaukseen PA-suunta, ja efektiivinen annos oli matalampi kuin Branchinin ym. (2017) tutkimuksessa. Suurimman eron annoksiin tuo luultavasti ero laitteiden tekniikan välillä. Branchinin ym. (2017) tutkimuksessa käytettiin kuvalevyjä, kun taas Lawin ym. tutkimuksessa käytettiin taulukuvailmaisinta. Aikuisia kuvataan tyypillisesti AP-suunnassa, jolloin selkärangan ja detektorin etäisyys on pieni. Kuitenkin säteilyherkät elimet, kuten rinnat ja kilpirauhanen, saavat silloin suuremman säteilyannoksen. PA-suunta vähentäisi rintojen ja kilpirauhasen annosta.

Kirjallisuuskatsauksen tulokset yllättivät minut. Suurin yllätys oli EOS-laitte, koska ennen katsauksen tekoa en ollut edes kuullut kyseisestä laitteesta. EOS-laitteesta löytyy paljon uutta tutkimusta ja tietoa. Skolioosin kuvantamisen lisäksi sitä voidaan hyödyntää muun muassa pelvimetrian mittauksessa (Abdennebi, Aubry, Ounalli, Fayache, Delabrousse & Petegnief 2016) ja alaraajojen kuvantamisessa (Escott, Ravi, Weathermon, Acharya, Gordon, Babyn, Kelley, Narayanan 2013).

Tutkimusten hakuvaiheessa useita tutkimuksia karsiutui pois, koska ne käsittelivät lasten natiivikuvantamista. Lapsien skolioosiselän natiivikuvantamisesta on tehty kymmeniä hyviä tutkimuksia. Lasten natiivikuvantamisen optimointia pidetään tärkeämpänä kuin aikuisten kuvantamisen optimointia, koska lasten elimet ovat säteilylle herkempiä kuin aikuisten. Silti yllätyin siitä, kuinka vähän aikuisten skolioosiselän natiivikuvantamisesta löytyi tutkimuksia verrattuna lapsia koskeviin tutkimuksiin. Mielestäni aikuisten natiivikuvantamisen optimointi on tärkeää, koska myös aikuisiällä potilaita voidaan kuvata usein, esimerkiksi lapsuudessa alkanutta skolioosia voidaan seurata röntgenkuvilla aikuisiässäkin. Pienillä teoilla, kuten kuva-alueen tarkalla rajauksella ja sädesuojainten käytöllä voi olla vuosien varrella iso vaikutus.

Työni ulkopuolelle jääneissä lapsia käsittelevissä tutkimuksissa oli samansuuntaisia tuloksia kuin kirjallisuuskatsaukseeni päätyneissä tutkimuksissa. Myös lapsien skolioosikuvauksessa EOS-järjestelmälle kuvatut projektiot aiheuttivat pienempää säteilyannosta kuin taulukuvailmaisimelle kuvatut projektiot. Esimerkiksi Huin ym. (2016) tutkimuksessa EOS-laitteella kuvatessa pinta-alan ja annoksen tulo DAP oli 39.8 mGycm² kun taulukuvailmaisimelle kuvatessa se oli lähes kaksikymmentä kertaa suurempi, 609.5 mGycm².

Lasten skolioosin kuvantamisessa eräässä yliopistosairaalassa on käytäntö, että röntgenkuvasta lausunnon antava lääkäri merkkää kuvaan oliko kuvanlaatu riittävä, pitäisikö ensikerralla laadun olla hieman parempi vai olisiko laatua vielä varaa laskea. Röntgenhoitaja merkkää kuvaan käytetyt kuvausarvot. Mietin, että olisiko samanlaista käytäntöä mahdollista kokeilla myös aikuisten kuvantamisessa.

7.2 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta käsitellään yleensä validiteetin eli tutkimuksen pätevyyden ja reliabiliteetin eli tutkimuksen toistettavuuden käsittein. Luotettavuutta kohentaa tarkka selostus tutkimuksen toteuttamisesta kaikissa tutkimuksen vaiheissa. Tutkijan omat ennakoasenteet eivät saa vaikuttaa tutkimustuloksiin. (Hirsjärvi ym. 2007, 227; Tuomi & Sarajärvi 2009, 132.) Eettisesti hyvä tutkimus edellyttää, että tutkimuksenteossa noudatetaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Eettisesti hyvä tutkimus noudattaa tarkkuutta ja huolellisuutta tutkimustyössä, tulosten tallentamisessa ja esittämisessä sekä tulosten arvioinnissa. Tutkimuksessa tulee noudattaa kriteerien mukaisia ja eettisesti kestäviä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä ja toteuttaa avoimuutta tutkimuksen tuloksia julkaistaessa sekä ottaa huomioon muiden tutkijoiden työt ja saavutukset asianmukaisella tavalla ja kunnioittaen näiden töitä. Tutkimus tulee suunnitella, toteuttaa ja raportoida yksityiskohtaisesti ja tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten edellyttämällä tavalla. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 132-133; Hirsjärvi ym. 2007, 23-24.)

Luotettavuutta pyrin lisäämään asettamalla suunnitteluvaiheessa kirjallisuuskatsaukselleni selkeät sisäänotto- ja poissulkukriteerit, joiden perusteella valitsin kirjallisuuskatsaukseen sopivat tutkimukset. Tietokantojen valinta vaikutti luotettavuuteen, koska valitsin mukaan luotettavia ja kattavia tietokantoja. Luotettavuutta työlleni pyrin lisäämään kirjaamalla kaikki tekemäni työvaiheet riittävän tarkasti niin, että tutkimus olisi toistettavissa. Kirjallisuuskatsaukseni luotettavuutta heikensi se, että tein työni yksin, jolloin on mahdollista, että joitain tutkimuksia on jäänyt huomaamatta hakuvaiheessa. Luotettavuus kärsi myös siitä, että otin katsaukseeni mukaan vain ilmaiseksi saatavilla olevia tutkimuksia, jolloin on mahdollista, että hyviä tutkimuksia jäi katsauksen ulkopuolelle. Myös alkuperäistutkimusten rajaaminen suomen- ja englanninkielisiin tutkimuksiin heikensi luotettavuutta, koska hyviä tutkimuksia on voinut jäädä kielitaidon puutteen vuoksi katsauksen ulkopuolelle.

Tutkimus täytyy suorittaa hyvä tieteellinen käytännön edellyttämällä tavalla, jotta se olisi eettisesti hyväksyttävä ja luotettava. Eettisesti hyvä tutkimus noudattaa tiedeyhteisön tunnustamia toimintatapoja eli rehellisyyttä, huolellisuutta ja tarkkuutta tutkimustyössä ja tulosten tallentamisessa. Muiden tutkijoiden työn kunnioitus sekä asianmukaiset lähdeviittaukset kuuluvat myös hyvään tieteelliseen käytäntöön. Tarvittaessa tutkimuslupa tulee hankkia. (Tutkimuseettinen lautakunta 2012, 6.) Kirjallisuuskatsausta tehdessäni pyrin toimimaan eettisesti oikein kunnioittamalla käyttämiäni lähteitä merkitsemällä ne asianmukaisesti. Tutkimukselle ei tarvittu tutkimuslupaa eikä tutkimus käsitellyt yksityishenkilöitä tai heidän tietojan. Katsaukseen valitut julkaisut olivat vapaasti saatavilla, joten tutkimusaineiston hankinnassa ei ollut eettisiä ongelmia.

7.3 Omat oppimiskokemukset

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tekeminen on ollut haastava ja opettavainen kokemus. Kirjallisuuskatsauksen tekemisen aikana olen oppinut paljon muun muassa tiedonhausta, kirjallisuuskatsauksesta tutkimusmetodologiana sekä siihen kuuluvista työvaiheista. Prosessin aikana jouduin lukemaan ja tutkimaan paljon englanninkielistä materiaalia, joten englanninkielen taitoni kehittyi ja alan sanasto

tuli tutummaksi. Opin myös tutkimusten kriittistä tarkastelua. Uskon, että näistä taidoista on apua myöhemmin työelämässä, kun haluan etsiä omaan alaani liittyvää uutta tietoa.

Työn edetessä huomasin hyvin tehdyn suunnitelman tärkeyden. Vaikeimmaksi opinnäytetyöprosessin aikana koin suunnitelman tekemisen sekä aineiston analysoinnin ja ryhmittelyn. Olin ennen opinnäytetyön tekemistä käyttänyt tietokantoja tiedonhakuun jonkin verran, mutta niiden käyttöön sain paljon lisää varmuutta. Opinnäytetyön aikana opin myös armollisuutta itselleni, koska kaikki ei mene aina niin kuin alun perin suunnittelee. Opinnäytetyö ei toteutunut alkupe räisen aikataulun mukaisesti. Tein kesällä 2017 uuden aikataulutuksen, ja siinä pysyin hyvin.

7.4 Jatkotutkimushaasteet

Huomasin aineiston hakua tehdessäni, että tutkimusta lasten kuvantamisesta on saatavilla todella paljon, mutta aikuisten säteilyannosten ja sen optimoinnin tutkimisesta on huomattavasti vähemmän tietoa. Aikuisia skolioosipotilaita voidaan kuvata toistuvasti, joten myös heidän kuvantamisten optimointi on tärkeää. Mielestäni hyvä jatkotutkimus olisi esimerkiksi kuvanlaadun riittävyyteen liittyvä tutkimus, jossa tutkittaisiin, mikä kuvanlaatu olisi milläkin indikaatiolla selkärankaa kuvatessa riittävä. Näin joissain tilanteissa kuvanlaatua ja sitä myötä myös potilaan saamaa säteilyannosta voitaisiin laskea. Lasten skolioosin röntgenkuvantamisesta on tehty AMK-tasoinen opinnäytetyö, jossa on kerätty eri yliopistosairaaloiden käytäntöjä kuvata lasten skolioosiselkää. Mielestäni samanlainen tutkimus olisi hyvä suorittaa myös aikuisten skolioosiselän röntgenkuvantamiselle, jotta nähtäisiin, minkälaisia käytäntöjä aikuisten skolioosiselän natiivikuvantamisessa on käytössä ympäri suomea ja millaisiin säteilyannoksiin aikuisten skolioosiselän natiivikuvantamisessa on päästy.

LÄHTEET

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa käytetyt alkuperäistutkimukset on merkitty lähdeluetteloon tähdellä (*).

Abdennebi A., Aubry S., Ounalli L., Fayache M.S., Delabrousse E., Petegnief Y. 2016. Comparative dose levels between CT-scanner and slot-scanning device (EOS system) in pregnant women pelvimetry. *Physica Medica*. 33(2017), 77-86.

Anand M. Allam & Aloysia L. Schwabe 2013. Neuromuscular scoliosis. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*. 5(11), 957-963.

Amzallag-Bellenger E., Uyttenhove F., Nectoux E., Moraux A., Bigot J., Herbaux B. & Boutry N. 2014. Idiopathic scoliosis in children and adolescents: assessment with a biplanar X-ray device. *Insights imaging*, 5(5), 571-583.

*Branchini, M., del Vecchio, A., Gigliotti, C.R., Loria, A., Zerbi, A. & Calandrino R. 2017. Organ doses and lifetime attributable risk evaluations for scoliosis examinations of adolescent patients with the EOS imaging system. *La radiologia medica*. Nov. 21, 2017. Italian Society of Medical Radiology.

Cassar-Pullicino V. N. & Eisenstein S. M. 2002. Imaging of scoliosis: What, Why and How? *Clinical radiology*. 57 (7), 543-562.

*Dietrich, T.J., Pfirrmann, C.W.A., Schwab, A., Pankalla, K. & Buck, F.M. 2013. Comparison of radiation dose, workflow, patient comfort and financial break-even of standard digital radiography and a novel biplanar low-dose X-ray system for upright full-length lower limb and whole spine radiography. *Skeletal radiology*. 2013 Jul;42(7):959-67.

Escott B., Ravi B., Weathermon A., Acharya J., Gordon C., Babyn P., Kelley S., Narayanan U. 2013. EOS Low-Dose Radiography: A Reliable and Accurate Upright Assessment of Lower-Limb Lengths. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2013 Dec 4;95(23):e1831-7.

Fink, A. 2005. *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to the Paper*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.

Helasvuo, T. 2013. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011. *STUK-B* 161, 29.

Helenius, I. 2015. Skolioosi. Hakupäivä 24.6.2016 http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00836

Helenius, I. 2009. Kasvuikäisen selkäongelmien kirurginen hoito. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*. 125: 1168-75

- Helenius, I. & Pajulo, O. 2015. Vaikean skolioosin hoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 131(19):1785-91.
- Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Kustannusosakeyhtiö Tammi, 227.
- Hui S., Pialasse J-P., Wong J., Lam T., Ng B., Cheng J. & Chu W. 2016. Radiation dose of digital radiography (DR) versus micro-dose x-ray (EOS) on patients with adolescent idiopathic scoliosis: 2016 SOSORT-IRSSD "John Sevastic Award" Winner in Imaging Research. Scoliosis and Spinal Disorders 2016; 11: 46.
- Kerttula, L., Schlenzka, D. & Tallroth, K. 2004. Skolioosin kuvantaminen. Duodecim. 120 (19). 2:298-305.
- *Law, M., Ma, W-K., Lau, D., Chan, E., Yip, L. & Lam W. 2016. Cumulative radiation exposure and associated cancer risk estimates for scoliosis patients: Impact of repetitive full spine radiography. European Journal of Radiology. 2016 Mar;85(3):625-8.
- Niensted W. & Kallio S. 2004. Luut ja ytimet, ihmiselimestö lyhyesti. WSOY, 33-35.
- Pirinen Markku. 2008. Säteilysuojelun perusasiat: oikeutus, optimointi, vastuut, pätevyudet ja täydennyskoulutus. Sädeturvapäivät.
- Salminen A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasa: Vaasan yliopisto. Vaasan yliopiston julkaisuja.
- Stolt M. Axelin A. & Suhonen R. 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turku: Turun yliopisto. Hoitotieteen julkaisuja.
- Säteilytoiminnan turvallisuus, ST-ohje 1.1. Hakupäivä 8.2.2017. <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/lain-saadanto/saannosto/ST1-1>
- Säteilyturvakeskus 2017, Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten tavanomaisissa röntgentutkimuksissa, päätös 11/3020/2017. Hakupäivä 17.10.2017. <http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/uutiskirjeet-sateilyn-kayttajille/terveydenhuollon-proinfo-uutiskirje-1-2017/aikuisten-tavanomaisten-rontgentutkimusten-vertailutasot-paivitetty>
- Suutari J. 2016. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät Suomessa vuonna 2015. STUK-B 207. Helsinki, 3.
- Tapiovaara M. STUK-C3. 2004. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2004. Säteilyturvakeskus. Helsinki, 32-36.
- Tapiovaara, M. Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Säteily- ja ydinturvallisuus-kirjasarja. Säteilyturvakeskus. 13-171.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisältöanalyysi. Jyväskylä: Kustannusosakeyhtiö Tammi, 123.

Tutkimuseettinen lautakunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsittelyminen Suomessa. Helsinki.

Vierimaa, H. & Laurila, M. 2011. Keho, anatomia ja fysiologia. Helsinki: WSOYpro Oy.

Yrjönen, T. 2006. Kasvuikäisen selän ryhtivirheitä aiheuttavien sairauksien konservatiivinen hoito. Suomen Ortopedia ja Traumatologia. 1(29), 82-84.

LIITE 1. TUTKIMUSARTIKKELIEN KESKEINEN SISÄLTÖ

Tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tarkoitus	Säteilyannokset	Tutkimustulokset
Organ doses and lifetime attributable risk evaluations for scoliosis examinations of adolescent patients with the EOS imaging system	Arvioida elinten annoksia EOS-kuvantamisjärjestelmässä ja CR-kuvantamisessa suoritetuissa skolioositutkimuksissa. Fantomitutkimus, annokset mitattiin 60kpl:lla TLD-mittareita.	Efektiiivisen annoksen määrittäminen kuvalevykuvauksessa ja EOS-kuvantamisessa AP ja LAT projektioidissa. Annokset määritettiin TLD-mittareilla.	Kaikkien kuva-alueelle tulleiden elinten annokset olivat suuremmat kuvalevykuvantamisessa kuin EOS-kuvantamisessa. Efektiiivinen annos oli kuvalevyllä kuvatessa kaksinkertainen EOSiin verrattuna (0.87mSv vs. 0.43mSv).
Cumulative radiation exposure and associated cancer risk estimates for scoliosis patients: Impact of repetitive full spine radiography	Arvioida kumulatiivinen efektiiivinen annos skolioosipotilaille, jotka käyvät toistuvissa skolioosin röntgenkuuvissa.	Efektiiivinen annos PCXMC-ohjelmalla ja IRCP-103 painotuskertoimien avulla.	Yhden kuvauskerran (PA+LAT) efektiiivisesti annokseksi tuli potilaan iästä riippuen 0.57-0.66 mSv.
Comparison of radiation dose, workflow, patient comfort and financial break-even of standard digital radiography and a novel biplanar low-dose X-ray system for upright full-length lower limb and whole spine radiography	Verrata säteilyannosta, työnkulkua, potilaan mukavuutta ja taloudellista kannattavuutta suoradiigitaalisessa taulukuvailmaisissa kuvantamisessa ja EOS-kuvantamisessa. Tutkimuksessa oli 47 digitaalista skolioosiselän kuvausta ja 134 EOS-kuvantamista.	AP ja LAT projektioiden annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) määrittäminen skolioosin kuvantamisessa suoradiigitaalisella kuvantamisella ja EOS-kuvantamisella.	Annoksen ja pinta-alan tulo oli merkittävästi matalampi EOS-laitteella kuvatessa kuin suoradiigitaalisella röntgenkuvauksella (EOS: 158.4 cGy*cm ² vs. DR: 392.2 cGy*cm ²).

LIITE 2. HAKUPROSESSIN KUVAUS: MELINDA

Käytetty hakulauseke: skolioosi? OR ryhti? OR ryhdin? OR selkä? AND Kaikki sanat= kuvantami? OR röntgen? OR radiologi? OR radiografi?

Rajaukset: 2007-2017. Haku suoritettiin 9.11.2017

Hakutuloksia saatiin 34 kappaletta. **Otsikon** perusteella suljettiin pois yhteensä 30 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittele skolioosin kuvantamista (15), käsittelee lapsia (1), eläinlääketiede (3), koskee eri modaliteettia (10), kieli muu kuin suomi tai englanti (1). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin 4 artikkelia. Hylkäämisen syy oli molemmissa tapauksissa ei käsittele skolioosin kuvantamista. **Koteksti** luettiin kahdesta artikkelista, joista molemmat hylättiin. Kummassakaan ei käsitelty skolioosin kuvantamista. Katsaukseen ei hyväksytty yhtään artikkelia.

LIITE 3. HAKUPROSESSIN KUVAUS: MEDIC

Käytetty hakulauseke: (skolioosi* selkärän* ryhti* ryhdin* scolio* "spinal curvatures" spine posture) AND (kuvantami* röntgen* radiolog* radiografi* imaging radiograph* "x-ray" "x-rays")

Rajaukset: 2007-2017, asiasanojen synonyymit käytössä. Haku suoritettiin 14.11.2017

Hakutuloksia saatiin 41 kappaletta. **Otsikon** perusteella suljettiin pois yhteensä 40 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittele skolioosin kuvantamista (38), käsittelee lapsia (2). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin 1 artikkeli. Hylkäämisen syy oli ei käsittele skolioosin kuvantamista. Katsaukseen ei hyväksytty yhtään artikkelia.

LIITE 4. HAKUPROSESSIN KUVAUS: ACADEMIC SEARCH ELITE

Käytetty hakulauseke: (SU "scoliosis" OR SU "spinal curvatures" OR SU "spine" OR SU "posture" OR "fullspine" OR "whole spine" OR scoliosis OR scoliotic OR "spinal curvature*") AND (SU "diagnostic imaging" OR SU "radiography+" OR radiolog* OR "x-ray*" OR radiograp* OR "diagnostic imaging") AND (SU "image enhancement+" OR SU "radiation dosage" OR SU "radiation safety" OR optima* OR "image quality" OR "radiation safety" OR "radiation dosage" OR "image enhancement" OR "radiation exposure" OR "radiation protection" OR "radiation dose*")

Rajaukset: 2007-2017, vertaisarvioidut (peer reviewed), asiasanat (SU). Haku suoritettiin 16.11.2017

Hakutuloksia saatiin 165 kappaletta. **Otsikon** perusteella suljettiin pois yhteensä 143 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei koske skolioosin kuvantamista (105), koskee lapsia (15), koskee eläimiä (1), koskee eri modaaliteettia (21), kieli muu kuin suomi tai englanti (1). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin 19 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei koske skolioosin kuvantamista (11), koskee lapsia (4), modaaliteetti väärä (1), ei saatavilla ilmaiseksi (3). **Kokoteksti** luettiin kolmesta artikkelista, joista kaksi hylättiin. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittele skolioosin kuvantamista (1), koskee lapsia (1). Yksi tutkimus hyväksyttiin mukaan katsaukseen.

LIITE 5. HAKUPROSESSIN KUVAUS: CINAHL

Käytetty hakulauseke: (MH "scoliosis" OR MH "spinal curvatures" OR MH "spine" OR MH "posture" OR "fullspine" OR "whole spine" OR scoliosis OR scoliotic OR "spinal curvature*") AND (MH "diagnostic imaging" OR MH "radiograhya*" OR radiolog* OR "x-ray*" OR radiograp* OR "diagnostic imaging") AND (MH "image enhancement*" OR MH "radiation dosage" OR MH "radiation safety" OR optima* OR "image quality" OR "radiation safety" OR "radiation dosage" OR "image enhancement" OR "radiation exposure" OR "radiation protection" OR "radiation dose*")

Rajaukset: 2007-2017, vertaisarvioidut (peer reviewed), Human, All Adult. Haku suoritettiin 21.11.2017

Hakutuloksia saatiin 108 kappaletta. **Otsikon** perusteella suljettiin pois yhteensä 100 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittele skolioosin kuvantamista (98), koskee eri modaliteettia (2). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin kuusi artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittele skolioosin kuvantamista (3), modaliteetti väärä (2), ei saatavilla ilmaiseksi (1). **Kokoteksti** luettiin kahdesta artikkelista, joista molemmat hylättiin. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittele skolioosin kuvantamista (1), on kirjallisuuskatsaus (1). Yhtään tutkimusta ei hyväksytty mukaan katsaukseen.

LIITE 6. HAKUPROSESSIN KUVAUS: PUBMED

Hakulauseke: ((((((scoliosis OR "spinal curvatures"[MeSH Terms])) OR (scoliosis[Title/Abstract] OR "spinal curvature"[Title/Abstract] OR "whole spine"[Title/Abstract] OR "spinal abnormality"[Title/Abstract] OR "full spine"[Title/Abstract] OR "spinal abnormalities"[Title/Abstract])) AND (((("diagnostic imaging" OR radiography OR radiology[MeSH Terms])) OR ("diagnostic imaging"[Title/Abstract] OR radiograph*[Title/Abstract] OR radiolog*[Title/Abstract] OR "x-ray"[Title/Abstract]))) AND (((("radiographic image enhancement" OR "image enhancement" OR "radiation dosage" OR "radiation protection" OR "radiation exposure"[MeSH Terms])) OR (optimizat*[Title/Abstract] OR "image quality"[Title/Abstract] OR enhancement[Title/Abstract] OR dosage[Title/Abstract] OR dose*[Title/Abstract] OR exposure[Title/Abstract] OR protection[Title/Abstract] OR safety[Title/Abstract])))

Rajaukset: 2007-2017, ikä: Adult +19, Full text, Humans. Haku suoritettiin 21.11.2017.

Hakutuloksia saatiin 182 kappaletta. **Otsikon** perusteella suljettiin pois yhteensä 159 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittele skolioosin kuvantamista (151), käsittelee lapsia (2), käsittelee eri modaliteettia (6). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin 16 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei koske skolioosin kuvantamista (5), modaliteetti väärä (3), ei saatavilla ilmaiseksi (8). **Kokoteksti** luettiin 7 artikkelista, joista hylättiin 5. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittele skolioosin kuvantamista (4), on kirjallisuuskatsaus (1). Kaksi tutkimusta hyväksyttiin mukaan kirjallisuuskatsaukseen.

LIITE 7. HAKUPROSESSIN KUVAUS: ELSEVIER SCIENCE DIRECT

Hakulauseke: tak(scoliosis OR "spinal curvature*" OR "spinal abnormalit*" OR "full spine" OR "whole spine" OR posture) AND tak(imaging OR radiograph* OR radiolog* OR "x-ray*") AND tak(optimizat* OR "image quality" OR enhancement OR exposure OR dosage OR dose OR safety OR protection).

Rajaukset: 2007-2017.

Hakutuloksia saatiin 163 kappaletta. **Otsikon** perusteella suljettiin pois yhteensä 145 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittelee skolioosin kuvantamista (104), käsittelee lapsia (18), eläinlääketiede (5), käsittelee eri modalityetteitä (12), kieli muu kuin suomi tai englanti (6). **Tiivistelmän** perusteella karsittiin 13 artikkelia. Hylkäämisen syitä olivat: ei koske skolioosin kuvantamista (6), käsittelee lapsia (2), ei saatavilla ilmaiseksi (5). **Kokoteksti** luettiin 5 artikkelista, joista 4 hylättiin. Hylkäämisen syitä olivat: ei käsittele skolioosin kuvantamista (2), käsittelee lapsia (2). Yksi tutkimus hyväksyttiin mukaan kirjallisuuskatsaukseen.