



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

NATIIVIRÖNTGENTUTKIMUKSET RASKAUDEN AIKANA

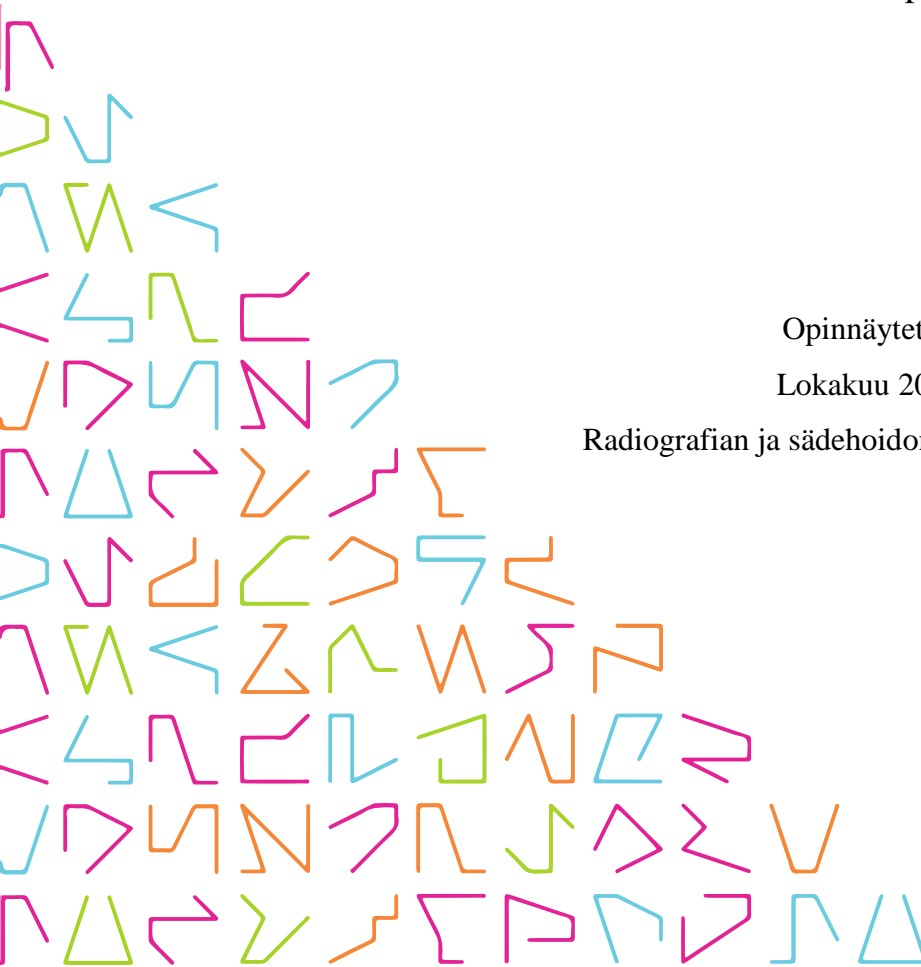
Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Katri Juppi

Opinnäytetyö

Lokakuu 2015

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

JUPPI, KATRI:
Natiiviröntgentutkimukset raskauden aikana
Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö 40 sivua
Lokakuu 2015

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota tietoa natiiviröntgentutkimuksista raskauden aikana. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata kirjallisuuskatsauksen avulla, mitä natiiviröntgentutkimuksia raskauden aikana voidaan tehdä, mitä tutkimuksia tehtäessä tulee huomioida ja miten säteily vaikuttaa sikiöön. Opinnäytetyö toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena.

Tämän opinnäytetyön tulosten mukaan röntgentutkimuksista sikiölle aiheutuvat riskit tulisi minimoida harkitsemalla tutkimukset tarkkaan ja optimoimalla säteilyannokset. Erityisesti lantion ja alavatsan röntgentutkimuksia tulisi välttää. Turhia röntgentutkimuksia ei tulisi tehdä raskauden aikana tai mahdollisuuksien mukaan siirtää ne tehtäväksi synnytyksen jälkeen. Tosin tekemättä jätetty röntgentutkimus voi myös olla suurempi riskitekijä kuin tutkimuksesta sikiölle aiheutuva säteilyannos.

Ionisoiva säteily voi aiheuttaa sikiölle erilaisia haittavaikutuksia. Haittavaikutukset riippuvat siitä, missä kehitysvaiheessa sikiö on. Yleensä natiiviröntgentutkimusten aiheuttama sikiön säteilyannos jää alle 0,05 Gy ja tällöin riskiä sikiön poikkeavuuksia ei tiettävästi esiinny.

Sikiön saamaan säteilyannokseen vaikuttavat monet tekijät. Esimerkiksi lyijysuojalla ja kuvausprojektoiden valinnalla on mahdollista vähentää sikiön saamaa säteilyannosta. Sikiön säteilyaltistuksen ja lapsuusiän syövän välisestä yhteydestä löytyi ristiriitaista tietoa.

Jatkotutkimusaiheena opinnäytetyön tekijä esittää raskaana olevan naisen kuvauskäytäntöjen ja sikiön saamien säteilyannosten vertailua Suomessa ja ulkomailla. Lisäksi sikiön säteilyaltistuksen ja syövän välinen yhteys kaipaisi syvällisempää perehtymistä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiotherapy

JUPPI, KATRI:

Plain Film Imaging During Pregnancy
Systematic Literary Review

Bachelor's thesis 40 pages
October 2015

The objective of this study was to gather data about plain film imaging during pregnancy. The data were gathered by the means of literature which disclosed what plain film images can be done during pregnancy, what needs to be considered during imaging and what effects the radiation has on fetus. The study was conducted as a systematic literature review.

The risks of plain film imaging on fetus should be minimized by careful consideration of scans and by optimizing the radiation doses according to this study. Plain film images of pelvis and lower abdomen area should especially be avoided. Unnecessary plain film images during pregnancy should be avoided all together or be done after birth when possible. However, imaging left undone can be a greater risk factor than the resultant radiation on fetus.

Ionizing radiation can cause different injurious effects on fetus which are depended on the developmental stage of the fetus. Usually the radiation dosage of plain film imaging on fetus is below 0,05 Gy. Presumably, there is no occurrence of abnormalities of the fetus.

There are many factors affecting the radiation dosage on fetus. For instance, with protective covering (lead) and patient positioning it is possible to lower the dosage of radiation on the fetus. Contradictory data was found about the correlation between the exposure of the fetus on radiation and childhood cancer.

In this thesis, the conventions of plain film imaging of pregnant women and the radiation dosages on the fetus compared between those in Finland and abroad, are suggested as areas for further research. Furthermore, the link between radiation exposure of the fetus and cancer requires more profound attention.

Key words: plain film imaging, pregnancy, fetus, radiation

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 RÖNTGENSÄTEILY JA HAITTAVAIKUTUKSET	7
3 SOLU JA IONISOIVA SÄTEILY	9
3.1 Solu.....	9
3.2 Säteilyn aiheuttama vaurio solussa.....	9
4 RASKAUS JA SIKIÖ	12
4.1 Sikiön kehityksen vaiheet ja ionisoiva säteily.....	12
4.2 Syövän kehittyminen	13
4.3 Natiiviröntgentutkimukset raskauden aikana	15
5 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA	
TUTKIMUSKYSYMYKSET	18
6 SYSTEMAATTISEN KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTUS	19
6.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	19
6.2 Aineiston keruu ja valintakriteerit	19
6.3 Aineiston analyysi	26
7 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET.....	28
7.1 Raskauden aikana tehtävät natiiviröntgentutkimukset	28
7.2 Huomioitavat asiat raskaana olevan naisen natiiviröntgentutkimuksissa .	28
7.3 Säteilyn vaikutukset sikiöön.....	30
8 POHDINTA	33
8.1 Tulosten tarkastelu	33
8.2 Eettisyys ja luotettavuus	35
8.3 Jatkotutkimus ja kehittäminen	36
LÄHTEET	37

1 JOHDANTO

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiationin eli UNSCEAR:n raportin mukaan maailmanlaajuisesti tehdään vuosittain noin 3,6 miljardia diagnostista röntgentutkimusta. Näistä aiheutuva kokonaisannos henkilöä kohden on luokkaa 0,6 mSv, josta noin 1% on hammasröntgentutkimuksista aiheutunutta säteilyannosta. (Merimaa 2009, 82-83.) Suomessa röntgentutkimusten vuosittainen määrä on noin 3,6 miljoonaa, joista tavanomaisten natiiviröntgentutkimusten osuus on 89%. Sen lisäksi turvallisuusluvan ulkopuolisia hammasröntgentutkimuksia tehdään arviolta noin 2,5 miljoonaa tutkimusta vuosittain. (Helasvuo 2013, 10-11.)

Tavallisin yksittäinen natiiviröntgentutkimus on keuhkojen natiiviröntgen eli thorax. Sen lisäksi polven, käden ja sormien natiiviröntgentutkimuksia tehdään kokonaistutkimusmäärään nähden eniten. (Helasvuo 2013, 10-11.) Suomalaisen saama säteilyannos on keskimäärin 3,7 mSv vuodessa. Tästä lääketieteellisten röntgentutkimusten osuus on noin 15% eli 0,5 mSv. (STUK 2009, 2-3.)

Sukukypsässä olevan naisen mahdollinen raskaus tulee varmistaa ennen natiiviröntgentutkimusta. Jos mahdollista, raskaana olevan naisen röntgentutkimus tulisi siirtää tehtäväksi joko synnytyksen jälkeen tai ainakin raskauden loppupuoliskolle tai vaihtoehtoisesti suosia tutkimusmenetelmiä, joissa ei käytetä ionisoivaa säteilyä. Aina tämä ei ole kuitenkaan mahdollista, koska joskus tutkimuksen tekemättä jättämisellä voi olla haitallisempia seurauksia kuin tutkimuksesta aiheutuvalla säteilyannoksella. Tällöin natiiviröntgentutkimus tulee tehdä niin, että sikiön saama säteilyannos jää mahdollisimman pieneksi. (Paile 2002, 138.)

Natiiviröntgentutkimuksen suorittavan röntgenhoitajan tulee olla tietoinen säteilyn sikiölle aiheuttamista mahdollisista haittavaikutuksista, säteilysuojelukäytännöistä sekä hyvistä toimintatavoista, jotta tutkimus voidaan suorittaa mahdollisimman turvallisesti ja näin ollen pitää sikiön säteilyannos niin pienenä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. (Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu... 2006, 8-9.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on koota tietoa natiiviröntgentutkimuksista raskauden aikana. Tarkoituksena on kuvata systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla, mitä natiiviröntgentutkimuksia raskauden aikana voidaan tehdä, millä perusteella ja miten säteily vaikuttaa sikiöön.

2 RÖNTGENSÄTEILY JA HAITTAVAIKUTUKSET

Röntgensäteily on ionisoivaa sähkömagneettista säteilyä, sitä ei voi suoraan havaita aistein. Röntgensäteily tuotetaan röntgenputkessa, joka on tyhjiöputki ja siinä on lämpöä kestävä anodi ja hehkukatodi vastakkaisissa päissä. Niiden välille kytketään jännite, jonka vaikutuksesta katodilta irtoavat elektronit syöksyvät kohti anodia ja törmäävät siihen. Elektronien törmätessä anodiin niiden energiasta muuttuu 95 % lämmöksi ja muu energia vapautuu röntgensäteilynä. (Sandberg & Paltemaa 2002, 44; STUK 2005, 3-4.)

Ionisoiva säteily on suurienergistä säteilyä, joka pystyy aiheuttamaan muutoksia atomin sisällä irrottamalla elektroneja tai rikkomalla aineen molekyyliä. Se koostuu suurienergisistä fotoneista tai hiukkasista, jotka pystyvät rikkomaan solun perimäkoodia kantavan DNA-ketjun. Ionisoiva säteily syntyy säteilyä tuottavasta laitteesta kuten röntgenlaitteesta tai radioaktiivisesta aineesta. (STUK 2005, 3-4; STUK 2009, 2.)

Ionisoivan säteilyn haittavaikutukset voidaan jakaa kahteen ryhmään: stokastisiin ja deterministisiin haittavaikutuksiin. Stokastiset eli satunnaiset haittavaikutukset johtuvat yhden solun satunnaisesta geneettisestä muutoksesta. Deterministiset eli suorat haittavaikutukset johtuvat laajasta solutuhosta. Niiden välillä on suuria periaatteellisia ja useita tärkeitä eroja. (Paile 2002, 44.)

Stokastinen haittavaikutus voi syntyä miten pienestä altistuksesta tahansa ja sillä ei ole kynnyksarvoa. Säteilyannos ei vaikuta haitta-asteeseen, ainoastaan todennäköisyys haitan saamiseksi kasvaa kokonaisannoksen kasvaessa. Haitat ilmenevät vasta useita vuosia altistuksen jälkeen. Stokastisen haitan riskiin ei vaikuta merkittävästi annosnopeus, kumulatiivinen annos elinaikana määrää kokonaisriskin. Kumulatiivinen annos kasvaa jokaisen röntgenkuvauksen myötä, tosin mitättömän vähän. (Paile 2002, 44-45; Paile, Mustonen, Salomaa & Voutilainen 1996, 27.)

Deterministinen haittavaikutus syntyy tarpeeksi suuresta kerta-annoksesta, joka ylittää haittavaikutuksella asetetun kynnyksarvon. Syntyvä haitta on varma jos kynnyksarvo ylittyy. Jos kynnyksarvo säteilyaltistuksessa ei ylity, ei haittaa synny ollenkaan.

Kynnysarvo ei juurikaan vaihtele yksilöiden välillä. Kun annos kasvaa, kasvaa myös haittavaikutuksetkin. Deterministisistä haittavaikutuksista yleisin on ihovaurio. Muita mahdollisia haittavaikutuksia kynnysarvon ylittyessä on mm. sädepneumoniitti, säteilytauti, luuydin- ja suolistovauriot sekä harmaakahi. Raskaana olevan naisen saadessa kynnysarvon ylittävän säteilyannoksen, haittavaikutuksena sikiölle on sikiövauriot. (Paile 2002, 44-46; Paile ym. 1996, 26.)

3 SOLU JA IONISOIVA SÄTEILY

3.1 Solu

Ihmiskehossa on noin 60 biljoonaa solua. Ihmisen jokaisessa solussa on sama perimä, joka koostuu emäspareista. Perimä rakentuu perintötekijöistä eli geeneistä, jotka sijaitsevat kromosomeissa solujen tumissa. Geenit ovat emäsjaksoja DNA-molekyyleissä ja ne ohjaavat solujen rakennetta ja toimintaa. Solut lisääntyvät jakautumalla. Solujen jakautuminen on kiihvainta uudistuvissa kudoksissa kuten luuytimessä, ihossa ja suolen limakalvoilla. DNA koostuu nukleotideistä, jotka ovat pieniä rakenneyksiköitä. DNA:ssa on nukleotidien muodostamat kaksi pitkää sokerifosfaattijuostetta, jotka liittyvät toisiinsa emäsparisäännön mukaisesti ja asettuvat toisiinsa nähden vastakkain. (Kiuru 2002, 12-16.)

3.2 Säteilyn aiheuttama vaurio solussa

Pienikin altistus ionisoivalle säteilylle voi aiheuttaa muutoksen solun perimässä ja myöhemmin johtaa jälkeläisten geneettiseen haittaan tai syövän syntyyn (STUK 2005, 3-4; STUK 2009, 2-3). Röntgensäteilyn biologiset haittavaikutukset aiheutuvat ionisoivan säteilyn aiheuttamista fysikaalisista tapahtumista ja niistä muodostuvista kemiallisista reaktioista. Atomeihin osuessaan säteily virittää niitä ja aiheuttaa ionisaatiota, joka vaurioittaa soluja ja niiden DNA-molekyyleja. Hyvin pieni säteilyannos pystyy aiheuttamaan runsaasti ionisaatiota ja ionisaatio vaurioittaa solun makromolekyyleja lähes aina. Vaurion vakavuus ja pysyvyys riippuu siitä miten hyvin solu pystyy niitä korjaamaan. (Mustonen & Salo, 28-31.)

Ionisoiva säteily voi aiheuttaa monenlaisia vaurioita kaikkiin solun osiin. Yksi merkittävin haittavaikutus on solun perimän eli DNA:n vaurioituminen, jota pidetään pääasiallisena syynä kaikkiin säteilyn biologisiin haittavaikutuksiin. Näitä haittavaikutuksia ovat mutaatiot, solukuolema, periytyvät haitat sekä karsinogeneesi eli syövän synty. Ionisoivan säteilyn vauriot soluissa jakautuvat epätasaisesti ja syntyvät

sattumanvaraisesti. Kulkiessaan solun läpi ionisoiva säteily katkaisee useita molekyyllisidoksia. Valtaosalla näistä sidosten katkeamisista ei ole merkitystä solun toiminnalle. Vakava vaurio kuitenkin syntyy, jos vaurio tapahtuu kriittisessä kohdassa DNA-molekyyliä ja aiheuttaa molempien DNA-säikeiden katkeamisen. Vakavan vaurion tapahtuminen on todennäköisempää, jos säteilyn annostaso on yli 1 Gy. Vaurioiden määrä riippuu säteilyannoksen suuruuden lisäksi myös säteilylajista. Virheellisesti korjattu DNA-muutos monistuu solun jakautuessa ja tuottaa ajan kuluessa perimältään muuttuneen solukloonin. (Servomaa & Rytömaa 1997, 40-52.)

Ionisoivan säteilyn vaikutuksesta mikä tahansa DNA:n osa voi vaurioitua, mutta vain DNA:n emäksien lisäys, häviäminen tai muutos emäsjärjestyksessä aiheuttaa haittoja. Ionisoiva säteily aiheuttaa useita yhden DNA-säikeen katkoksia, jotka solu kuitenkin pystyy korjaamaan lähes aina, eivätkä ne aiheuta terveyshaittaa. Kahden DNA-säikeen katkokset voivat aiheuttaa rakenteellisia kromosomivaurioita. Ionisoivasta säteilystä johtuvat kromosomivauriot vaihtelevat sen mukaan missä solusyklin vaiheessa ne ovat syntyneet. DNA:n korjausmekanismien tarkoituksena on säilyttää DNA:n rakenne ja emäsjärjestys oikeana. DNA:n yhden säikeen korjaus onnistuu huomattavasti kahden säikeen korjausta helpommin. DNA-vaurioiden korjaus voi myös epäonnistua. Tällöin solu voi ohjautua apoptoosiin eli hallittuun solukuolemaan tai menettää jakautumiskykynsä, eikä näin ollen mitään terveyshaittaa synny. Jos vaurioitunut tai väärin korjautunut solu säilyy elinkykyisenä voi solun mutaation seurauksena olla syövän kehittyminen ja perinnöllinen haitta. (Servomaa & Rytömaa 1997, 40-52.)

Ionisoiva säteily aiheuttaa atomien ionisaatioita ja virittymistä. Virittyminen aiheuttaa lämpötilan nousua, mutta se on biologisesti merkityksetöntä. Ionisaatio taas aiheuttaa atomin varauksen. Jo pieni säteilyannos aiheuttaa runsaasti ionisaatioita, jotka vaurioittavat solun makromolekyylejä. Säteilylajista riippuen säteily voi olla suoraan tai epäsuorasti ionisoivaa. Varauksiset hiukkaset saavat aikaan useiden atomien ionisaatiota, joten ne ovat suoraan ionisoivia. Varauksettomat hiukkaset taas aiheuttavat sekundaarisäteilyä, joka aiheuttaa ionisaatiot, joten ne ovat epäsuorasti ionisoivia. Säteilyn biologisten vaikutusten laajuus riippuu säteilyn luonteenomaisesta energiansiirtokyvystä eli siitä energian määrästä, jonka ionisoiva hiukkanen luovuttaa aineeseen sen läpi kulkiessaan. Tätä määrää kuvataan LET-arvolla (linear energy

transfer). Tiheään ionisoiva säteily, jolla on suuri energiansiirtokyky, aiheuttaa paljon ionisaatioita. Harvaan ionisoiva säteily taas aiheuttaa vähemmän ionisaatioita kulkiessaan solun läpi. Harvaan ionisoiva säteily tosin kulkee kudoksessa yleensä tiheästi ionisoivaa säteilyä pidemmän matkan. Koska säteily jakautuu kudoksessa epätasaisesti, sen vaikutukset ovat yksittäisien solujen tasolla hyvin vaikeasti ennustettavissa. Vaikka annettu säteilyannos olisi hyvin pieni, voi yksittäinen solu saada silti vaarallisen suuren säteilyannoksen. Varsinkin tiheään ionisoiva säteily aiheuttaa solutasolla suuria eroja annoksissa. (Mustonen & Salo 2002, 28-30.)

4 RASKAUS JA SIKIÖ

4.1 Sikiön kehityksen vaiheet ja ionisoiva säteily

Sikiön kehittyminen hedelmöityksestä syntymään kestää noin 38 viikkoa. Sikiönkehitys jaetaan keskeisten kehitysvaiheiden perusteella blastogeneesiin, organogeneesiin ja fetogeneesiin. Blastogeneesi kestää hedelmöityksestä neljännen viikon loppuun. Tämän ajanjakson aikana solukko jakautuu nopeasti. Sikiö ei ole ensimmäisten viikkojen aikana kovinkaan herkkä ulkoisille tekijöille. Organogeneesi alkaa viikosta 4. ja loppuu viikkoon 9. Tämän aikana valtaosa elimistä erilaistuu. Fetogeneesi taas alkaa viikolla 9. ja kestää raskauden loppuun saakka. Fetogeneesin aikana sikiö kasvaa ja kypsyy nopeasti. (Sariola 2003, 154-159.)

Suurin osa epänormaaleista sikiöistä abortoituu blastogeneesin aikana. Kromosomipoikkeavuudet aiheuttavat tavallisimmin epämuodostumia ja sikiöaikaisen kuoleman. Kromosomipoikkeavista alkioista 99 % abortoituu ensimmäisillä viikoilla ennen kuin nainen edes huomaa olevansa raskaana. Perimän muutokset, ulkoiset tekijät ja äidin sairaudet voivat aiheuttaa sikiölle synnynnäisiä epämuodostumia. Noin 2-3 %:lla vastasyntyneistä todetaan merkittäviä epämuodostumia. Herkin jakso vakavien rakenteellisten epämuodostumien syntymiselle on organogeneesi, jolloin elimet kehittyvät. Fetogeneesin aikana sikiölle yleensä syntyy enää vain lieviä, lähinnä fysiologisia, häiriöitä. (Sariola 2003, 154-159.)

Jos alkio altistuu säteilylle ennen kuin se on kiinnittynyt kohdun seinämään, sen kehitys keskeytyy helposti. Tämä johtuu siitä, että säteilyllä on tappava vaikutus jakautuvissa soluissa. Tutkimusten mukaan ensimmäisillä raskausviikoilla säteily vaikuttaa alkioon niin, että raskaus keskeytyy ennen kuin sitä on edes todettu tai sikiön kehitys on jatkossa normaalia. Hyvin varhaisessa kehitysvaiheessa tapahtuva yhden solun mutaatio voisi periaatteessa johtaa kehityshäiriöön, mutta tällaista ei kuitenkaan koskaan ole voitu tutkimuksissa osoittaa. Kun sikiö kehittyy ja solujen kokonaismäärä kasvaa, ainoastaan useisiin soluihin vaikuttava häiriö tai solutuho voi haitata kehitystä. Tämä voi tapahtua jos kynnsarvo ylittyy eli säteilyannos ylittää tietyn vähimmäismäärän. Kynnsarvon

ylittyessä häiriön vaikeusaste kasvaa säteilyannoksen kasvaessa. (Paile 2002, 132-135; Paile ym. 1996, 55-58.)

Organogeneesin aikana erilaiset tekijät voivat aiheuttaa kehityshäiriöitä. Tässä vaiheessa sikiön kehitystä säteily vaurioittaa erityisesti kehittyvää keskushermostoa. Kaikissa tutkituissa tapauksissa säteily on aiheuttanut kehitysvamman lisäksi henkistä jälkeenjääneisyyttä, yleistä kasvuhäiriötä tai pienipäisyyttä. Näitä pidetäänkin tietynlaisina säteilyvamman merkkivaurioina. Jos säteilyaltistus on jäänyt alle yhden Gy:n, koskaan ei ole raportoitu muuta kehitysvammaa kuin yleistä kasvuhäiriötä tai hermostovauriota. (Paile 2002, 132-135; Paile ym. 1996, 55-58.)

Fetogeneesin eli sikiökauden aikana sikiö erityisesti kasvaa kooltaan. Viikkojen 10-17 aikana aivojen hermosolut jakautuvat vilkkaasti. Vaihe jolloin hermosolut jakautuvat, on altis säteilyn aiheuttamalle häiriölle. Tutkimusten mukaan alle 0,1 Gy:n säteilyannos voi tällöin aiheuttaa pienipäisyyttä ja älykkyyden alenemista. Yli 0,5 Gy:n annos taas aiheuttaa jo vakavaa henkistä jälkeenjääneisyyttä. (Paile 2002, 132-135; Paile ym. 1996, 55-58.)

Ulkoisia sikiönkehitystä häiritseviä tekijöitä kutsutaan teratogeneiksi, joita ovat mm. alkoholi, lääkeaineet ja ionisoiva säteily. Sellaisia teratogenejä jotka vaurioittavat geenejä, kuten säteily, kutsutaan mutageeneiksi. Ionisoiva säteily aiheuttaa erityisesti keskushermoston ja silmien kehityshäiriöitä (Niemi & Väänänen 1993, 42). Teratogeenit ovat sikiön epämuodostumien syynä noin 10 %:ssa kaikista tapauksista. Näistä fysikaalisia syitä, eli ionisoiva säteily, vammat ja kohdun epämuodostumat, on noin 1 %. (Sariola 2003, 159.)

4.2 Syövän kehittyminen

Solut altistuvat jatkuvasti fysikaalisille ja kemiallisille tekijöille, jotka aiheuttavat DNA-vaurioita. Muutokset DNA:ssa voivat käynnistää tapahtumaketjuja, joiden lopputuloksena solu kehittyy syöpäsoluksi. Altistuksen määrän kasvaessa myös syöpään

johtavien DNA-muutosten todennäköisyys lisääntyy. Lyhytaaltainen sähkömagneettinen säteily on yksi tunnetuista syövän riskitekijöistä. (Heino & Vuento 2014, 322)

Syövän synnyn kannalta keskeisintä on mutaatioiden syntyminen solussa. Säteilyn vaikutuksesta solu voi vaurioitua ja jos vaurion korjaaminen epäonnistuu, jää DNA-rakenteeseen virhe. Seuraavien vuosien ja vuosikymmenien aikana vaurioituneessa solussa tapahtuu muutoksia ja solu lisääntyy. Solussa tapahtuvia muutoksia ovat syöpää synnyttävien, toimintaa joko lisäävien tai vähentävien, kromosomi- tai geenimutaatioiden ilmaantuminen sekä etenevästi lisääntyvä yleinen perimän epävakaisuus. Tämän seurauksena solu muuttuu pahanlaatuiseksi eli syöpäsoluksi. Syöpäsoluihin kasautuu uusia muutoksia, pahanlaatuisuuden aste kasvaa, kasvain kehittyy ja leviää sekä etäpesäkkeitä voi syntyä. (Mustonen, Salomaa & Kiuru 2002, 66-67.)

Kohdunsisäinen säteilyaltistus voi aiheuttaa sikiölle stokastista haittaa. Satunnainen geneettinen muutos sikiön solussa voi aiheuttaa syöpää normaalia todennäköisemmin. Raskaudenaikaisen säteilyaltistuksen aiheuttaman syövän riski lapsuusiässä on arviolta noin 6 prosenttia sieverttiä kohden. Lapsuudenaikaisen syövän riski kasvaa kymmenen millisievertin annoksen jälkeen noin 30 prosenttia. Arviot perustuvat lasten syöpiin, jotka ovat ilmenneet raskaudenaikaisten röntgentutkimusten jälkeen. Lapsen syöpäriskin vuoksi raskaana olevan naisen vatsan ja lantion röntgentutkimuksia on vältettävä koko raskauden ajan. (Paile 2002, 137; STUK 2009, 9-11.)

On todettu, että alle 0,1 Gy:n sikiöannokset voivat lisätä yksilön riskiä sairastua syöpään. Tämän vuoksi sellaista natiiviröntgentutkimusta suunniteltaessa, jonka sikiöannos nousisi yli 0,001 Gy:n eli yli 1 mGy:n, sikiöannoksen arviointi olisi tarpeellista syöpäriskin selvittämiseksi. Alle kynnsarvon jäävien, satunnaisia haittavaikutuksia aiheuttavien säteilyannoksien ei ole kuitenkaan todettu poikkeavan lapsuudessa säteilylle altistuneen elinikäisestä riskistä, joka on noin 15 prosenttia yhden Gy:n säteilyaltistusta kohti. (Toroi & Kellaranta 2011, 4-6.)

4.3 Natiiviröntgentutkimukset raskauden aikana

Kehittyvä sikiö on herkkä säteilylle, koska sikiön solujen jakautuminen on vilkasta. Säteilyn vaikutus sikiöön riippuu raskauden vaiheesta, säteilyn annosnopeudesta sekä säteilyannoksesta. Mitään näyttöä kuitenkin ei ole siitä, että pieni säteilyannos voisi satunnaisesti aiheuttaa sikiölle huomattavia haittavaikutuksia tai vammoja. Röntgentutkimuksesta sikiölle aiheutuva säteilyaltistus onkin niin pieni, verrattuna esimerkiksi sädehoidosta aiheutuvaan annokseen, ettei se anna aihetta harkita raskauden keskeyttämistä sikiön mahdollisesti saamien haittavaikutuksien vuoksi. (Paile 2002, 132-138.)

Suomessa on vuodesta 1957 alkaen ollut säteilyn käyttö luvanvaraista. Sitä valvotaan standardien, kansainvälisten sopimusten ja suositusten perusteella laadittujen määräysten mukaan. (Pukkila 2004, 298.) International Commission on Radiological Protectionin eli ICRP:n (2007) perussuositusten mukaan säteilyn käytön tulee täyttää sille asetetut vaatimukset ja olla hyväksyttävää. Säteilylain (592/1991) tarkoituksena on rajoittaa ja ehkäistä säteilystä aiheutuvia terveydellisiä haittavaikutuksia. Ollakseen hyväksyttävää, säteilyaltistusta aiheuttavalla toiminnalla saavutettava hyöty on oltava suurempi kuin toiminnasta aiheutuva haitta. Toiminnan täytyy myös olla järjestetty siten, että siitä aiheutuva terveydelle haitallinen säteilyaltistus pidetään niin alhaisena kuin käytännöllisillä toimenpiteillä on mahdollista sekä yksilön säteilyaltistus ei ylitä asetuksella vahvistettavia enimmäisarvoja.

Säteilylain (27.3.1991/592) ja siihen perustuvan Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (10.5.2000/423) mukaan suunniteltaessa raskaana olevalle naiselle säteilylle altistavaa toimenpidettä on otettava huomioon sikiön riski saada vaurioita. Sikiön säteilyaltistus on pidettävä mahdollisimman pienenä ja sikiöön tulee suhtautua samoin kun väestön yksilöön. Väestön yksilön efektiivinen annos, eli terveydelle aiheutuva kokonaishaitta, ei vuoden aikana saa ylittää arvoa 1 mSv eli 0,001 Gy.

Röntgenhoitajan on omassa toiminnassaan kiinnitettävä huomiota säteilysuojeluun raskaana olevan potilaan kohdalla. Vaikka läheteessä tulee olla maininta mahdollisesta

raskaudesta, on tutkimuksen suorittaja kuitenkin vastuussa raskauden mahdollisuuden varmistamisesta. Epäselvissä tilanteissa raskaus on suljettava pois laboratoriokeihin. (Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu... 2006, 9.) Potilaan ollessa raskaana, on mietittävä voisiko tutkimuksen suorittaa jollakin toisella menetelmällä tai ainakin siirtää raskauden loppupuolelle tai tehtäväksi synnytyksen jälkeen. Jos tutkimus joudutaan tekemään, on sikiön säteilyannoksen jätävä mahdollisimman pieneksi. (Paile 2002, 138.)

Raskaana olevan potilaan vatsan ja lantion alueen röntgentutkimuksia tulisi välttää, elleivät ne ole välttämättömiä. Mikäli tutkimus kuitenkin katsotaan tarpeelliseksi tehdä, sikiön saama säteilyannos on minimoitava. Muut kuin vatsan tai lantion alueen röntgentutkimukset aiheuttavat sikiölle yleensä vain vähäistä säteilyaltistusta. (STUK 2014, 5)

Raskaudenaikaisten röntgentutkimusten annostasot on pidettävä niin alhaisina kuin käytännön toimenpitein on mahdollista kuitenkin niin, että kuvat ovat diagnostisesti riittäviä. Kuvauslaitteiden digitalisoituminen on omalta osaltaan pienentänyt säteilyannoksia, mutta sikiöannosta tulisi pyrkiä myös pienentämään ottamalla mahdollisimman vähän ja tarkoin valittuja kuvausprojektioita, rajaamalla säteilykeila huolellisesti ja optimoimalla kuvausparametrit. Tehokkain tapa suojata sikiötä on rajata kohtu säteilykeilan ulkopuolelle. Muuta kehonosaa kuin vatsan aluetta kuvattaessa, kohdistuu sikiöön vain sironnutta säteilyä ja säteilyannos jää alle 1 mGy. Tällöin sikiötä voidaan myös suojata asettamalla lyijyesiliina äidin vatsan päälle. (Toroi & Kelaranta 2011, 4-6.) Lyijyesiliina asetellaan välittömästi primaarikeilan viereen. Kunnollisella (0,5 mmPb) säteilysuojaimella voidaan suojata sikiö erittäin hyvin, kun kuvattava alue on joko palleatason yläpuolella tai polvien alapuolella. (Henner 2011.) Kuvaussuunnan valinnalla voi olla merkittävä vaikutus sikiön saamaan säteilyannokseen. Esimerkiksi kohdun annossäästö (55%) on huomattava mikäli lannerangan natiiviröntgentutkimus tehdään PA-projektiona. (Matikka, Parviainen & Asikainen 2014.)

Röntgentutkimuksesta sikiölle aiheutuneen säteilyannoksen arvioinnissa käytetään yleensä sikiöön keskimäärin absorboitunutta annosta. Tutkimusten mukaan suorien sikiövaurioiden kynnsarvoksi on arvioitu vähintään 0,1 Gy. Kynnsarvon alapuolella ei kohonnutta riskiä sikiövaurioihin ole todettu. Yksittäisessä röntgentutkimuksessa sikiön

annos jää aina alle kynnysarvon. Tavanomaisessa thorax-natiiviröntgentutkimuksessa keskimääräinen sikiön säteilyannos on alle 0,01 mGy, lannerangan natiiviröntgentutkimuksessa se on 2,4 mGy ja lantion natiiviröntgentutkimuksessa taas 25 mGy. (Toroi & Kellaranta 2011, 4-6.)

5 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tavoitteena on koota tietoa natiiviröntgentutkimuksista raskauden aikana.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla, mitä natiiviröntgentutkimuksia raskauden aikana voidaan tehdä, mitä tulee ottaa huomioon tutkimuksia tehtäessä ja miten säteily vaikuttaa sikiöön.

Tutkimuskysymykset:

1. Mitä natiiviröntgentutkimuksia tehdään raskauden aikana?
2. Mitä tulee ottaa huomioon tehtäessä raskaana olevalle naiselle natiiviröntgentutkimuksia?
3. Miten säteily vaikuttaa sikiöön?

6 SYSTEMAATTISEN KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTUS

6.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tieteellinen tutkimusmenetelmä. Se kerää yhteen olemassa olevan tiedon rajatusta tutkimusaiheesta ja esittelee sen mahdollisimman kattavasti. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa pyritään tutkimuksen toistettavuuteen, virheettömyyteen ja luotettavuuteen. Katsauksen luotettava tekeminen vaatiikin vähintään kaksi tekijää. Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella pyritään vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Täsmällisten tutkimuskysymysten avulla aineiston hakua on mahdollista rajata riittävän kattavasti, että aiheen kannalta keskeisimmät asiat tulevat huomioitua. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 46-47.) Tutkimuskysymyksiä tulisi olla yhdestä kolmeen kappaletta. Tutkimuskysymysten asettelun jälkeen valitaan kirjallisuuskatsauksen teon menetelmät, kuten hakutermin sekä tietokantojen valinnat. Tietokantahaun lisäksi voi myös käyttää manuaalista tiedon hakua. (Johansson 2007, 5-6.)

Opinnäytetyön toteuttamismuodoksi valittiin systemaattinen kirjallisuuskatsaus, koska sen avulla aiheesta on mahdollista kerätä kattavasti tietoa ja esittää se yhtenä kokonaisuutena. Tutkimuskysymyksiä opinnäytetyöhön valittiin kolme kappaletta ja niiden avulla hakutuloksia saatiin rajattua tarkoituksenmukaiseksi. Suosituksesta poiketen opinnäytetyön on kirjoittanut yksi henkilö. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus pyrittiin tekemään virheettömästi ja luotettavasti, sekä niin, että prosessin voisi toistaa saaden yhteneväiset tulokset. Kirjallisuuskatsauksessa käytetty aineisto kerättiin sekä tietokannoista tehdyllä haulla, että manuaalisella haulla.

6.2 Aineiston keruu ja valintakriteerit

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku tapahtuu järjestelmällisesti ja on tarkasti määritelty sekä rajattu prosessi. Sen täytyy olla uudelleen toistettavissa. Kirjallisuuskatsaukseen valittu tieto tulee olla oleellista ja luotettavaa. Systemaattisen

kirjallisuuskatsauksen tekijän on tiedettävä mihin tarkoitukseen tietoa on etsimässä ja miten sekä mistä tarpeeksi luotettavaa tietoa on löydettävissä. Luotettavia tieteellisiä tiedonlähteitä ovat bibliografiset viitetietokannat. (Tähtinen 2007, 10-14.)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus perustuu tutkitun tiedon löytämiseen. Onnistunut tiedonhaku vaatii suunnitelmallisuutta eli systemaattista tiedonhakua. Systemaattisen tiedonhaun lähtökohtana on valittu aihe. Aiheelle määritellään sen sisältämät käsitteet, jotka muunnetaan hakusanoiksi. Hakusanojen valinta ja rajaus on tärkeä edellytys tarkoituksenmukaisen aineiston löytämiseen. Hakusanoilla suoritetaan haku valituista tietokannoista. Kontrolloidut tietokannat mahdollistavat tehokkaan tiedonhaun, koska niiden sisältämä tieto on määriteltyjen valintakriteereiden mukainen. Löytyneiden lähteiden laadukkuus ja luotettavuus arvioidaan ja lähteistä valitaan sopivimmat. (Elomaa & Mikkola 2004, 30–31.) Tutkimusten valintakriteereiden tulee olla johdonmukaisia ja ne tulee kuvata tarkasti. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta voi parantaa käyttämällä kirjastoalan asiantuntijan apua haun suorittamisessa. Systemaattisen haun antamat viitteet tulee käydä läpi ja valintakriteereiden mukaisesti otsikoiden, abstraktien ja koko tekstien perusteella valita lopullinen aineisto analysoitavaksi. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 48-51; Stolt & Routasalo 2007, 58-59.)

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineisto kerättiin viidestä sähköisestä tietokannasta. Näitä tietokantoja olivat Pubmed, Cinahl, Cochrane, Medic ja Melinda. Tietokantoja käytettiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun Nelli-portaalin kautta. Alustava haku suoritettiin ajalla 27.11-9.12.2014, jolloin informaation avustuksella kokeiltiin tietokantojen toimintaa sekä testattiin hakusanoja. Varsinainen haku toteutettiin ajalla 25.1-15.2.2015. Lisäksi 26.2.2015 tehtiin manuaalinen haku Radiografia lehden vuosikerroista 2004-2014. Hakusanoina tietokantahauissa on käytetty sikiö, säteily, kuvantaminen, pregnant, pregnancy, radiation, fetus ja diagnostic imaging. X-ray ja röntgen hakusanat karsittiin pois, koska niillä ei osumia tullut. Taulukossa 1. on esitetty käytetyt hakusanat ja tietokannat.

TAULUKKO 1. Hakusanat ja tietokannat

HAKUSANAT	TIETOKANNAT
säteily AND raskaus säteily AND sikiö kuvantaminen AND raskaus kuvantaminen AND sikiö radiation AND pregnancy radiation AND pregnant radiation AND fetus diagnostic imaging AND pregnancy diagnostic imaging AND pregnant diagnostic imaging AND fetus	Melinda Medic
radiation AND pregnancy radiation AND pregnant radiation AND fetus diagnostic imaging AND pregnancy diagnostic imaging AND pregnant diagnostic imaging AND fetus	Pubmed Cinahl Cochrane

Aineiston keruuseen asetettiin valintakriteerit, joiden mukaan hakua rajattiin. Aineiston tuli käsitellä sekä natiiviröntgentutkimuksia että raskautta, aineisto ei saanut olla yli kymmenen vuotta vanha (2004-2014), aineiston tuli olla joko englannin tai suomen kielinen, aineisto oli saatavana kokonaan ja maksutta sekä aineisto oli saatavana elektronisessa muodossa. Taulukossa 2. on esitetty käytetyt valintakriteerit.

TAULUKKO 2. Aineiston valintakriteerit

SISÄÄNOTTOKRITEERIT	POISSULKUKRITEERIT
Aineisto käsittelee sekä natiiviröntgentutkimuksia raskautta	Aineisto käsittelee jotakin muuta kuvantamistutkimusta
Aineisto vuosilta 2004-2014	Aineisto vuotta 2004 vanhempaa
Aineisto englannin tai suomenkielinen	Aineisto muun kuin englannin tai suomenkielinen
Aineistosta saatavana kokotekstiversio	Aineistosta saatavana vain tiivistelmä
Aineisto saatavana maksutta	Aineisto maksullinen
Aineisto saatavana elektronisessa muodossa verkossa	Aineisto saatavana paperiversiona tai vain erikseen tilattavana

Hakukriteerit täyttävä aineisto käytiin aluksi läpi otsikon perusteella, sitten tiivistelmän perusteella ja lopuksi luettiin läpi koko teksti. Näin aineistosta on saatu karsittua pois sellaiset artikkelit, jotka eivät vastaa tutkimuskysymyksiin. Aineistosta on myös karsittu samoja artikkeleita, jotka ovat esiintyneet hakutuloksissa useampaan kertaan. Taulukossa 3. on esitetty hakutulokset.

TAULUKKO 3. Hakutulokset

HAKUTULOKSET	
Pubmed	431
Cinahl	96
Cochrane	31
Medic	42
Melinda	6
Yhteensä	606
OTSIKON PERUSTEELLA VALITUT ARTIKKELIT	
Pubmed	97
Cinahl	12
Cochrane	5
Medic	2
Melinda	1
Yhteensä	117
ABSTRAKTIN PERUSTEELLA VALITUT ARTIKKELIT	
Pubmed	19
Cinahl	10
Cochrane	3
Medic	2
Melinda	1
Yhteensä	35
KOKO TEKSTIN PERUSTEELLA VALITUT ARTIKKELIT	
Pubmed	10
Cinahl	5
Cochrane	2
Medic	1
Melinda	1
Manuaalinen haku	1
Yhteensä	20

Valittuja artikkeleita on yhteensä 20 kappaletta. Näistä varsinaisia artikkeleita on 10 kappaletta, tutkimuksia 8 kappaletta, kirjallisuuskatsauksia yksi kappale ja väitöskirjoja yksi kappale. Taulukossa 4. on esitetty valittu aineisto.

TAULUKKO 4. Valittu aineisto

TEKIJÄT JA VUOSI	OTSIKKO	AINEISTO-TYYPPI
Chaparian, A. & Aghabagheri, M. 2013.	Fetal Radiation Doses and Subsequent Risks from X-ray Examinations: Should We Be Concerned?	Tutkimus
Daniels, J., Rowland, A., Longnecker, M., Crawford, P. & Golding, J. 2007.	Maternal Dental History, Child's Birth Outcome and Early Cognitive Development	Tutkimus
Goel, R., Olshan, A., Ross, J., Breslow, N. & Pollock, H. 2009.	Maternal Exposure to Medical Radiation and Wilms Tumor in the Offspring: A Report from the Children's Oncology Group	Tutkimus
Grufferman, S., Ruymann, F., Ognjanovic, S., Erhardt, E. & Maurer, H. 2009.	Prenatal X-ray Exposure and Rhabdomyosarcoma in Children: A Report From the Children's Oncology Group	Tutkimus
Hart, M. 2005.	Help! My Orthopaedic Patient is Pregnant!	Artikkeli
Henner, A. & Laulumaa, A. 2011.	Vauvan Säteilyaltistuksella Raskauden Aikana ja Syntymän Jälkeen Havaittiin Yhteys Lapsuusiän Syöpiin	Artikkeli

Karadaş, S., Gönüllü, H., Öncü, M., Kurdoğlu, Z. & Canbaz, Y. 2012.	Pregnancy and Trauma: Analysis of 139 Cases	Tutkimus
Kettunen, A. 2004.	Radiation Dose and Radiation Risk to Foetuses and Newborns During X-ray Examinations	Väitöskirja
Lyerly, A., Mitchell, L., Armstrong, E., Harris, L., Kukla, R., Kupperman, M. & Little, M. 2009.	Risk and the Pregnant Body	Artikkeli
Mortazavi, S., Shirazi, K. & Mortazavi, G. 2013.	The Study of the Effects of Ionizing and Non-ionizing Radiations on Birth Weight of Newborns to Exposed Mothers	Tutkimus
Osei, E. & Darko, J. 2012.	Foetal Radiation Dose and Risk from Diagnostic Radiology Procedures: A Multi-national Study	Tutkimus
Ratnapalan, S., Bentur, Y. & Koren, G. 2008.	Doctor, Will That X-ray Harm My Unborn Child?	Artikkeli
Rinta-Kiikka, I., Nyberg, R. & Laarne, P. 2012.	Raskaana Olevan Potilaan Kuvantaminen	Artikkeli
Schulze-Rath, R., Hammer, G. & Blettner, M. 2008.	Are Pre- or Postnatal Diagnostic X-rays a Risk Factor for Childhood Cancer	Kirjallisuuskatsaus

Shaw, P., Duncan, A., Vouyouka, A. & Ozsvath, K. 2011.	Radiation Exposure and Pregnancy	Artikkeli
Shetty, G., Comish, P., Weng, C., Matin, A. & Meistrich, M. 2012.	Radiation Exposure Induces Testicular Cancer in Genetically Susceptible Mice	Tutkimus
Sinclair, J. & Marzalik, P. 2009.	Suspected Appendicitis in the Pregnant Patient	Artikkeli
Ursprung, W., Howe, J., Yochum, T. & Kettner, N. 2006.	Plain Film Radiography, Pregnancy, and Therapeutic Abortion Revisited	Artikkeli
White, W., Klein, F. & Loughlin, K. 2006.	Urinary Stone Disease During Pregnancy: Evolving Management Strategies	Artikkeli
Williams, P. & Fletcher, S. 2010.	Health Effects of Prenatal Radiation Exposure	Artikkeli

6.3 Aineiston analyysi

Sisällönanalyysi on perusanalyysimenetelmä, joka voidaan liittää erilaisiin analyysikokonaisuuksiin. Sillä tarkoitetaan nähtyjen, kuultujen tai kirjoitettujen sisältöjen analyysia väljänä teoreettisena kehyksenä. Tutkimuksen aineisto kuvaa tutkittavaa ilmiötä ja analyysin tehtävänä on luoda selkeä kuvaus tästä ilmiöstä. Sisältöanalyysi tarkoittaakin kerätyn aineiston tiivistämistä, niin että tutkittavia asioita voidaan lyhyesti kuvailla. Sisältöanalyysillä voidaan tehdä havaintoja kerätystä aineistosta ja analysoida niitä systemaattisesti. Tutkimusaineistosta erotetaan samankaltaisuudet ja eroavaisuudet. Sisältöanalyysillä pyritään järjestämään aineisto selkeästi ja tuomaan hajanaisesta aineistosta esille oleellinen informaatio mielekkäästi ja yhtenäisesti. Aineiston analyysi

on tärkeää, että voidaan tehdä luotettavia johtopäätöksiä tutkittavasta ilmiöstä. (Latvala & Vanhanen-Nuutinen 2003, 23; Tuomi & Sarajärvi 2009, 91, 95, 108.)

Tässä opinnäytetyössä käytetyn analyysimallin mukaisesti tuodaan analysoitavasta aineistosta esiin tutkimuskysymysten näkökulmasta olennainen osa. Aineistosta pyritään löytämään merkitysten muodostamia kokonaisuuksia. Merkityskokonaisuudet löytyvät aineistosta samankaltaisuuden perusteella. Yhteneväiset merkitykset muodostavat näin ollen oman kokonaisuutensa. Analyysissä aineisto siis jaotellaan erillisiin merkityskokonaisuuksiin, jotka tuodaan yhteen ja niistä luodaan yhteneväinen kokonaisuus. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 101-102.) Tässä opinnäytetyössä pyrittiin kerronnallisesti yleistämään esitetyt asiat ja etsittiin vastauksia esitettyihin tutkimuskysymyksiin.

Opinnäytetyössä käytetty aineisto jaoteltiin tutkimuskysymysten mukaan. Tiedonhaun perusteella valitut lähteet luettiin läpi kahdesti ja aineisto pelkistettiin tekemällä lähteiden oleellisesta informaatiosta tiivistelmät. Tiivistelmistä poimittiin samankaltaisuudet ja niitä yhdistelemällä tulokset saatiin esitettyä selkeästi yhtenä kokonaisuutena.

7 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET

7.1 Raskauden aikana tehtävät natiiviröntgentutkimukset

Suurimmat sikiön säteilyannokset ja näin ollen suurin riski pienipäisyyteen ja lapsuusiän syöpään aiheutuvat vatsan AP-projektiosta, lantion AP-projektiosta ja lannerangan AP-projektiosta. Jos kuvaukset suoritetaan PA-projektioina, annos ja riski putoavat noin puoleen. Thoraxin, kallon, sinusten ja raajojen natiiviröntgenkuvauksista aiheutuvat lasketut sikiön annokset ovat alle 6 mGy, joten kirjallisuuden mukaan ne eivät aiheuta keskenmenoa, kasvun hidastumista, kehitysvammaisuutta, älykkyysosamäärän laskua tai epämuodostumia, joten niitä voidaan tehdä myös raskaana oleville naisille. (Chaparian & Aghabagherin 2013.) Muut kuin lantion, lonkan, lannerangan ja vatsan alueen natiiviröntgentutkimukset eivät aiheuta sikiölle mitattavaa säteilyaltistusta (Shaw ym 2011). Kettusen (2004) mukaan yleisimpiä raskaana oleville naisille tehtyjä röntgentutkimuksia ovat raajojen ja sinusten röntgentutkimukset. Sikiön saama säteilyannos raskauden aikana otetusta thorax-kuvasta on suunnilleen saman verran kuin mantereiden välisestä lennosta aiheutuva säteilyannos (Lyerly ym. 2009). Hart (2005) toteaa ettei yksi diagnostinen röntgentutkimus muodosta uhkaa sikiölle.

Raskaana olevan naisen alavatsaan tai lantioon kohdistuvia röntgentutkimuksia lukuun ottamatta kaikki muut röntgentutkimukset voidaan yleensä tehdä tavalliseen tapaan, kunhan normaalit suojaustoimet tehdään erityisen huolellisesti. Röntgentutkimus tehdään niin, että sikiön säteilyannos jää mahdollisimman pieneksi. Annosta vähennetään mm. rajoittamalla kuvien määrää. Kuvauksen aiheet harkitaan perusteellisesti ja sekä kuvausarvot että -alue optimoidaan hyvän sädehygienian periaatetta noudattaen. (Rinta-Kiikka, Nyberg & Laarne 2012.)

7.2 Huomioitavat asiat raskaana olevan naisen natiiviröntgentutkimuksissa

Sikiön suora altistuminen säteilylle tapahtuu, kun sikiö sijaitsee kuvauskentässä. Epäsuora altistuminen johtuu sirontasäteilystä äidin kudoksista. Sikiön annos riippuu

potilaan saamasta säteilyannoksesta ja etäisyydestä sikiön ja kuvausalueen välillä. Lyijysuojalla voi vähentää epäsuoraa altistumista, mutta sisäinen hajonta vaikuttaa sikiön saamaan säteilyannokseen. Lyijysuojilla sikiön säteilyannosta voidaan vähentää 50%. (Ratnapalan, Bentur & Koren 2008).

Sikiön säteilyannos tulisi arvioida ennen tutkimusta, koska näin voidaan arvioida natiiviröntgentutkimuksen riskejä sekä hyötyjä ja se voi auttaa suunnittelemaan tutkimuksia pienemmillä säteilyannoksilla (Chaparian & Aghahagheri 2013, Williams & Fletcher 2010). Kaikkien raskaana oleville naisille tehtävien radiologisten tutkimusten pitäisi olla kliinisesti perusteltuja sekä tarkasti harkittuja ja sikiön säteilyannos täytyisi pitää mahdollisimman pienenä. Jos mahdollista, tutkimukset tulisi siirtää tehtäväksi raskauden jälkeen. (Osei & Darko 2012, Ratnapalan, Bentur & Koren 2008.) Toisaalta, saamatta jäänyt tai viivästynyt diagnoosi on suurempi riski raskaana olevalle potilaalle kuin ionisoivasta säteilystä aiheutunut vaara (White, Klein & Loughlin 2006). Kaikki raskaanaolevat ovat oikeutettuja neuvontaan ennen säteilyaltistusta. Yksityiskohtainen selvitys tulee antaa, jos odotettu sikiön annos ylittää 0,01 Gy. Raskaana oleville naisille tehtävien kuvantamistutkimusten määrä kasvoi 121% vuodesta 1997 vuoteen 2006. Ultraääni- ja magneettitutkimusta vaihtoehtona on harkittava, jos tämä suinkin on mahdollista. (Williams & Fletcher 2010.) Lyerly, Mitchell, Armstrong, Harris, Kukla, Kupperman & Little (2009) sekä Williams & Fletcher (2010) mainitsevat lääkäreiden toisinaan yliarvioivan kuvantamistutkimusten ja sikiön säteilyaltistusten riskejä.

Raskaana olevien naisten lantion röntgentutkimusten määrä on varsin alhainen Suomessa verrattuna muissa maissa tehtäviin vastaaviin tutkimuksiin toteaa Kettunen (2004) väitöskirjassaan. Hänen mukaansa osa sairaaloista ei kuitenkaan dokumentoi raskaana olevien naisten röntgentutkimusten määrää. Käytännöt raskauden mahdollisuuden tarkastamiseen lantion alueen kuvantamistutkimuksissa naisten hedelmällisessä iässä Suomessa vaihtelevat suuresti eri paikkojen välillä. Lähettävän lääkärin tulisi sulkea raskauden mahdollisuus pois. Siitä ei ole käytäntöjä miten toimia, jos raskaana oleva nainen on altistunut ionisoivalle säteilylle.

7.3 Säteilyn vaikutukset sikiöön

Säteilyn mahdollisia haittavaikutuksia sikiölle ovat pieni pään koko, kehitysvammaisuus, keskenmeno, kasvun rajoittuminen, epämuodostumat, lapsuusajan syöpä ja älykkyydosamäärän lasku. Eri tekijät vaikuttavat sikiön säteilyannokseen: kuvattava kohde, röntgenputken jännite (kV), putkivirta (mAs), kokonaissuodatus, valotusaika, potilaan etäisyys ja exponointien lukumäärä. (Chaparian & Aghabagherin 2013.) Säteilyn vaikutukset sikiöön voivat olla stokastisia tai deterministisiä. Epidemiologiset tiedot ja eläinkokeet osoittavat, että yleisimmät deterministiset vaikutukset ovat kuolema, kehitysvammaisuus tai pienipäisyys. Stokastiset vaikutukset ovat yleensä pahanlaatuisen sairaus tai kuolema. (Ursprung, Howe, Yochum ja Kettner 2006.) Deterministisiä vaikutuksia ei voida osoittaa esiintyvän, jos säteilyannos on pienempi kuin 0,1 Gy:n kynnyksarvo (Osei & Darko 2012.)

Ionisoivan säteilyn vaikutus sikiöön riippuu sikiön kehitysvaiheesta (Ratnapalan, Bentur & Koren 2008). Altistuminen säteilyannokselle alle 0,05 Gy raskauden aikana ei ole osoitettu vaikuttavan sikiön terveyteen verrattuna sikiöihin jotka altistuvat vain taustasäteilylle (Hart 2005, Sinclair & Marzalik 2009). White, Klein & Loughlin (2006) mainitsevat sikiön säteilyaltistuksen kynnyksen synnynnäisten epämuodostumien syntymiseen vaihtelevan välillä 0,01-0,05 Gy. He tosin myöntävät tämän tason olevan kiistanalainen.

Ratnapalan ym. (2008) artikkelissa kerrotaan, että US National Council on Radiation Protectionin mukaan sikiön epämuodostumien vaara nousee yli taustasäteilyn vaikutusten säteilyannoksen noustessa yli 0,15 Gy. On arvioitu, että noin 85% henkilön elinikäisestä säteilyaltistumisesta tulevat luonnon lähteistä eli taustasäteilystä ja noin 15% on ihmisen aiheuttamaa. Valtaosa ihmisen aiheuttamasta säteilyannoksesta tulee diagnostisen radiologian laitteista (noin 97% CT-skannerit). Useimmat röntgentutkimukset aiheuttavat sikiölle alle 0,05 Gy säteilyannoksen. Sikiön annosta 0,1 Gy ei saavuteta edes 20 natiiviröntgentutkimuksella (Shaw, Duncan, Vouyouka & Ozsvath 2011).

Sikiö on kaikkein herkin säteilylle organogeneesin aikana (2-7 viikkoa hedelmöitymisen jälkeen) sekä sen jälkeen (8-15 viikon kuluttua hedelmöityksestä). Terveyshaittoja ei ole

havaittu missään raskauden vaiheessa, kun sikiön säteilyaltistus on alle 0,05 Gy. Syöpäriski on lisääntynyt riippumatta annoksesta. Preimplantaation eli blastogeneesin aikana, altistuminen säteilyannokselle yli 0,1 Gy liittyy keskenmenon riski ennen kuin raskaus on kunnolla ehtinyt edes alkaa. Jos alkio selviää, huomattavat terveysvaikutukset ovat epätodennäköisiä, riippumatta säteilyaltistuksesta. (Williams & Fletcher 2010.) Blastogeneesin aikana noin 50-70% raskauksista keskeytyy spontaanisti, yleensä syynä ovat kehityshäiriöt alkiossa. Koska tällöin normaalistikin raskauden keskeytymisen todennäköisyys on näin suuri, on säteilyn vaikutusta aiheuttavana tekijänä hyvin vaikea arvioida (Shaw ym. 2011).

Daniels, Rowland, Longnecker, Crawford & Golding (2007) totesivat tutkimuksessaan, että raskauden aikana otetut hammaskuvat saattavat liittyä lapsen alhaiseen syntymäpainoon, kun lapsi syntyy raskausviikolla 37 tai myöhemmin. Tutkimus keskittyi hammashoidossa otettujen hampaiden natiiviröntgenkuvien yhteyteen lapsen alhaisen syntymäpainon kanssa. Mortazavi, Shirazi & Mortazavi (2013) taas totesivat tutkimuksessaan, että vaikka on väitetty raskaana olevien naisten altistumisen hammaskuvauksille lisäävän riskiä lasten alhaiselle syntymäpainolle, ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkittävää eroa keskipainossa vastasyntyneillä, joiden äidit olivat altistuneet ionisoivalle säteilylle, kuten hampaiden röntgenkuvaukselle.

Sikiön altistumiseen säteilylle missä tahansa raskauden vaiheessa ja millä annoksella tahansa, liittyy lisääntynyt lapsuusiän syöpäriski, erityisesti leukemia (Williams & Fletcher 2010, Henner & Laulumaa 2011, White ym. 2006, Grufferman 2009). Sikiön saama 0,05 Gy säteilyannos voi johtaa lapsuusiän syövän riskin kaksinkertaistumiseen (Osei & Darko 2012). Shaw ym. (2011) toteavat useiden tutkioiden osoittaneen, että lapsuusiän syövällä ja sikiön saamalla vähintään 0,02 Gy:n säteilyannoksella olisi yhteys.

Ei ole löydetty mitään kynnysarvoa tai lineaarista yhteyttä sikiön säteilyaltistukselle ja syöpätaudin ilmenemiselle. Riski saada lapsuusiän leukemia sikiön altistuttua kuvantamistutkimuksesta aiheutuvalle ionisoivalle säteilylle on hyvin pieni ja yhteys sikiön säteilyaltistuksesta ja lapsuusiän leukemiasta erittäin kiistanalainen. (Lyerly ym. 2009, Ursprung ym. 2006.) Myös Schulze-Rath, Hammer ja Blettner (2008) ilmoittavat ettei ole mitään selkeää näyttöä lasten syöpäriskin lisääntymisestä matalan tason

kohdunsisäisen säteilyaltistuksen jälkeen. He eivät löytäneet kirjallisuuskatsauksessaan yhteyttä sikiön säteilyaltistuksesta johtuvaan leukemiaan, kasvaimiin tai non-hodgkin lymfoomaan. Karadaş, Gönüllü, Öncü, Kurdoğlu & Canbaz (2012) toteavat tutkimuksessaan, että on ristiriitaista tietoa siitä aiheuttaako pieni säteilyannos kohonneen riskin lapsuusiän leukemiaan. He ovat tulleet siihen tulokseen ettei alle 0,05 Gy:n säteilyannoksella ole yhteyttä lapsuusiän leukemiaan.

Wilmsin kasvain on yleisin pahanlaatuinen munuaisten kasvain lapsipotilailla. Sairastuneiden nuori ikä viittaa siihen, että kohdussa saatu säteilyaltistus voisi vaikuttaa kasvaimen ilmenemiseen. (Goel ym. 2009.) Kivesten kasvaimet taas ovat yleisimpiä pahanlaatuisia kasvaimia valkoihoisilla 15-40-vuotiailla miehillä. Niiden lukumäärä on kasvanut vuosittain noin 3%. Eläinkokeiden mukaan miespuolisen sikiön altistuminen säteilylle noin 5-6 viikkoisena saattaa lisätä riskiä sairastua kivessyöpään. (Shetty ym 2012.)

8 POHDINTA

8.1 Tulosten tarkastelu

Raskaana oleville naisille tehtävät röntgentutkimukset aiheuttavat usein ahdistusta ja epävarmuutta potilaissa, joten aineistossa nousikin esille tiedon antamisen tärkeys raskaana oleville potilaille. Potilaat ovat oikeutettuja saamaan tietoa ionisoivasta säteilystä sekä sikiölle mahdollisesti aiheutuvista haittavaikutuksista. Röntgentutkimuksista sikiölle aiheutuvat riskit tulisi minimoida harkitsemalla tutkimukset tarkkaan ja optimoimalla säteilyannokset. Erityisesti lantion ja alavatsan röntgentutkimuksia tulisi välttää. Sen sijaan thoraxin, sinusten, kallon ja raajojen natiiviröntgentutkimuksia voidaan tehdä turvallisesti raskaana oleville naisille. Kohdun alueen suojaus lyijysuojalla nostettiin esille tärkeänä seikkana. Turhia röntgentutkimuksia ei tulisi tehdä raskauden aikana tai mahdollisuuksien mukaan siirtää ne tehtäväksi synnytyksen jälkeen. Artikkeleissa tosin mainittiin, että tekemättä jätetty röntgentutkimus voi myös olla suurempi riskitekijä kuin tutkimuksesta aiheutuva säteilyannos.

Raskaana oleville naisille tehdyt röntgentutkimukset ovat yleistyneet. Tosin Suomessa tutkimusmäärät ovat maltillisempia kuin muualla maailmassa. Lähes kaikissa artikkeleissa painotettiin ensisijaisten tutkimusmenetelmien olevan joko ultraääni- tai magneettitutkimus. Muutamissa artikkeleissa mainittiin lääkäreiden liioittelevan sikiön säteilyaltistuksen riskejä. Eräässä artikkelissa nousi esille, että Suomessa käytännöt mahdollisen raskauden tarkastamisessa ja tutkimusten dokumentoinnissa eroavat eri sairaaloissa. Myös siinä löytyi puutteita, miten toimia, jos raskaana oleva nainen on altistunut ionisoivalle säteilylle.

Ionisoiva säteily voi aiheuttaa sikiölle erilaisia haittavaikutuksia. Yleisimpiä niistä ovat pieni pään koko, kehitysvammaisuus, keskenmeno, kasvun rajoittuminen, epämuodostumat, lapsuusajan syöpä ja älykkyysosamäärän lasku. Haittavaikutukset riippuvat siitä, missä kehitysvaiheessa sikiö on. Sikiö on kaikkein herkin säteilylle viidenteentoista raskausviikkoon saakka.

Useassa artikkeleissa painotettiin, että altistuminen säteilyannokselle, joka on alle 0,05 Gy, ei lisää riskiä sikiön poikkeavuuksille. Yleensä natiiviröntgentutkimusten aiheuttama sikiön säteilyannos jää alle tuon rajan. Muutamassa artikkelissa tosin mainittiin, että haitallisten vaikutusten sikiölle ilmenemisen kynnyksarvona pidetään 0,1 Gy. On arvioitu, että sikiön epämuodostumien vaara nousee yli taustasäteilyn vaikutusten säteilyannoksen noustessa yli 0,15 Gy. Artikkelista riippuen esitetyt arviot vaihtelivat hieman.

Aivan raskauden alkuvaiheessa, hedelmöittymisen jälkeen, sikiön altistuminen säteilylle voi aiheuttaa keskenmenon. Koska keskenmenon riski on tällöin muutenkin suurimmillaan, on säteilyn vaikutuksen arviointi vaikeaa. Erään artikkelin mukaan sikiön kuolema voisi aiheutua annoksella 0,05-0,1 Gy, toisessa artikkelissa taas mainitaan keskenmenon riskin lisääntyvän säteilyannoksen ylittäessä 0,1 Gy.

Sikiön saama säteilyannos riippuu potilaan saamasta säteilyannoksesta, sikiön etäisyydestä kuvattavaan kohteeseen, röntgenputken jännitteestä ja putkivirrasta, kokonaissuodatukselta, valotusajasta ja exponointien lukumäärästä. Lyijysuojalla on mahdollista vähentää sikiön saamaa säteilyannosta jopa puolella. Myös kuvausprojektiot vaikuttavat sikiön säteilyaltistuksen määrään. Raskaana olevan naisen kallon, kaulan, keuhkojen ja raajojen natiiviröntgentutkimukset aiheuttavat vain pienen säteilyannoksen sikiölle, kun taas vatsan, lantion ja lannerangan röntgentutkimuksista aiheutuu sikiölle suurempi säteilyannos. Näissäkin tutkimuksissa kuvaussuunnan vaihtaminen AP-projektioista PA-projektioon, tiputtaa sikiön saaman säteilyannoksen puoleen.

Hammaskuvauksen vaikutuksesta alhaiseen syntymäpainoon löytyi kaksi artikkelia, joiden tulokset ovat ristiriidassa keskenään. Toisen tutkimuksen mukaan raskauden aikana otetut hammaskuvat saattavat liittyä lapsen alhaiseen syntymäpainoon, kun taas toisessa tutkimuksessa todetaan ettei ole tilastollisesti merkittävää eroa vastasyntyneiden keskipainossa riippumatta siitä onko nainen altistunut raskaana ollessaan ionisoivalle säteilylle hampaiden röntgenkuvauksessa.

Sikiön säteilyaltistuksen ja lapsuusiän syövän välinen yhteys jakoi mielipiteitä. Myös näkemykset syövän riskiä nostavan säteilyaltistuksen suuruudesta vaihtelivat. Joissakin

artikkeleissa todettiin lapsuusiän syöpäriskin lisääntyvän sikiön altistuttua säteilylle missä tahansa raskauden vaiheessa säteilyannoksen suuruudesta riippumatta. Erityisesti leukemian riski nostettiin esille. Toisissa artikkeleissa taas todettiin ettei selkeää näyttöä riskin lisääntymisestä ole varsinkaan matalan tason säteilyaltistuksen jälkeen.

8.2 Eettisyys ja luotettavuus

Virheiden välttämiseksi tehdyn tutkimuksen luotettavuutta on arvioitava. Vaikka tutkimuksen osa-alueita voidaan arvioida erillisinä, on tutkimuksen oltava johdonmukainen kokonaisuus. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 140.) Jos tutkimuksen tekijä työskentelee yksin, hän saattaa tulla sokeaksi omalle tutkimukselleen ja vakuuttua virheellisesti omista johtapäätöksistään (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2009, 159). Tämän opinnäytetyön on tehnyt yksi henkilö. Se voi omalta osaltaan heikentää luotettavuutta, koska toista näkemystä työstä ei ole ollut käytettävissä. Virhepäätelmien mahdollisuutta lisäsi runsas englanninkielinen lähdemateriaali, jota käännettäessä on voinut syntyä tulkinnallisia erehdyksiä.

Tutkijan tulee kertoa riittävän selkeästi miten tutkimus on tehty. Tutkimuksesta tulee käydä ilmi tutkimuksen kohde ja tarkoitus. Se miten aineisto on koottu ja analysoitu täytyy työssä olla esiteltyinä, kuten myös tehdyt johtopäätökset ja tulokset. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 140-141). Opinnäytetyössä on pyritty avaamaan mahdollisimman selkeästi opinnäytetyön prosessi alusta loppuun saakka ja kertomaan yksinkertaisesti, mutta mahdollisimman tarkasti opinnäytetyön vaiheet kuten aineiston keruu ja analysointi.

Tutkimuksen tulokset vaikuttavat eettisiin valintoihin, kuin myös eettiset kannat vaikuttavat tutkijan tekemiin ratkaisuihin tieteellisessä työssään. Eettinen sitoutuneisuus ohjaa hyvää tutkimusta ja lisää tutkimuksen uskottavuutta. Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu toimia rehellisesti ja noudattaa yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta. Kuin myös toteuttaa tieteellisen tiedon luonteeseen kuuluvaa avoimuutta sekä kunnioittaa muiden tutkijoiden tekemää työtä ja antaa heidän saavutuksilleen niille kuuluvan arvon. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 125-133.) Tässä opinnäytetyössä on tarkkaan viitattu

käytettyihin lähteisiin ja vältetty esittämästä muiden havaintoja tai tuloksia ominaan. Tutkimus on toteutettu ja raportoitu rehellisesti sekä huolellisesti hyvien eettisten periaatteiden mukaisesti.

8.3 Jatkotutkimus ja kehittäminen

Jatkotutkimusaiheena opinnäytetyön tekijä esittää raskaana olevan naisen kuvauskäytäntöjen ja sikiön saamien säteilyannosten vertailua Suomessa ja ulkomailla. Tässä opinnäytetyössä käytetyt lähteet olivat muutamaa lukuunottamatta pääsääntöisesti ulkomaalaisia. Eroavaisuuksia eri maiden käytäntöjen väliltä varmasti löytyy, mutta tässä opinnäytetyössä niitä ei nostettu esille. Lisäksi sikiön säteilyaltistuksen ja syövän välinen yhteys kaipaisi syvällisempää perehtymistä.

LÄHTEET

- Chaparian, A. & Aghabagheri, M. 2013. Fetal Radiation Doses and Subsequent Risks from X-ray Examinations: Should We Be Concerned? *Iranian Journal of Reproductive Medicine* 11/2013, 899-904.
- Daniels, J., Rowland, A., Longnecker, M., Crawford, P. & Golding, J. 2007. Maternal Dental History, Child's Birth Outcome and Early Cognitive Development. *Paediatric Perinat Epidemiol* 5/2007, 448-457.
- Elomaa, L. & Mikkola, H. 2004. Näytön jäljillä – tiedonhaku näyttöön perustuvassa hoitotyössä. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 12. Turku: Turun kaupungin painatuspalvelut.
- Goel, R., Olshan, A., Ross, J., Breslow, N. & Pollock, H. 2009. Maternal Exposure to Medical Radiation and Wilms Tumor in the Offspring: A Report from the Children's Oncology Group. *Cancer Causes Control* 20/2009, 957-963.
- Grufferman, S., Ruymann, F., Ognjanovic, S., Erhardt, E. & Maurer, H. 2009. Prenatal X-ray Exposure and Rhabdomyosarcoma in Children: A Report from the Children's Oncology Group. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention: A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology* 18/2009, 1271.
- Hart, M. 2005. Help! My Orthopaedic Patient is Pregnant! *Orthopaedic Nursing* 24/2005, 108-16.
- Heino, J. & Vuento, M. 2014. Biokemian ja solubiologian perusteet. 3. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Helasvuo, T. (toim.). 2013. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011. STUK B-161. Helsinki.
- Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä. 2006. Suomen röntgenhoitajaliitto ry. 2. painos. Tampere: Hämeen offset-tiimi Oy.
- Henner, A. 2011. Säteilysuojainten käyttö raskauden aikana. Abstrakti. Sädeturvapäivät 3.-4.11.2011. Tampere.
- Henner, A. & Laulumaa, A. 2011. Vauvan säteilyaltistuksella raskauden aikana ja syntymän jälkeen havaittiin yhteys lapsuusiän syöpiin. *Radiografia*. 2/2011, 29.
- ICRP Publication 103. 2007. *Annals of the ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Great Britain: Elsevier.
- Johansson, K. 2007. Kirjallisuuskatsaukset – Huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L. (toim.) *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen*. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. A:51/2007, 3-9.

Karadaş, S., Gönüllü, H., Öncü, M., Kurdoğlu, Z. & Canbaz, Y. 2012. Pregnancy and Trauma: Analysis of 139 Cases. *Journal of the Turkish-German Gynecological Association* 13/2012, 118–122.

Kettunen, A. 2004. Radiation Dose and Radiation Risk to Foetuses and Newborns During X-ray Examinations. Oulun yliopisto. Hoitotieteen laitos. Väitöskirja.

Kiuru, A. 2002. Johdatus solubiologiaan – perimän rakenne ja toiminta. Teoksessa Paile, W. (toim.) *Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily ja ydinturvallisuus 4*. Hämeenlinna: Karisto Oy kirjapaino, 12-24.

Latvala, E. & Vanhanen-Nuutinen, L. 2003. Laadullisen hoitotieteellisen tutkimuksen perusprosessi: Sisällönanalyysi. Teoksessa Janhonen, S. & Nikkonen, M. (toim.) *Laadulliset tutkimusmenetelmät hoitotieteessä. 2. uudistettu painos*. Juva: WSOY, 21-43.

Lyerly, A., Mitchell, L., Armstrong, E., Harris, L., Kukla, R., Kupperman, M. & Little, M. 2009. Risk and the Pregnant Body. *Hastings Center Report* 39/2009, 34-42.

Matikka, H., Parviainen, M. & Asikainen, L. 2014. Lannerangan röntgenkuvauksen potilasannokset: AP- vai PA-projektio? Abstrakti. *Sädeturvapäivät 30.-31.10.2014*. Tampere.

Merimaa, K. 2009. Säteilyn lääketieteellisen käytön vaikutukset, UNSCEAR:n raportti. Abstrakti. *Sädeturvapäivät 05.-06.11.2009*. Tampere.

Mortazavi, S., Shirazi, K. & Mortazavi, G. 2013. The Study of the Effects of Ionizing and Non-ionizing Radiations on Birth Weight. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine* 4/2013, 213-217.

Mustonen, M. & Salo, A. 2002. Säteily ja solu. Teoksessa Paile, W. (toim.) *Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily ja ydinturvallisuus 4*. Hämeenlinna: Karisto Oy kirjapaino, 27-40.

Mustonen, R., Salomaa, S. & Kiuru, A. 2002. Säteily ja syövän synty. Teoksessa Paile, W. (toim.) *Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily ja ydinturvallisuus 4*. Hämeenlinna: Karisto Oy kirjapaino, 65-75.

Niemi, M. & Väänänen, K. 1993. *Ihmisyksilön kehitysbiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Osei, E. & Darko, J. 2012. Foetal Radiation Dose and Risk from Diagnostic Radiology Procedures: A Multinational Study. *International Scholarly Research Notices Radiology* 2013, article ID 318425.

Paile, W., Mustonen, R., Salomaa, S. & Voutilainen A. 1996. *Säteily & terveys*. Helsinki: Säteilyturvakeskus ja Oy Edita Ab.

Paile, W. 2002. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily ja ydinturvallisuus 4. Hämeenlinna: Karisto Oy kirjapaino, 43-46.

Paile, W. 2002. Säteily ja raskaus. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily ja ydinturvallisuus 4. Hämeenlinna: Karisto Oy kirjapaino, 132-139.

Pudas-Tähkä, S-M. & Axelin, A. 2007. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajaaminen, hakutermit ja abstraktien arviointi. Teoksessa Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L. (toim.) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. A:51/2007, 46-57.

Pukkila, O. 2004. Säteilytoiminnan säännökset. Teoksessa Pukkila, O. (toim.) Säteilyn käyttö. Säteily ja ydinturvallisuus 3. Hämeenlinna: Karisto Oy kirjapaino, 297-318.

Ratnapalan, S., Bentur, Y. & Koren, G. 2008. Doctor, Will that X-ray Harm My Unborn Child? Canadian Medical Association Journal 179/2008, 1293–1296.

Rinta-Kiikka, I., Nyberg, R. & Laarne, P. 2012. Raskaana olevan potilaan kuvantaminen. Lääkärilehti 10/2012, 782 – 788.

Sandberg, J. & Paltemaa, R. 2002. Ydin- ja säteilyfysiikan perusteet. Teoksessa Ikäheimonen, T. (toim.) Säteily ja sen havaitseminen. Hämeenlinna: Säteilyturvakeskus, 11-64.

Sariola, H. 2003. Sikiönkehitys ja sen häiriöt. Teoksessa Sariola, H., Frilander, M., Heino, T., Jernvall, J., Partanen, J., Sainio, K., Salminen M. & Thesleff, M. (toim.) Kehitysbiologia - Solusta yksilöksi. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 154-160.

Schulze-Rath, R., Hammer, G., & Blettner, M. 2008. Are Pre- or Postnatal Diagnostic X-rays a Risk Factor for Childhood Cancer. Radiation and Environmental Biophysics 47/2008, 301-312.

Servomaa, K. & Rytömaa, T. 1997. Säteilyvaikutusten molekyylibiologinen perusta. Teoksessa Lahtinen, T. & Holsti, L. (toim.) Kliininen säteilybiologia. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 40-52.

Shaw, P., Duncan, A., Vouyouka, A. & Ozsvath, K. 2011. Radiation Exposure and Pregnancy. Journal of Vascular Surgery. 53/2011, 28S-34S.

Shetty, G., Comish, P., Weng, C., Matin, A. & Meistrich, M. 2012. Radiation Exposure Induces Testicular Cancer in Genetically Susceptible Mice. Plos One 7/2012, e32064.

Sinclair, J. & Marzalik, P. 2009. Suspected Appendicitis in the Pregnant Patient. Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing 38/2009, 723-9.

Stolt, M. & Routasalo, P. 2007. Tutkimusartikkelien valinta ja käsittely. Teoksessa Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L. (toim.) Systemaattinen

kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. Sarja A:51/2007. Turku 2007. Digipaino-Turun yliopisto, 58-59.

STUK 2005. Ionisoiva säteily. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia.

STUK 2009. Säteilyn terveystvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia.

STUK 2014. Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. ST-ohje. 3.3. 8.12.2014.

Säteilylaki. 1991. 27.3.1991/592.

Toroi, P. & Kellaranta, A. 2011. Röntgentutkimus on pieni riski sikiölle. Alara 3/2011, 4-6.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 5. uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.

Tähtinen, H. 2007. Systemaattinen tiedonhaku hoitotieteen näkökulmasta. Teoksessa Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L. (toim.) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. Sarja A:51/2007. Turku 2007. Digipaino-Turun yliopisto, 10-45.

Ursprung, W., Howe, J., Yochum, T. & Kettner, N. 2006. Plain Film Radiography, Pregnancy and Therapeutic Abortion Revisited. Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics 29/2006, 83.

White, W., Klein, F. & Loughlin, K. 2006. Urinary Stone Disease During Pregnancy: Evolving Management Strategies. Contemporary Urology 18/2006, 34-6, 37, 41-3.

Williams, P. & Fletcher, S. 2010. Health Effects of Prenatal Radiation Exposure. American Family Physician 82/2010, 488-493.