



Kasper Heino ja Mikael Saloma

Säteilyn aiheuttama syöpäriski potilaalle tietokonetomografiassa

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja (AMK)

Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

12.04.2022

Tekijä	Kasper Heino, Mikael Saloma
Otsikko	Säteilyn aiheuttama syöpäriski potilaalle tietokonetomografiassa
Sivumäärä	21 sivua + 1 liite
Aika	12.04.2022
Tutkinto	Röntgenhoitaja (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Heli Patanen, lehtori Ulla Nikupaavo, lehtori
<p>Tietokonetomografia (TT) on yksi yleisimmistä kuvantamismenetelmistä. Tietokonetomografiakuvausten määrät ovat yleisellä tasolla jatkuvasti nousussa, joten on tärkeää tutkia tietokonetomografiakuvausten aiheuttamia haittoja. Tietokonetomografiassa käytetään ionisoivaa säteilyä, jolla on tutkimusten perusteella todettu aiheuttavan potilaalla lisääntyneitä riskejä sairastua syöpään elämän aikana. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää minkälaisia syöpäriskiä tietokonetomografiakuvaukset voivat aiheuttaa potilaalle, sekä miten tätä riskiä voisi pystyä minimoimaan esimerkiksi optimoinnin eri keinoin.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Viitekehys muodostettiin käyttämällä erilaisia artikkeleita, sekä kirjallisuutta. Opinnäytetyössä muodostettiin ensin tutkimuskysymykset, jonka jälkeen haettiin katsauksen aineisto kolmesta eri tietokannasta (PubMed, Science Direct ja Cinahl Complete). Kaikki haut rajattiin, ja hakukriteereinä olivat artikkelin julkaisuvuosi (2010-vuodesta eteenpäin), ilmaiset saatavilla olevat tutkimukset, sekä tutkimukset, jotka olivat englanninkielisiä. Lopulta aineistoon valikoitui kahdeksan tieteellistä tutkimusta, jotka käsittelivät ja vastasivat tutkimuskysymyksiin. Aineisto analysoitiin sisällönanalyysillä, jolla vastattiin tutkimuskysymyksiin.</p> <p>Tuloksista käy selväksi, että syöpäriski tietokonetomografiasta on olemassa, ja syöpäriski on sitä suurempi, mitä nuorempi potilas on. Syöpäriski on kuitenkin suhteellisen pieni, mutta syöpäriskiä lisäävät potilaan nuori ikä, potilaan saamat suuret sädeannokset (varsinkin lantion ja vatsan alueen tutkimukset), sekä potilaan saama jatkuva säteily, eli toisin sanoen useat eri kuvaukset, jotka lisäävät potilaan saamaa kumulatiivista sädeannosta.</p> <p>Syöpäriskiä voi myös tulosten perusteella vähentää, esimerkiksi arvioitamalla tarkkaan tutkimuksen hyödyt ja haitat varsinkin nuorella ihmisellä, ja pohtimalla vaihtoehtoja kuvantamismenetelmää. Säteilystä pitäisi pitää niin pienenä kuin mahdollista, käyttämällä esimerkiksi jokaisen potilaan kohdalla yksilöllistä kuvausohjelmaa. Täytyy myös huomioida kuvausalue, sekä kuvausparametrien oikeaoppinen käyttö.</p> <p>Tietokonetomografiasta aiheutuvaa syöpäriskiä on tutkittu suomeksi vähän ja kirjallisuutta löytyy heikosti suomenkielisenä. Tässä opinnäytetyössä on käytetty kuitenkin luotettavaa tietoa eri puolilla maailmaa tehdyistä tutkimuksista, joissa kuvataan potilaalle aiheutuvaa syöpäriskiä tietokonetomografiasta, ja sitä miten sitä pystyisi minimoimaan. Tutkimuksia on tehty tästä aiheesta paljon, ja tähän opinnäytetyöhön valitut artikkelit ovat tarkkaan läpi käytyjä ja luotettavia, ja ne vastaavat tutkimuskysymyksiin.</p>	
Avainsanat	Säteily, syöpä, syöpäriski, tietokonetomografia

Author	Kasper Heino, Mikael Salomaa
Title	Radiation-induced cancer risk to the patient in computed tomography
Number of Pages	21 pages + 1 appendice
Date	12.04.2022
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Radiography and Radiotherapy
Instructors	Heli Patanen, Senior Lecturer Ulla Nikupaavo, Senior Lecturer
<p>Computed tomography (CT) is one of the most common imaging methods. Computed tomography scans are generally increasing, so it is important to study the disadvantages of computed tomography scans. Computed tomography uses ionizing radiation, which has been shown in studies to increase the patient's risk of developing cancer during their lifetime. The purpose of the thesis was to find out what kind of cancer risk CT-scans can pose to a patient, and how this risk could be minimized by different means, for example optimizing the radiation dose.</p> <p>The thesis was carried out as a descriptive literature review. The frame of reference was formed using various articles, as well as the literature. In this thesis, research questions were first formed, after which the review material was retrieved from three different databases (PubMed, Science Direct and Cinahl Complete). All searches were restricted, and the search criteria were the year of published (from 2010 onwards), the free articles available and the articles that were in English. In the end, eight scientific studies were selected to the material, which addressed and answered the research questions. The material was analyzed by content analysis, which answered the research questions.</p> <p>The results show that there is a risk of cancer from computed tomography, and the younger the patient, the higher the risk of cancer. However, the risk of cancer is relatively low, but the risk is increased by the patient's young age, high doses received by the patient (especially pelvis and abdominal examinations), and continuous radiation received by the patient.</p> <p>The risk of cancer from computed tomography can also be reduced based on the results. The best option is that you must carefully evaluate the benefits and the drawbacks from CT-scans, especially when with a young-patient. Considering an alternative imaging method if possible is a good option. The radiation dose should be kept as low as possible, for example, using an individual imaging program for each patient. Scanning area and the correct use of the scanning parameters must also be considered.</p> <p>The risk of cancer caused by computed tomography has been little studied in Finland and there is little literature in Finnish. However, this thesis has used reliable data from studies around the world to describe the risk of cancer to a patient from computed tomography and how it could be minimized. A lot of research has been done with this topic, but the articles selected for this thesis have been carefully reviewed and they answer to the research questions.</p>	
Keywords	radiation, cancer, cancer risk, computed tomography

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tietokonetomografia ja säteily	1
2.1	Säteilyn optimointikeinot tietokonetomografiassa	4
2.2	Säteily ja syöpä	5
3	Tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset	5
4	Opinnäytetyön toteutus	6
4.1	Menetelmänä kuvaileva kirjallisuuskatsaus	6
4.2	Aineiston keruu	7
4.3	Tiedonhaku ja hakusanat	7
5	Tulokset	9
5.1	Syöpäriski kokonaisuudessaan	10
5.2	Syöpäriskiin vaikuttavat tekijät	13
5.3	Syöpäriskin vähentäminen	14
6	Pohdinta	15
6.1	Päätelmät	15
6.2	Eettisyys ja luotettavuus	16
6.3	Työprosessi ja ammatillinen kasvu	17
6.4	Tulosten hyödynnettävyys ja mahdolliset jatkotutkimusaiheet	17
	Lähteet	18
	Liitteet	
	Liite 1. Taulukko 5. Analyysirunko	

1 Johdanto

Tietokonetomografia on yksi yleisimmistä kuvantamismenetelmistä. Tietokonetomografia hyödyntää kuvauksessa ionisoivaa säteilyä, jolla on todettu olevan yhteys syöpään sairastumisen kanssa. Tietokonetomografiakuvausten määrät ovat olleet nousussa viimeiset vuosikymmenet ja määrät tulevat luultavasti kasvamaan edelleen tulevaisuudessa koko maailmassa. Haittavaikutusten minimointi on koko sosiaali- ja terveysalalla keskiössä tämän sekä edellä mainituiden syiden takia aihe on hyvin ajankohtainen ja tärkeä. (FDA, 2021.)

Tässä opinnäytetyössä käsitellään säteilyn aiheuttamaa syöpäriskiä potilaalle tietokonetomografiatutkimuksissa. Aihetta käsitellään kuvailevana kirjallisuuskatsauksena analysoiden ja vertaillen kahdeksaa eri tutkimusta ja tieteellistä artikkelia kyseisestä aiheesta. Tarkoituksena on aikaisempien tutkimusten avulla tutkia ja analysoida, kuinka iso syöpäriski potilaalle aiheutuu tietokonetomografiatutkimuksista, millainen syöpäriski mahdollisesti on, mitkä tekijät syöpäriskiin mahdollisesti vaikuttavat sekä miten syöpäriskiä voisi pyrkiä minimoimaan tulevaisuudessa esimerkiksi säteilyn optimoinnin sekä muiden eri keinojen avulla.

2 Tietokonetomografia ja säteily

Tietokonetomografia (TT, CT) on yksi yleisimmistä röntgentutkimuksista. Suomessa tehtiin vuonna 2018 yhteensä 556 870 TT-tutkimusta. Kokonaisuudessaan TT-tutkimusten osa röntgentutkimuksista oli 9,5 %. TT-tutkimusten määrät ovat koko ajan nousussa ja tutkimusten määrä kasvoi 27,6 % vuodesta 2015. (Ruonala, 2019.)

Tietokonetomografiassa otetaan poikkileikekuvia, joista saadaan eroteltua erilaisia anatomisia yksityiskohtia. Kuvatuista ohuista leikkeistä saadaan kuvauksen jälkeen koottua kolmiulotteisia kuvamalleja. TT-tutkimus soveltuu hyvin koko kehon eri alueiden tai eri elinten tutkimiseen, muun muassa pään, vartalon, raajojen ja kaulan alueen kuvauksiin. Tietokonetomografiaa voidaan myöskin käyttää apuna koepalojen ottamisessa tai muissa radiologisissa toimenpiteissä, joissa vaaditaan näköyhteyttä mitä ei muilla laitteilla saada aikaan. (TAYS, 2019.)

Tietokonetomografia on yksi tärkeimmistä syövän toteamiseen liittyvistä kuvantamismenetelmistä, mutta itse kuvaus tuottaa ionisoivaa säteilyä, joka lisää ihmisen riskiä sairastua syöpään elämänsä aikana. Riski on huomattavasti suurempi nuoremmilla ihmisillä, joten on tärkeää arvioida tarkkaan tietokonetomografian käyttöä kuvantamismenetelmänä, erityisesti nuorilla ihmisillä. (FDA, 2021.)

TT-tutkimuksista potilaaseen kohdistuva säteily on jopa 5–20 kertaa suurempi, kuin mitä tavallisessa natiiviröntgentutkimuksessa on. Esimerkiksi keuhkojen röntgenkuvauksessa tutkimuksesta koituva millisievert (mSv) lukema on 0,07, kun taas vatsan tietokonetomografiakuvauksessa vastaava luku on 7. (STUK, 2017.) Tietokonetomografiasta aiheutuva ionisoiva säteily onkin suurta, joten aiheesta on tehty jo pitkään paljon eri tutkimuksia eri puolilla maailmaa. Tutkimuksissa tutkitaan erityisesti säteilyn aiheuttamaa syöpäriskiä, jota tässäkin kirjallisuuskatsauksessa tullaan käymään läpi.

Tässä katsauksessa tullaan puhumaan paljon säteilyn eri yksiköistä, sillä niiden avulla tutkimuksissa kuvataan ja selitetään säteilyn aiheuttamaa syöpäriskiä tietokonetomografiakuvauksissa. Tärkeimpiä yksiköitä ovat sievert (Sv) ja gray (Gy).

Sievert (Sv) tai sen alayksikkö millisievert (mSv) ovat säteilyn yksiköitä, joilla kuvataan esimerkiksi efektiivistä annosta, eli säteilyn aiheuttamaa terveydellistä kokonaishaittaa. Efektiivinen annos lasketaan altistuneiden elinten ja kudosten ekvivalenttiannosten summana niin, että jokaisen kudoksen ja elimen säteilyherkkyys huomioidaan. Ekvivalenttiannos kuvaa säteilyn tietylle elimelle tai kudokselle aiheuttavaa terveydellistä kokonaishaittaa, jossa yksikkönä käytetään myös sievertiä (Sv) tai alayksikkönä millisievertiä (mSv). (STUK, 2019.)

Grayllä (Gy) tai sen yleisemmin käytetyllä alayksiköllä (mGy) tarkoitetaan absorboitunutta annosta ja sillä ilmaistaan kuinka paljon energiaa ionisoiva säteily luovuttaa sen kohdeaineeseensa (STUK, 2019).

Seuraavassa taulukossa avataan yleisempiä säteilyssä käytettäviä suureita sekä termejä.

Taulukko 1. Säteilysuureita ja terminologiaa (STUK, Sanasto, 2019.)

Termi	Selitys
Efektiivinen annos	Säteilyannossuure. Tällä kuvataan säteilyn aiheuttamaa kokonaishaittaa. Yksikkö on Sv (sievert)
Ekvivalentti annos	Säteilyannossuure. Tällä kuvataan tietylle elimelle tai kudokselle säteilyn aiheuttamaa haittaa. Yksikkö on sievert (Sv)
Gray (Gy)	Absorboituneen annoksen mittayksikkö. Yksiköllä ilmaistaan paljonko energia ionisoiva säteily luovuttaa kohdeyksikköön. Kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi milligray (mGy), joka on grayn tuhannesosa ja mikrogray (μ Gy), joka on grayn miljoonasosa.
Ionisoiva säteily	Tämä säteily tuottaa aineessa ioneja suoraan tai välillisesti. Ionisoiva säteily voi olla joko hiukkassäteilyä tai sähkömagneettista säteilyä.
Keskimääräinen annos	Koko väestö tai väestön osan yksilöä kohti laskettu annos tiettyinä määrinä aikana.
Oikeutusperiaate	Säteilysuojelun peruseriaate. Sen mukaan säteilylle altistava toiminta oikeutetaan vain, kun hyöty on suurempi kuin haitta.
Optimointiperiaate	Peruseriaate säteilysuojelussa. Säteilylle altistavassa toiminnassa säteilyn aiheuttama altistus on aina pidettävä niin pienenä kuin on suinkin mahdollista.
Sievert (Sv)	Säteilyannoksen yksikkö, jolla mitataan säteilyn aikaansaamaa terveydellistä haittaa. Kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi millisievert (mSv), joka on sievertin tuhannesosa ja mikrosievert (μ Sv) joka on sievertin miljoonasosa.
Tomografia	Kerroskuvaus. Röntgensäteilyä käyttävä kuvausmenetelmä, sillä saadaan kuva kohteen yhdestä tasosta kerrallaan.
Yksilönsuoja- periaate	Säteilysuojelun peruseriaate, sen mukaan säteilyaltistusta aiheuttavassa toiminnassa yksilön saama säteilyannos ei saa ylittää yksilön suojaamiseksi säädettyjä enimmäisarvoja eli annosrajoja. Annosrajat eivät kuitenkaan koske lääketieteellisistä tutkimuksista tai hoidoista potilaille aiheutuvia säteilyannoksia.

2.1 Säteilyn optimointikeinot tietokonetomografiassa

Tietokonetomografiasta koituvaa säteilyä pystytään myös optimoimaan monin eri keinoin. Tärkein yksittäinen optimointiperiaate on ALARA. ALARA (dose as low as reasonable achievable) tarkoittaa sitä, että säteilyaltistus on pidettävä aina niin pienenä, kuin käytännön toimin se on mahdollista. ALARA-optimointiperiaate pätee myös tietokonetomografiatutkimuksessa. TT-tutkimuksessa on tärkeää saada kuvanlaadultaan mahdollisimman diagnostinen kuva, kuitenkin samalla niin pienellä säteilyaltistuksella, kuin se on mahdollista. (Kube ym. 2018.)

Tietokonetomografiasta saatu säteilyannos on nykyaikana pienempi kuin ennen sekä tutkimus on turvallisempi, mutta silti se on merkittävin ja suurin lääketieteellistä säteilyä tuottava tutkimus. On tärkeää, että tietoa säteilyn optimointi- ja vähentämiskeinoista on olemassa ja että siitä tehdään jatkuvasti tutkimuksia. Erityisesti putkivirran valinnassa (automaattinen valotuksen säätö) sekä kuvantuotantomenetelmässä (iteratiivinen rekonstruktio) ja niiden hyödyntäminen on tärkeässä roolissa säteilyn optimoinnin kanssa. Myös putken potentiaalin valinnan optimointi osaltaan vähentää säteilyannosta. (Kube ym. 2018.)

Radiation Protection Dosimetryn tutkimuksessa 'Opportunities to Reduce CT Radiation Exposure, Experience Over 5 Years at the NIH Clinical Center' tutkimuksen pohjalta saatiin hyviä tuloksia ja työkaluja, joilla säteilyn määrää pystyttäisiin vähentämään. Yksi tärkeimmistä huomioista oli se, kuinka uudet laitteet, joissa on parempi teknologia, tuottivat paljon vähemmän säteilyä. Tähän syynä ovat tehokkaammat skannerit sekä kuvarekonstruktioparametrit, jotka hyödyntävät kaksoisenergiaa. Kaksoisenergia saattaa kuitenkin huonontaa kuvanlaatua, joten kommunikointi radiologin kanssa on tärkeää ennen tutkimusta. (Kovacs ym. 2017.)

Tärkeää olisi myös optimoida kuvaus mahdollisimman hyvin aina potilaiskohtaisesti. Tällä tarkoitetaan, että esimerkiksi kV (putkijännite) säädetään potilaan mukaan aina yksityiskohtaisesti. Lisäksi potilaan asennon tulisi olla optimaalinen. Tutkimuksessa korostettiin myös, kuinka pitäisi pohtia, onko aina järkevää kuvata tietyllä protokollaohjelmalla vai olisiko jokin yksityiskohtaisempi ohjelma parempi, jotta säteilyannos saataisiin mahdollisimman pieneksi. Säteilyannosten monitorointi ja jatkuva annosten seuranta on tärkeää säteilyn kanssa toimiville ammattilaisille. (Kovacs ym. 2017.)

Lähtökohtaisesti olisi myös tärkeää arvioida tarkkaan, voisiko jokin toinen kuvantamismenetelmä olla parempi vaihtoehto. Esimerkiksi magneettikuvantaminen, joka ei tuota säteilyä on hyvä vaihtoehtoinen kuvantamismenetelmä. (Kovacs ym. 2017.)

2.2 Säteily ja syöpä

Ionisoivassa säteilyssä tuotetaan tarpeeksi energiaa, jolla irrotetaan säteilyn kohteeksi joutuvan aineen atomeista elektroneja ja näin ollen rikotaan aineen molekyylejä. Röntgenlaitteet, kuten TT-laite tuottaa tämänkaltaista ionisoivaa säteilyä. Tietokonetomografialaitteesta aiheutuva ionisoiva säteily voi vahingoittaa solujen perimää. Täten säteilystä koituvat terveyshaitat liittyvät solun perimään eli DNA-molekyylin vaurioon. Säteilyn kautta solun perimään voi jäädä pysyvä muutos eli mutaatio. Jos mutaatioita kertyy useampi, niistä seurauksena voi olla syöpäkasvain. Kuitenkaan pienten säteilyannosten aiheuttamaa syöpäriskiä on hankala todeta väestössä, koska syöpä itsessään on niin yleinen tauti. (STUK, 2021.)

Säteilysuojelu on kuitenkin tärkeässä roolissa syövän estämiseksi. On mahdollista, että syöpä saa alkunsa yhdestä ainoasta eloon jäänestä altistuneesta solusta. Yleisesti ottaen siis väestön saama kokonaisannos säteilystä on tärkeämmässä roolissa säteilysuojelun kannalta, kuin yksilön saama annos, koska yksilön tasolla ei välttämättä voida ennustaa kuka saa syövän ja kuka ei. Yksilön riski saada syöpä säteilyannoksesta on kuitenkin lähtökohtaisesti pieni, vaikka säteilyannos itsessään olisikin suuri. Väestötasolla tämä voi olla kuitenkin suurempi riski, joten turhaa säteilyaltistusta tulisi välttää. (Mustonen – Salomaa – Kiuru 2002: 69–70.)

Jokaisella ihmisellä ja yksilöllä on joka tapauksessa erilainen sädeherkkyys. Eri yksilöillä samanlaista alkuperää olevien kasvainten herkkyys voi vaihdella yksilön mukaan. Esimerkiksi sädehoidon yhteydessä jotkin yksilöt saavat enemmän vaurioita normaali-kudokseen kuin toiset. (Mustonen ym. 2002: 69–70.)

3 Tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Työn tarkoituksena on tutkia ja kuvata säteilyn aiheuttamaa syöpäriskiä TT-kuvauksessa. Tarkoituksena on tutkia mahdollisimman uusia aineistoja ja tutkimuksia kysei-

sestä aiheesta, ja kerätä niistä tarpeeksi tietoa, jotta voidaan muodostaa mahdollisimman selkeä runko työlle. Tarkoitus on avata aineistojen ja aikaisempien tutkimusten avulla TT:n aiheuttamaa syöpäriskiä mahdollisimman selkeästi sekä lähdekriittisesti.

Tavoitteena tässä opinnäytetyössä on pyrkiä vastaamaan tutkimuskysymyksiin, eli tässä tapauksessa TT:n aiheuttamaan syöpäriskiin potilaalle sekä miten syöpäriskiä voisi pienentää, kuvata syöpäriskiä aikaisempien tutkimusten pohjalta tästä aiheesta mahdollisimman selkeästi, lähdekriittisesti ja tämän kautta mahdollisesti saada uusia näkökulmia, kun tarkastellaan lopuksi työn lopputulosta. Tämän opinnäytetyön myötä tarkoituksena on saada laaja-alaisesti tietoa TT:n aiheuttamasta syöpäriskistä potilaalle, mitkä tekijät syöpäriskiin voivat vaikuttaa sekä siitä, miten syöpäriskiä pystyisi mahdollisesti minimoimaan tulevaisuudessa. Tavoite on myös koostaa tieto mahdollisimman hyvin, kirjallisuuskatsauksena, ja sen myötä tavoite on, että tätä opinnäytetyötä voisi tulevaisuudessa käyttää hyödyksi radiografian alalla.

Tutkimuskysymykset tässä työssä ovat:

1. Miten syöpäriskiä tietokonetomografiatutkimuksesta kuvataan ja mitkä tekijät syöpäriskiin voivat vaikuttaa?
2. Miten syöpäriskiä voisi pienentää tietokonetomografiatutkimuksessa?

4 Opinnäytetyön toteutus

4.1 Menetelmänä kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa on neljä eri vaihetta, 1) muodostetaan tutkimuskysymys, 2) valitaan aineisto, 3) rakennetaan kuvailu ja 4) tarkastellaan tuotettua tulosta. On tärkeää jäsentää kuvailevan kirjallisuuskatsauksen eri vaiheet, jotta menetelmän luotettavuus kasvaa. (Kangasniemi & Utriainen ym. 2013: 294).

Keskeisin ja tärkein tekijä tutkimusprosessissa on tutkimuskysymyksen muodostaminen. Sen onnistumisen edellytyksenä on, että se on riittävän täsmällinen ja rajattu, jotta ilmiötä voidaan tutkia ja tarkastella monista eri näkökulmista. Aineiston valinnassa on tärkeää löytää mahdollisimman relevantti aineisto, jotta sillä voidaan vastata tarkasti

tutkimuskysymykseen. On tärkeää kiinnittää huomiota alkuperäistutkimuksen rooliin suhteessa tutkimuskysymykseen. Aineiston valinnan luotettavuus on myös tärkeä tuoda esille. Tavoitteena on luoda aineistojen välistä vertailua, aineistojen välistä analysointia sekä laajempien päätelmien tekemistä. Lopulta kuvaillaan laadullisesti, miten vastasimme tutkimuskysymykseen aineiston avulla. Laadullisessa kuvailussa koitetaan yhdistää ja analysoida tietoa mahdollisimman kriittisesti. Tämän jälkeen vielä tarkastellaan tuloksia. Siinä tarkastellaan tuotettua tekstiä pohtimalla sisältöä ja menetelmää sekä arvioidaan tutkimuksen etiikkaa ja luotettavuutta. (Kangasniemi ym. 2013: 291–301.)

4.2 Aineiston keruu

Aineistonkeruussa tässä kirjallisuuskatsauksessa käytettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijoiden käytössä olevista sähköisistä tietokannoista kolmea erilaista tietokantaa. Kyseiset tietokannat olivat PubMed, Cinahl Complete sekä Science Direct.

4.3 Tiedonhaku ja hakusanat

Tiedonhaussa valikoitiin hakusanoja liittyen tutkimuskysymyksiin. Aineistoon sopivaa materiaalia ei löydy suomeksi, joten päädyttiin hakemaan englanninkielisillä hakusanoilla englanninkielisiä tutkimuksia.

Hakulauseita muokattiin yhdistelemällä erilaisia termejä ja sanoja ja näin muodostettiin käytettävät hakulauseet. Tuotetuilla hakulauseilla etsittiin opinnäytetyöhön tarvittavat tieteelliset artikkelit ja tutkimukset.

Taulukko 2. Käytetyt hakusanat.

Hakusanat
computed tomography
cancer
cancer risk
radiation
reduce
optimization
decrease

Taulukko 3. Tiedonhaku­taulukko. Rajattu englanninkieliseksi, vuodesta 2010 eteenpäin, saatavilla olevat ilmaiset ja vertaisarvioidut artikkelit sekä tutkimukset.

Tietokanta	Hakusanat	Tulokset	Otsikon perusteella	Tiivistelmän perusteella	Valittu
PubMed	ct cancer risk NOT breast	278	20	15	5
ScienceDirect	Ct cancer risk AND radiation NOT breast	138	4	2	1
Cinahl	computed tomography AND optimization NOT breast	177	8	4	2

PubMedistä saatiin hakutulokseksi 278 artikkelia. Hakusanoina käytettiin CT cancer risk NOT breast. Otsikoiden mukaan valittiin jatkokoon 20 artikkelia. Seuraavaksi tarkasteltiin artikkelien tiivistelmiä, joiden perusteella karsittiin artikkeleita ja jäljelle jäi 15 artikkelia. Lopuksi tutkittiin artikkelien kokonaisuutta ja päädyttiin valitsemaan viisi (5) artikkelia PubMedista.

ScienceDirectista saatiin hakutulokseksi 138 hakusanaa vastaavaa artikkelia. Hakusanoina käytettiin CT cancer risk AND radiation NOT breast. Otsikoiden perusteella saatiin karsittua artikkelit neljään. Tiivistelmien perusteella valittiin siten kaksi (2) artikkelia ja niitä vertaamalla päädyttiin valitsemaan yksi (1) artikkeli analyysiin.

Cinahl Completesta osumaksi saatiin 177 hakutulosta. Hakusanoina käytettiin computed tomography AND optimization NOT breast. Otsikoiden avulla valittiin kahdeksan (8) artikkelia jatkokoon. Kyseisistä artikkeleista karsittiin jatkokoon neljä (4) artikkelia. Lopulta materiaaleiksi valikoitui kaksi (2) artikkelia.

Taulukko 4. Kirjallisuuskatsaukseen valikoitunut aineisto.

Tutkimus	Tietokanta
Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study	PubMed
Pediatric Computed Tomography and Associated Radiation Exposure and Estimated Cancer Risk	PubMed
Organ doses and cancer risk assessment in patients exposed to high doses from recurrent CT exams	ScienceDirect
Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians	PubMed
Patient-specific radiation dose and cancer risk for pediatric chest CT	PubMed
Radiation Exposure From Pediatric CT Scans and Subsequent Cancer Risk in the Netherlands	PubMed
Radiation Organ Dose Measurement and Cancer Risk Estimation in CT Examination on Trauma Patients	Cinahl
Cumulative radiation exposure and estimated lifetime cancer risk in multiple-injury adult patients undergoing repeated or multiple CTs.	Cinahl

5 Tulokset

Kerätystä aineistosta kaikista nousi esille se, miten tietokonetomografiasta tuleva ionisoiva säteily lisää potilaan riskiä sairastua syöpään elämän aikana. Aineistossa käytiin läpi myös eri kehonosien syöpäriskiä ja voidaan todeta, että syöpäriski ja sen suuruus riippuu myös siitä, mitä kehonosaa potilaalta tutkitaan. Syöpäriski on myös suurempi, mitä nuorempi tutkittava potilas on. Artikkeleista nousi esiin myös keinoja, miten syöpäriskiä voisi mahdollisesti pienentää tulevaisuudessa.

5.1 Syöpäriski kokonaisuudessaan

Syöpäriskiä kuvataan valitussa aineistossa monipuolisesti eri näkökulmista. Aineistoon valitut artikkelit eroavat toisistaan jonkin verran, mutta aineistoista saadaan esille kokonaiskuva siitä, minkälaista syöpäriski kokonaisuudessaan on, ja miten syöpäriskiin vaikuttavat monet eri tekijät. Monissa tutkimuksissa tutkittiin pelkästään pään aluetta, mutta jotkut tutkimukset tutkivat enemmän kokonaisuutta. Analyysiin valikoitui myös yksi tutkimus, jossa tutkittiin rintakehän TT-tutkimuksissa käyneitä potilaita ja siitä aiheutuva syöpäriskiä. Analyysiin valitut aineistot käsittelivät myös erilaisia kohderyhmiä. Kohderyhmiä olivat muun muassa lapsipotilaat, aikuispotilaat, monivammaiset potilaat sekä päivystyspotilaat.

Varmastikin tärkein huomio on se, kuinka korkeimmat efektiiviset annokset tulevat vatsan ja lantion alueen tutkimuksista (Miglioretti ym. 2013). Syöpäriski onkin merkittävästi korkeampi tämän kehonalueen TT-tutkimuksissa. Annokset olivat keskimäärin jopa yli 200 mGy, jonka myötä on todettu huomattava riski sairastua syöpään. (Zewde, ym. 2012.)

Katsauksessa monet artikkelit käsittelivät pään tietokonetomografiatutkimuksia. Pään TT-kuvaukset ovatkin yksi yleisimmistä tutkimuksista TT:ssä. Annokset ovat kuitenkin pään tai aivojen TT-tutkimuksissa keskimääräisin alhaisempia, kuin esimerkiksi lantion ja vatsan alueen tutkimuksissa, joten yksittäinen pään TT-kuvaus ei välttämättä lisää syöpäriskiä, mutta esimerkiksi 2–3 kuvausta ja niistä aiheutuva kumulatiivinen annos, joka ylittää 60 mGy, voi jopa kolminkertaistaa riskin saada aivokasvain. (Pearce ym. 2012.)

Lapsen mahdollisuutta sairastua leukemiaan tai saada aivokasvain tietokonetomografiatutkimuksesta kuvataan aineiston artikkeleissa ja kaikissa niistä todetaan, kuinka syöpäriski on olemassa. Syöpäriski on kuitenkin hyvin pieni ja tärkeintä on huomioida se, kuinka iso säteilyannos potilaaseen kohdistuu. (Meulepas ym. 2018; Pearce ym. 2012; Miglioretti ym. 2013.)

Lasten ja nuorten aikuisten yleisimmät radiogeeniset kasvaimet ovat leukemia ja erilaiset aivokasvaimet. Epidemiologiset tutkimukset ovat osoittaneet lasten TT-kuvauksiin liittyvän lisääntyneen syöpäriskin. Yhdessä tutkimuksessa löydettiin yhteys aivokasvainten riskiin säteilyannosten myötä. Leukemian lisääntymiseen ei kuitenkaan kyseisessä tutkimuksessa löydetty samanlaista yhteyttä, mitä esimerkiksi kahdessa muussa tutkimuksessa löydettiin. (Meulepas ym. 2018.)

Yleiseen väestöön verrattuna tutkimuksiin osallistuneilla lapsilla havaittiin suurempi aivokasvainten ilmaantuvuus. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että pään TT-kuvauksista saadut suhteellisen suuret aivoannokset (20–50 mGy) voivat lisätä aivokasvainriskiä, kun taas RBM-annokset, jotka ovat yleensä alle 10 mGy per TT ja usein alle 5 mGy, eivät johda havaittavaan riskin kasvuun. Kliinisestä näkökulmasta havaittiin ylimääräisen riskin kaikille aivokasvaimille olevan 1,3 % 100 000 henkilövuotta kohden jokaista 20 mGy:tä kohti, mikä on keskimääräinen aivoannos pään TT-kuvauksissa kyseisessä tutkimuksessa. Tämä taasen tarkoittaisi, että ensimmäisen pään TT-kuvauksen jälkeisen vuosikymmenen aikana arvioidaan tapahtuvan noin yksi ylimääräinen tapaus 10 000 pään TT-kuvausta kohti. Kyseisessä tutkimuksessa arvioitiin dataan perustuen, että lasten pään TT-kuvauksia tehdään vuosittain noin 10 000, mikä johtaisi yhteen aivokasvaintapaukseen vuosittain johtuen säteilystä. (Meulepas ym. 2018.)

Toisessa tutkimuksessa tuodaan myös esille leukemiaan sairastumisen riski ja todetaan miten yli 50 mGy annos voi kolminkertaistaa riskin sairastua leukemiaan ja yli 60 mGy annos kolminkertaistaa riskin saada aivokasvain. Huomioitavaa on kuitenkin se tosiasia, että nämä syövät ovat suhteellisen harvinaisia, joten syövän kokonaisuudessaan saa hyvin harva. Tässä tutkimuksessa laskettiin, että leukemiaan sairastuu, tai saa aivokasvaimen yksi potilas 10 000:sta kuvauksessa käyneessä 10 vuoden aika-haarukalla. (Pearce ym. 2012.)

Lapsipotilaita tutkitaan myös kolmannessa tutkimuksessa, ja päähuomio keskittyy siihen, että esimerkiksi leukemiaan sairastumisen riski on yli 5-vuotiailla 1,1–2,4 syöpää 10 000 TT-kuvausta kohti (Miglioretti ym. 2013). Tutkimuksissa on huomattavissa yhtenäisyyttä toistensa kanssa. Tutkimuksissa myös kuvaillaan, kuinka leukemiaan sairastumisen riski lisääntyy, mitä nuorempi potilas on. Todetaan, että syöpäriski on korkeimmillaan vatsan ja lantion alueen tutkimuksissa, ja siinä tutkittavan iällä ei ole juurikaan merkitystä. Lantion ja vatsan alueen tutkimuksissa olleista 1/300-390 tytöistä ja 1/670-760 pojista saa elämänsä aikana syövän TT-tutkimuksesta tulleen säteilyannoksen myötä. (Miglioretti ym. 2013.)

Kolmesta eri tutkimuksesta, joissa keskityttiin nimenomaan lapsiin, kahdessa niistä todettiin yhteys TT-kuvauksista saadun säteilyn ja leukemian kanssa, sekä jokaisessa niistä todettiin yhteys kohonneeseen riskiin saada aivokasvain.

Tutkimuksissa myös tutkittiin eri elinten saamaa säteilyannosta ja tätä kautta laskettiin keskimääräistä kuolleisuutta esimerkiksi BEIR-riskimallin avulla. BEIR (Committee on

the Biological Effects of Ionizing Radiations) on laskennallinen malli, jolla pystytään arvioimaan ionisoivan säteilyn aiheuttamaa syöpäriskiä ihmisen elinaikana. Riskimallissa otetaan huomioon eri syöpätyypit, sukupuoli, altistusikä, annosnopeus sekä saavutettu ikä. BEIR:in kautta annetaan kullekin syöpätyypille absoluuttinen sekä suhteellinen riskimalli. (Siiskonen 2008.)

Päähuomiona tutkimuksista nousi esille se, miten syöpä- ja kuolleisuusriski lisääntyy säteilyannoksen kasvaessa. Säteilyannokset, jotka ovat yli 100 mGy tai jopa yli 200 mGy voivat ehdottomasti lisätä riskiä sairastua ja kuolla syöpään elämän aikana. Elimistä varsinkin maksa ja mahalaukku saavat suuret sädeannokset vatsan ja lantion alueen tutkimuksissa. Esimerkiksi yhdessä tutkimuksessa 16-44-vuotiaiden tutkittavien henkilöiden keskimääräinen syöpäkuolleisuusriski oli miehillä 0,6-0,7 kuolemaa 100 henkilöä kohden ja naisilla 0,8. (Zewde ym. 2022.)

Tutkimuksissa myös arvioitiin syöpäriskiä diagnostisten pieniannoksisten tietokonetomografiakuvausten jälkeen. Syövän lisääntynyt ilmaantuvuus tutkimuksen mukaan johtui pääasiassa säteilytyksen määrästä. Syövän kokonaisilmaantuvuus tutkittavilla oli 24 % suurempi säteilylle altistuneille kuin altistumattomille ottaen huomioon iän, sukupuolen ja syntymävuoden. IRR (incidence rate ratio) oli suurempi altistuksen jälkeen nuoremmilla ikäryhmillä. IRR nousi merkittävästi myös monien kiinteiden syöpien (ruoansulatuselimet, melanooma, pehmytkudokset, naisen sukuelimet, virtsatiet, aivot ja kilpirauhanen) sekä leukemian ja myelodysplasian kohdalla. Tietokonetomografiakuvauksille altistuneilla ihmisillä oli yli 608 syöpää (147 aivosyöpää, 356 muuta syöpää, 48 leukemiaa tai myelodysplasiaa ja 57 muuta lymfoidia). Kaikkien syöpien absoluuttinen ylimääräinen ilmaantuvuus oli 9,38 per 100 000 henkilövuotta. (Mathews ym. 2013)

BEIR-mallia hyödynnettiin myös tutkimuksessa, jonka kohderyhmänä olivat päivystyspotilaat. Tutkimuksessa tutkittiin päivystyspotilaita pään alueen TT-tutkimuksissa. Tutkimuksen päähuomiona nousi esille, miten nuorilla on suurempi riski sairastua syöpään elämän aikana. Kuitenkin riski oli alle 0,011 per 100 henkilöä, joten syöpäriski on tämän tutkimuksen mukaan suhteellisen pieni. Päivystykseen tulevat potilaat saatetaan kuvata myös useaan eri kertaan, joten syöpäriski voi tämän myötä kasvaa, ja eri elinten saama säteilyannos nousta. (Vafaei ym. 2019.)

Syöpäriskiä tutkittiin myös tietokonetomografiatutkimusten säteilyn aiheuttaman syövän kumulatiivisen säteilyaltistuksen ja elinikäisen riskin (LAR=lifetime attributable risk) arvioimista vammautuneilta aikuispotilailta. Keskimääräinen syövän ilmaantuvuuden LAR oli

0,14 % eli tässä tapauksessa yksi potilas 714:stä. Vakavien vammojen ryhmällä oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kumulatiivinen annos ja hieman suurempi LAR kuin pienten vammojen ryhmässä. Yli puolet monivammapotilaista luokiteltiin pienen annoksen saaneiksi (≤ 20 mSv) ja lähes kaikilla potilailla oli TT-tutkimuksissa alhainen LAR-syövän ilmaantuvuusriski. Potilaat, joilla oli korkein riski saada syöpä tutkimuksen mukaan tietokonetomografiakuvauksissa, olivat alle 30-vuotiaat, joille tehtiin useita tai toistuvia tutkimuksia, erityisesti vartalon alueelta. (Kritsaneeipaiboon ym. 2018.)

5.2 Syöpäriskiin vaikuttavat tekijät

Syöpäriskiin vaikuttavat monet tekijät. Aineistosta nousi esille, miten esimerkiksi ikä ja sukupuoli vaikuttavat syöpäriskiin. Varsinkin lasten ja nuorten aikuisten TT-tutkimuksia tulisi arvioida hyvin tarkkaan, ja puntaroida tarkasti tutkimuksen mahdolliset hyödyt ja haitat. Lapset ja nuoret voivat saada suuremman säteilyannoksen ja he ovat alttiimpia säteilyyn liittyville pahanlaatuisille kasvaimille, kuin aikuiset. Heillä on myös pidempi elinikä tulevaisuudessa, joten tätäkin kautta he ovat alttiimpia myöhäisemmille vaikutuksille. (Meulepas ym. 2018.)

Yhden tutkimuksen mukaan miehillä todettiin enemmän leukemiatapauksia ja aivokasvaimia kuin naisilla, joten sukupuolellakin voi olla jonkin verran vaikutusta syöpäriskiin (Meulepas ym. 2018). Toisaalta toisessa tutkimuksessa todetaan, kuinka tytöillä syöpäriski on hieman korkeampi suhteessa poikiin (Miglioretti ym. 2013.) ja kolmannessa, kuinka syöpäriski on hieman korkeampi naisilla, kuin miehillä (Zewde ym. 2022).

Yhden tutkimuksen mukaan naisilla on suurempi riski sairastua kilpirauhassyöpään kuin miehillä ja tutkimuksessa myös todetaan, että nuoremmilla ihmisillä on huomattavasti korkeampi syöpäriski kuin vanhemmilla ihmisillä. (Vafaei ym. 2019).

Suuria johtopäätöksiä sukupuolen merkityksestä ei voi tehdä. Miesten ja naisten välillä syöpäriski vaihtelee riippuen tutkimuksesta. Samoin se vaihtelee myöskin tyttöjen ja poikien välillä. Voidaan todeta, että sukupuolella ei ole kovin suurta merkitystä, kun taas esiin nousi artikkeleista selkeästi se, miten ikä vaikuttaa syöpäriskiin. Nuoremmilla potilailla on selvästi suurempi syöpäriski tulevaisuudessa, kuin vanhemmilla. Esiin nousi myös se, miten toistuvat kuvaukset potilaille lisäävät syöpäriskiä.

5.3 Syöpäriskin vähentäminen

Tutkimusten avulla esille nousi useita eri tapoja, millä syöpäriskiä voisi tulevaisuudessa pienentää vielä entisestään. Yksi tärkeimmistä keinoista on pyrkiä vähentämään säteilyn määrää tutkimuksissa. Säteilyn määrä on pidettävä niin alhaisena, kuin se tutkimuksen puitteissa on mahdollista. Erityisen tarkkana täytyy olla, kun kuvataan lapsia sekä nuoria aikuisia. Lasten ja nuorten TT-kuvauksissa on olennaista niiden huolellinen perustelu ja annosten optimointi, jotta pystytään minimoimaan mahdolliset riskit. (Meulepas ym. 2018.)

On myös huomioitava, miten esimerkiksi diagnostisien vertailutasojen käyttö on onnistuneesti alentanut säteilyannoksia. Yhdessä tutkimuksessa todetaan, kuinka vähentämällä 25 % korkeimmista annoksista suhteutettuna mediaanitasoon, pystytään syöpäriskiä merkittävästi pienentämään. (Miglioretti ym. 2013.)

Myös annoksen ja riskin korrelaatioita potilaan koon ja iän kanssa voidaan käyttää arvioidessa potilaskohtaista annosta ja riskiä lasten rintakehän alueen TT-tutkimuspotilaille. Annoksen ja riskin kvantitatiiviset suhteet potilaan kokoon, potilaan ikään ja skannausparametreihin antavat ohjeita lasten rintakehän TT-protokollan suunnitteluun ja optimointiin. Potilaskohtainen annos- ja riskiarviointi mahdollistaa annos seurannan yksilöllisen soveltamisen lääketieteellisille säteilyaltistuksille. Tämä kaikki vaikuttaa potilaiden säteilyrasitukseen. (Li-Samei ym. 2011.)

Uudet rekonstruktioalgoritmit, erityisesti ne, jotka käyttävät iteratiivista jälleenrakennustekniikkaa voivat vähentää annosta jopa 15 %. On myös todettu, että pienemmän kuvausalueen valitseminen voi pienentää säteilyaltistusta. Yhdessä tutkimuksessa käytettiin pienempää kuvausaluetta (7 cm) pään TT-tutkimuksessa, kuin mitä se olisi standardiprotokollassa ja näin esimerkiksi kilpirauhanen sai paljon pienemmän säteilyannoksen. (Vafaei ym. 2019.)

TT-tutkimuksen välittömät hyödyt ovat monissa tilanteissa suuremmat, kuin pitkän aikavälin riskit. Tietokonetomografia on myös diagnostisesti tarkka ja nopea tutkimusmenetelmä, joten sitä tullaan tulevaisuudessakin käyttämään. On tärkeää, että annosten pienentämiseen käytettävät menetelmät ja tekniikat ovat jatkuvasti käytössä tulevaisuudessa, niin radiologian ammattilaisilla, kuin laitteiden valmistajillakin. (Pearce ym. 2012.)

6 Pohdinta

6.1 Päätelmät

Työn tarkoituksena oli selvittää ja kuvailla potilaan syöpäriskiä tietokonetomografiatutkimuksessa sekä selvittää, miten syöpäriskiä pystyisi mahdollisesti vähentämään. Tulosten perusteella voidaan todeta, että potilaan TT-tutkimuksista saava ionisoiva säteilyannos on yhteydessä tulevaisuudessa kohonneeseen syöpäriskiin. Lähes kaikissa tutkimuksissa todetaan syöpäriski potilaan ja TT-tutkimuksesta koituvan ionisoivan säteilyn välillä. Riski on kuitenkin minimaalinen, mikä on helpottava tieto. Tutkimuksista nousi esiin, miten varsinkin vatsan ja lantion alueen tutkimuksissa potilaan saama säteilyannos on korkeimmillaan, joten varsinkin näiden tutkimuksen suorittamista ja sitä, kuinka välttämätön tutkimus on, pitäisi harkita perusteellisesti.

Tutkimuksissa käytiin myös läpi, mitkä ovat vaikuttavia tekijöitä syöpäriskiin. Tutkimuksista nousi esille se, miten varsinkin nuoremmilla ihmisillä on korkeampi riski sairastua syöpään elämän aikana TT-tutkimuksen takia. Nuoremmat ihmiset ovat usein säteilylle herkempiä, kuin vanhemmat. Tämä johtuu siitä, että lapsilla ja nuorilla jakautuvat solukot kuten kilpirauhaset vielä kasvavat. Jakautuvat solut ovat alltiimpia säteilylle kuin taas jakautumattomat. (STUK, 2015.) Sukupuolten välillä riskit eivät juuri eronneet toisistaan.

Tutkimuksissa käytiin läpi myös, miten eri tutkimuksista potilaan saama säteilyannos vaihtelee, ja suurimmat annokset saadaan vatsan ja lantion alueen tutkimuksista. Pään TT-tutkimukset ovat myös yleisiä tutkimuksia, mutta niistä potilaan saama säteilyannos on kuitenkin merkittävästi pienempi. Syöpäriski on kuitenkin olemassa jokaisessa tutkimuksessa, ja syöpäriskiä lisää merkittävästi potilaan saama suurempi säteilyannos, mahdolliset toistuvat kuvaukset, joissa kumulatiivinen annos on korkeampi sekä potilaan ikä.

Syöpäriskiä pystytään vähentämään ja tärkeimpänä asiana tutkimuksesta nousee esiin, miten tutkimuksen perustelu ja hyväksyntä tehdään. On erittäin tärkeää, että huomioidaan tarkasti, onko potilaan TT-tutkimus varmasti tarpeellinen, jotta tutkimuksesta saatu hyöty ylittää tutkimuksesta koituvan haitan. Vaihtoehtoisia kuvantamismenetelmiä, kuten magneettikuvantamista tai ultraääntä pitäisi harkita.

Myös itse TT-kuvauksessa syöpäriskiä pystyy vähentämään optimoinnin eri keinoilla. Säteilyannosten optimointi on tässä suurimmassa roolissa. Potilaan saama säteilyannos pitäisi pystyä pitämään niin pienenä, kuin on mahdollista. Tähän tulisi kiinnittää huomiota jatkuvasti. Olisi tärkeää miettiä jokaisen potilaan kohdalla yksilöllisesti, miten säteilyannos pystytään pitämään niin pienenä, kuin on mahdollista. Erilaisten kuvausparametrien hyödyntäminen ja niiden oikeaoppinen käyttö on tärkeää. Säteilyannosten seuranta on myöskin tärkeässä roolissa, ja on tärkeää, että tämänkaltaisia tutkimuksia on tehty, tehdään tälläkin hetkellä, sekä tehdään myös tulevaisuudessa.

TT-tutkimuksesta koitua syöpäriski potilaalle on olemassa, mutta on kuitenkin erittäin vaikeaa todeta ja pystyä varmentamaan TT-tutkimuksen ja potilaan jossain vaiheessa elämäänsä saatavan syövän yhteyttä. On hyvä myös huomioida se tosiasia, että tutkimusten mukaan joka kolmas ihminen maailmassa sairastuu syöpään joka tapauksessa jossain vaiheessa.

6.2 Eettisyys ja luotettavuus

Työssämme pyrimme noudattamaan Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) ohjetta tieteellisestä käytännöstä. Tämän lisäksi noudatimme Amattikorkeakoulujen rehtorineuvoston (ARENE) ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettisiä suosituksia. (Arene 2020.)

Työssämme noudatimme kirjallisuuskatsauksen vaiheita: tutkimuskysymyksen muodostaminen, aineiston valinta, kuvailun rakentaminen ja sen jälkeen tulosten tarkastelu.

Artikkelien valitsemisessa kirjasimme hakuprosessin ylös. Tällä varmistetaan, että haku voidaan tehdä tarvittaessa uudestaan. Opinnäytetyömme koostuu suurimmalta osin kirjallisuudesta sekä erilaisista vertaisarvioidusta tutkimusartikkeleista. Käytimme työssämme vain luotettavia Metropolian Ammattikorkeakoulun sosiaali- ja terveysalan tietokantoja. Valitsimme vertaisarvioituja ja luotettavia artikkeleja. Tärkeää oli se, että artikkelit olivat laadukkaita ja vastasivat meidän tutkimuskysymyksiimme. Artikkelit olivat kaikki englanninkielisiä, mikä tuotti omalta osaltaan haasteita, koska äidinkielemme ei ole englanti. Tämä saattaa vaikuttaa tutkimusten tulosten analysoinnin luotettavuuteen. Opinnäytetyötä teki kuitenkin kaksi ihmistä, mikä taas lisää opinnäytetyön luotettavuutta.

Artikkelit mitkä valitsimme työmme analyysiin, erosivat jonkin verran toisistaan. Osa tutkimusartikkeleista eivät olleet kokonaan yhtenäisiä toistensa kanssa. Tämä tuotti jonkin

verran haasteita artikkeleiden sisällön analyysissä. Analyysissä onkin otettava huomioon, että tutkimuksen aineistot eivät välttämättä aina vertaudu toisiinsa, mikä omalta osaltaan saattaa vähentää tutkimusten välisten vertailun luotettavuutta.

6.3 Työprosessi ja ammatillinen kasvu

Kirjallisuuskatsausta tehdessämme opimme paljon uutta tiedonhakuprosessista ja erilaisten sosiaali- ja terveysalojen tietokantojen käytöstä, hakusanojen valitsemisesta ja käytöstä sekä niiden vaikutuksista haun tuloksiin, hakutulosten tarkastelusta perustuen otsikoihin ja artikkelien tekstiin sekä hakutulosten laadun arviointia.

Opimme myös tieteellisten artikkelien sisällön tulkintaa sekä englanninkielisen tieteellisen tekstin lukua ja tulkintaa. Tiedonhaun työpajoihin osallistumisen jälkeen saimme hyvää pohjaa hakuprosessien toteuttamiseen. Työpajoista opimme myös opinnäytetyön kirjallista puolta muun muassa sisällysluettelon, työn tekstirakenteen hahmottamista, johdantoon ja pohdintaan perehtymistä sekä lähdeluettelon oikeaoppisen tekemisen ja lähteiden merkkauksen. Opimme myös käyttämään erilaisia sosiaali- ja terveysalojen tietokantoja. Kummallakaan tekijöistä ei ollut aikaisempaa kokemusta näin laajan työn tekemisestä, mutta molemmat kehittivät työn edetessä, ja koemme, että saimme paljon hyödyllistä kokemusta tulevaisuuteen.

6.4 Tulosten hyödynnettävyys ja mahdolliset jatkotutkimusaiheet

Kirjallisuuskatsausta tehdessämme, huomasimme, kuinka vähän suomenkielistä materiaalia kyseisestä aiheesta on tehty. Mielestämme olisi mielenkiintoista, jos jatkossa tästä aiheesta löytyisi enemmän tietoa ja materiaalia suomenkielisenä. Aihe on erittäin tärkeä, ja siksi olisi tärkeää, että myös suomenkielistä materiaalia olisi enemmän tarjolla.

Toivomme, että tästä kirjallisuuskatsauksesta olisi hyötyä, niin terveydenhuollon ammattilaisille, varsinkin röntgenhoitajille, mutta myös potilaalle, jolla on edessä tietokone-tomografiatutkimus. Olisi tärkeää tietää tutkimuksesta koituvan säteilyn riskit.

Lähteet

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry 2020. Ammattikorkeakoulujen opin-
näytetöiden eettiset suositukset. <https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/Arenen%20ONT%20eettiset%20ohjeet%20esitysmateriaali%202020.pdf?_t=1578486373> Viitattu 01.04.2022

FDA 2019. Computed tomography (CT). Verkkojulkaisu. <<https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/medical-x-ray-imaging/computed-tomography-ct>>. Viitattu 05.10.2021

Kangasniemi, Mari & Utriainen, Kati & Ahonen, Sanna-Mari & Pietilä, Anna-Maija & Jääskeläinen, Petri & Liikanen, Eeva 2013. Hoitotiede. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: etene-
minen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. 291–301.

Kubo, Takeshi 2018. Vendor free basics of radiation dose reduction techniques for CT. European Journal of Radiology. Verkkojulkaisu. <[https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X\(18\)30397-8/fulltext](https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X(18)30397-8/fulltext)> Viitattu 14.03.2022

Kovacs, William C. & Jianhua, Yao & Bluemke, David A. & Folio, Les R. 2017. Oppor-
tunities to Reduce CT Radiation Exposure, Experience Over 5 Years at the NIH Clinical
Center. Radiation Protection Dosimetry. Oxford Journals. Verkkojulkaisu. <
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5927337/>> Viitattu 14.03.2022

Kritsaneeipaiboon, S & Jutiyan, A & Krisanachinda, A 2018. Cumulative radiation expo-
sure and estimated lifetime cancer risk in multiple-injury adult patients undergoing re-
peated or multiple CTs. European Journal of Trauma & Emergency Surgery (EUR J
TRAUMA EMERG SURG), Feb2018; 44(1): 19-27. (9p).< <https://web-s-ebsscohost-com.ezproxy.metropolia.fi/ehost/detail/detail?vid=2&sid=70caa990-bd81-4da9-a886-c7cfb052a1a1%40redis&bdata=JnN-pdGU9ZWhvc3QtbGI2ZQ%3d%3d#db=ccm&AN=127943242>>

Li, Xiang & Samei, Ehsan & Segars, W. Paul & Sturgeon, Gregory M. & Colsher,
James G. & Frush, Donald P. 2011. Patient-specific Radiation Dose and Cancer Risk
for Pediatric Chest CT. RSNA Radiology. <<https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.11101900>>

Mathews, John D. & Forsythe, Anna V. & Brady, Zoe & Butler, Martin W. & Goergen, Stacy K. & Byrnes, Graham B. & Giles, Graham G. & Wallace, Anthony B. & Anderson, Philip R. & Guiver, Tenniel A. & McGale, Paul & Cain, Timothy M. & Dowty, James G. & Bickerstaffe, Adrian C. & Darby, Sarah C. 2013. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *British Medical Journal*. <<https://www.bmj.com/content/346/bmj.f2360>>

Meulepas, Johanna M. & Ronckers, Cecile M. & Smets, Anne M J B. & Nievelstein, Rutger A J. & Gradowska, Patrycja & Lee, Choonsik & Jahnen, Andreas & van Straten, Marcel & Y de Wit, Marie-Claire & Zonnenberg, Bernard & Klein, Willemijn M. & Merks, Johannes H. & Visser, Otto & van Leeuwen, Flora E. & Hauptmann, Michael 2018. Radiation Exposure From Pediatric CT Scans and Subsequent Cancer Risk in the Netherlands. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, Volume 111, Issue 3, March 2019, Pages 256–263. <<https://academic.oup.com/jnci/article/111/3/256/5046626?login=true>>

Miglioretti, Diana L. & Johnson, Eric & Williams, Andrew & Greenlee, Robert T. & Weinmann, Sheila & Solberg, Leif I. & Spencer Feigelson, Heather & Roblin, Douglas & Flynn, Michael J. & Vanneman, Nicholas & Smith-Bindman, Rebecca 2013. The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatr*. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23754213/>>

Mustonen, Riitta & Salomaa, Sisko & Kiuru, Anne 2002. Säteily ja syövän synty. Säteilyturvakeskus. Verkkodokumentti. <https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4_05.pdf/d32486b8-c075-44c9-b75d-66a4d127ff12> Viitattu 30.03.2022

Pearce, Mark S. & Salotti, Jane A. & Little, Mark P. & McHugh, Kieran & Lee, Choonsik & Kim, Kwang Pyo & Howe, Nicola L. & Ronckers, Cecile M. & Rajaraman, Preetha & Craft, Alan W. & Parker, Louise & de Gonzales, Amy Berrington. 2012. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* (London, England). <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3418594/>>

Ruonala, Verner (toim.) 2019. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2018. STUK-B 242, Helsinki 2019. Verkkojulkaisu. < <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/138743/STUK-B242.pdf?sequence=1>> Viitattu 14.03.2022

Siiskonen, Teemu 2008. Syöpäriski säteilyhaittana: riskilaskentaohjelmisto. STUK-TR 6. Verkkojulkaisu. < <https://core.ac.uk/download/pdf/33458418.pdf> > Viitattu 30.03.2022

STUK 2015. Miksi lapsen solut ovat herkempiä säteilylle kuin aikuisen. Verkkojulkaisu. <<https://www.stuk.fi/-/miksi-lapsen-solut-ovat-herkempia-sateilylle-kuin-aikuisen->> Viitattu 09.04.2022

STUK 2017. Säteily terveydenhuollossa. Röntgentutkimusten säteilyannoksia. Säteilyturvakeskus. <<https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sanasto>>. Viitattu 30.09.2021

STUK 2019. Mitä säteily on? Sanasto. Säteilyturvakeskus. Verkkojulkaisu. < <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sanasto>> Viitattu 04.04.2022

STUK 2021. Mitä säteily on? Säteilyn terveysvaikutukset. Säteilyturvakeskus. <<https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sateilyn-terveysvaikutukset>> Viitattu 20.10.2021

TAYS 2019. Tietokonetomografia. Verkkojulkaisu <<https://www.tays.fi/fi-fi/palvelut/kuvantamispalvelut/radiologia/tietokonetomografia>> Viitattu 28.03.2022

Vafaei, Ali & Khosravi, Nafiseh & Barjouei, Nazli Shojaei & Sendani, Neda Gholizadeh & Sadeghi, Ali Oloumi & Akhtari, Amin Shams 2019. Radiation Organ Dose Measurement and Cancer Risk Estimation in CT Examination on Trauma Patients. Middle East Journal of Cancer Jul2019; 10(3): 206-213. (8p) < <https://web-p-ebscobhost-com.ezproxy.metropolia.fi/ehost/detail/detail?vid=2&sid=8e081e82-1369-402b-8423-24c1cd8b4e10%40redis&bdata=JnN-pdGU9ZWwhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=ccm&AN=137830595>>

Zewde, Nahom & Ria, Francesco & Rehani, Madan M. 2022. Organ doses and cancer risk assessment in patients exposed to high doses from recurrent CT exams. European

Journal of Radiology.< <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.metropolia.fi/science/article/pii/S0720048X22000742>>

Taulukko 5. Analyysirunko

Tutkimus, tekijät, julkaisuvuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä	Tulokset ja tutkimuskysymyksiin vastaukset
<p>Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study</p> <p>2012</p> <p>Pearce, Mark S. & Salotti, Jane A. & Little, Mark P. & McHugh, Kieran & Lee, Choonsik & Kim, Kwang Pyo & Howe, Nicola L. & Ronckers, Cecile M. & Rajaraman, Preetha & Craft, Alan W. & Parker, Louise & de Gonzales, Amy Berrington.</p>	<p>Tutkia lapsia ja nuoria aikuisia, ja heidän riskiään sairastua leukemiaan tai saada aivokasvain TT:n säteilystä. Tarkoituksena oli saada vastaus, lisääntykö syöpään sairastumisen riski, lapsena tai nuorena saadun TT:n sädeannoksen myötä.</p>	<p>Tutkimuksiin otettiin mukaan alle 22-vuotiaita. Tutkimukseen osallistuneilta kerättiin dataa; syntymäaika, sukupuoli, kehonosamikä kuvattu sekä muita yksityiskohtia. Tutkimuksessa arvioitiin säteilyannoksen ja syöpätapahtuman välistä yhteyttä Poissonin mallilla. Seurattiin aivokasvaimen kehittymistä aina 10 vuoteen asti itse säteilytapahtumasta ja leukemiassa noin 2-5 vuotta.</p>	<p>Seurannassa 74 potilaalla 178 604:stä potilaasta todettiin leukemia ja 135 potilaalla 176 587:stä todettiin aivokasvain. Tutkimuksessa todettiin yhteys TT:sta saatuun säteilyannoksen ja leukemian sekä aivokasvainten kesken. Tutkimuksessa todettiin, että lapsena saatu säteilyannos TT-tutkimuksista, ja annos joka on määrältään yli 50 mGy voi kolminkertaistaa riskin sairastua leukemiaan ja annokset jotka ovat yli 60 mGy kolminkertaistaa riskin sairastua aivosyöpään. Tutkimuksessa todettiin, että säteilyannokset pitäisi optimoida mahdollisimman pieniksi ja jos mahdollista, potilaan olisi hyvä käydä tutkimuksissa, joissa ei ole ionisoivaa säteilyä.</p>
<p>Pediatric Computed Tomography and Associated Radiation Exposure and Estimated Cancer Risk</p> <p>2013</p>	<p>Tarkoituksena oli tutkia lasten TT-tutkimuksien määrää ja siitä saatua säteilyannosta ja mahdollista potentiaalista syöpäriskiä tulevaisuudessa.</p>	<p>Tutkittiin alle 15-vuotiaita lapsia. Tutkimuksessa kerättiin dataa TT-tutkimuksien määrästä sekä säteilyannoksista ja syöpäriskistä sen</p>	<p>Korkeimmat efektiiviset sädeannokset olivat vatsan ja lantion tutkimuksissa. Effektiiviset annokset nousivat myös iän kasvaessa rangan ja rinnan tutkimuksissa</p>

<p>Miglioretti, Diana L. & Johnson, Eric & Williams, Andrew & Greenlee, Robert T. & Weinmann, Sheila & Solberg, Leif I. & Spencer Feigelson, Heather & Roblin, Douglas & Flynn, Michael J. & Vanne-man, Nicholas & Smith-Bindman, Rebecca</p>		<p>myötä vuosina 1996-2010. Siinä arvioitiin syöpäriskimallin avulla eri kehonosien altistumista säteilylle.</p>	<p>ja laskivat iän las-kiessa pään tutkimuksessa.</p> <p>Eliniänikäinen syöpäriski vähenee mitä vanhempi tutkit-tava on ollut, jos on tutkittu rinta- tai lantion kanssa ei hu-omattavaa eroa syöpäriskin ja iän kanssa. Syöpäriski suurempi tytöillä ja korkein lantion ja vatsan tutkimuksissa. Laskelmoidusti joka 300-390 saa tule-vaaisuudessa tytöistä syövän ja pojista joka 670-760. vatsan ja lantion alueen tutkimuksissa. Syöpäriskiä voisi pienentää pienentämällä säteilyannosta nor-maalista mediaanian-nostasosta 75 %:iin. Vaihtoehtoiset kuvan-tamismenetelmät.</p>
<p>Organ doses and cancer risk assess-ment in patients ex-posed to high doses from recurrent CT exams</p> <p>2022</p> <p>Zewde, Nahom & Ria, Francesco & Rehani, Madan M.</p>	<p>Tutkimuksen tarkoi-tuksena on arvioida kumulatiivisia elinan-noksia ja iän ja sukupuolen kautta kerrottuja syöpäkuollei-suusriskejä potilailla, joilla tehdään toistu-vasti tietokonetomo-grafiatutkimuksia.</p>	<p>Tutkimuksessa oli mukana 8956 poti-lasta, iältään 16-80-vuotiaita, jotka saivat suuremman tai yhtä suuren annoksen kuin 100 mSv:n TT-tutkimuksesta vuosina 2013-2017. Potilaat jaettiin ikäry-hmiin ja käytettiin riskimallia Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR), ar-vioimaan eri elinten ja kudosten saamaa säteily määrää ja sen kautta mahdollista syöpäkuolleisuuden riskiä.</p>	<p>Suurimmat säteilyan-nokset saa maha-lauku ja maksa. 6,7 % olivat 16-44-vuo-tiaita ja heidän keski-määräinen säteilyan-nos oli yli 200 mGy maksassa ja maha-laukussa.</p> <p>Yhdeksässä elimessä (keuhkot, rinnat, pak-susuoli, punainen luuydin, virtsarakko, munasarjat, kivekset ja iho) säteilyannos oli keskimäärin 100 – 200 mGy.</p> <p>16-44-vuotiaiden kes-kimääräinen syöpäkuolleisuus oli miehillä 0,6 – 0,7</p>

			<p>kuolemaa sataa henkilöä kohden ja naisilla 0,8.</p> <p>Korkeimmat kuolleisuusluvut olivat 16-54- vuotiailla ja hieman pienemmät sitä vanhemmilla, lukuunottamatta 75-84v ikäryhmää.</p> <p>Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että elimet jotka saavat yli 100 mGy tai jopa yli 200 mGy aiheuttavat elinikäistä riskiä sairastua syöpään.</p>
<p>Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians</p> <p>2013</p> <p>Mathews, John D. & Forsythe, Anna V. & Brady, Zoe & Butler, Martin W. & Goergen, Stacy K. & Byrnes, Graham B. & Giles, Graham G. & Wallace, Anthony B. & Anderson, Philip R. & Guiver, Tenniel A. & McGale, Paul & Cain, Timothy M. & Dowty, James G. & Bickerstaffe, Adrian C. & Darby, Sarah C.</p>	<p>Arvioida lasten ja nuorten syöpäriskiä diagnostisten, pieniannoksisien tietokonetomografia kuvausten jälkeen.</p>	<p>Tutkimuksessa oli mukana 10,9 miljoonaa Australian Medicare arkistosta löytyvää henkilöä, iältään 0–19-vuotiaita tai syntyneet välillä 1.1.1985-31.12.2005. Tutkimuksessa käytiin läpi henkilöiden arkistoituja tietoja. Tiedoista tutkittiin syöpäriskiä kun huomioon oli otettu tutkittavien ikä, sukupuoli ja syntymävuosi.</p>	<p>Tutkimuksen mukaan yleinen syöpäriski oli 24 % suurempi TT:ssä käyneillä kuin siellä käymättömillä, kun huomioon oli otettu ikä, sukupuoli ja syntymävuosi. Tulevat TT-kuvaukset tulisi rajoittaa aina sellaisiin tilanteisiin, joissa on selvä kliininen indikaatio ja kuvausten pitäisi olla optimoitu parhaaseen kuvauslaatuun pienimmällä säteilyannoksella.</p>

<p>Patient-specific radiation dose and cancer risk for pediatric chest CT</p> <p>2011</p> <p>Li, Xiang & Samei, Ehsan & Segars, W. Paul & Sturgeon, Gregory M. & Colsher, James G. & Frush, Donald P.</p>	<p>Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida potilaille koitua säteilyannos sekä syöpäriskiä lasten rintakehän tietokonetomografiassa ja arvioida riskiin ja annokseen vaikuttavia tekijöitä. Arviointiin vaikuttivat potilaan ikä, koko sekä kuvausparametrit.</p>	<p>Tutkimukseen osallistui 30 potilasta (0–16-vuotiasta) ja heille luotiin kokovartalon kuvausmalli aikaisemmasta kliinisestä tietokonetomografiadatasta. Monte Carlo-ohjelmaa käytettiin arvioimaan elinten annosta kahdeksasta kuvatussa rinta kuvauksesta.</p>	<p>Tutkimuksen tuloksina efektiivinen annos normalisoitui putkivirta-aikatuotolla ja DLP(dose length product) pieneni eksponentiaalisesti rintakehän halkaisijan kasvaessa.</p> <p>Lopputuloksena tutkimuksessa oli se, että annoksen ja riskin korrelaatioita potilaan koon ja iän kanssa voidaan käyttää arvioimaan potilaskohtaista annosta ja riskiä ja ne voivat edelleen ohjata rintakehän TT-protokollien optimointia ja suunnittelua.</p>
<p>Radiation Exposure from Pediatric CT scans and Subsequent Cancer Risk in the Netherlands</p> <p>2018</p> <p>Meulepas, Johanna M. & Ronckers, Cecile M. & Smets, Anne M J B. & Nivelstein, Rutger A J. & Gradowska, Patrycja & Lee, Choonsik & Jahnen, Andreas & van Straten, Marcel & Y de Wit, Marie-Claire & Zonnenberg, Bernard & Klein, Willemijn M. & Merks, Johannes H. & Visser, Otto & van Leeuwen, Flora E. & Hauptmann, Michael</p>	<p>Valtakunnallinen retrospektiivinen kohortitutkimus. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia leukemia- ja aivokasvaimen riskiä lapsuuden TT-kuvausten pieniannoksiselle ionisoivalle säteilylle altistumisen jälkeen.</p>	<p>Tutkimukseen kuului 168 394 lasta, heille tehtiin yksi tai useampi TT-kuvaus hollantilaisessa sairaalassa vuosina 1979–2012. Standardoidut ilmaantuvuusasteet laskettiin käyttämällä syövän ilmaantuvuuslukuja Hollannin yleisestä väestöstä.</p>	<p>Standardoidut ilmaantuvuusasteet nousivat kaikissa syöpäkohteissa. Keskimääräiset kumulatiiviset luuydinannokset olivat seurannan lopussa 9,5 mGy, eikä leukemiariskin (lukuun ottamatta myelodysplastista oireyhtymää) liittynyt kumulatiivista luuydinannostusta (44 tapusta). Kumulatiivinen aivoannos oli keskimäärin 38,5 mGy.</p>

<p>Radiation Organ Dose Measurement and Cancer Risk Estimation in CT Examination on Trauma Patients</p> <p>2019</p> <p>Vafaei, Ali & Khosravi, Nafiseh & Barjouei, Nazli Shojaei & Sendani, Neda Gholizadeh & Sadeghi, Ali Oloumi & Akhtari, Amin Shams</p>	<p>Tutkimuksen tarkoituksena oli mitata eri elinten säteilyannosta ja arvioida syöpäriskiä traumapotilaiden TT-tutkimuksissa. TT-tutkimuksia olivat pään ja kaulan alueen kuvaukset.</p>	<p>Tutkimuksessa mukana 93 päivystykseen tullutta potilasta. Potilailla käytettiin samoja arvoja (200 mAs ja 120 kV). Laskettiin potilaiden saama efektiivinen annos ja tämän jälkeen laskettiin elinannosarviot. Lopuksi laskettiin syöpäriskin mahdollisuus elämässä BEIR-mallinnuksella.</p>	<p>Nuorilla suurempi riski sairastua syöpään kuin vanhoilla. Kuitenkin riski oli alle 0,011 per 100 henkilöä. Kilpirauhanen ja silmälinssi herkimpiä elimiä, kuten myös rinta. Kuvausohjelmien optimoinnilla voisi pienentää syöpäriskiä. Potilaan silmiä voisi myös suojata. Kuvausalue pitäisi myös optimoida mahdollisimman pieneksi. Skannausparametrien pienentäminen ja uuden jälleenrakennusalgoritmin käyttö voisi olla tehokkaampaa kuin nykyinen rutiini TT-tutkimusohjelma.</p>
<p>Cumulative radiation exposure and estimated lifetime cancer risk in multiple-injury adult patients undergoing repeated or multiple CTs.</p> <p>2018</p> <p>Kritsaneeipaiboon, S & Jutiyon, A & Krisanachinda</p>	<p>Säteilyn aiheuttaman syövän kumulatiivisen säteilyaltistuksen ja elinikäisen riskin (LAR) arvioiminen tietokonetomografiassa aikuispotilailla, joilla oli useita vammoja.</p>	<p>Tutkimuksessa oli mukana 328 monivammaista aikuista potilasta, joille tehtiin diagnostinen TT vuoden 2013 aikana. Jokaisen potilaan kumulatiivinen TT-säteilyaltistus laskettiin ja ionisoivan säteilyn VII-metodologian biologisia vaikutuksia arviointiin syövän ilmaantuvuuden LAR-arvoa sukupuolen ja iän perusteella jokaisella altistumisella.</p>	<p>Keskimääräinen kumulatiivinen annos potilasta kohti oli 19,4 mSv. Yksi piste viisi prosenttia (5/328) potilaista sai kumulatiivisen efektiivisen annoksen ≥ 100 mSv ja 63,7 % potilaista kumulatiivisen efektiivisen annoksen ≤ 20 mSv. Keskimääräinen syövän ilmaantuvuuden LAR oli 0,14 % eli 1 potilaasta 714:stä.</p> <p>Tutkimuksessa todetaan että nuorilla alle kolmekymppisillä riski saada syöpä TT-kuvauksesta on merkittävä, joten sitä tulisi korvata muilla kuvausmetodeilla varsinkin jos kuvataan vartaloa.</p>