



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

# KUVANTAMISTUTKIMUKSISSA KÄY- TETYT JODIVARJOAINHEET SEKÄ NIIDEN HAITTAVAIKUTUKSET

TEKIJÄ: Lauri Helminen

Opinnäytetyön on todettu sisältävän plagiointia.

TOIMITUSJOHTAJA/REHTORIN PÄÄTÖS 0151 / 2024

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma			
Työn tekijä Lauri Helminen			
Työn nimi Kvantamistutkimuksissa käytetyt jodivarjoaineet sekä niiden haittavaikutukset			
Päiväys	22.1.2020	Sivumäärä/Liitteet	44/2
Ohjaaja Lehtori Pirjo Leppäsaari			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Savonia ammattikorkeakoulu röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma			
Tiivistelmä			
<p>Jodipitoiset röntgenvarjoaineet ovat potilaille yleensä hyvin siedettäviä valmisteita. Niiden tunnetuimmat haitat ovat munuaistoksisuus ja yliherkkyysoireet. Oleellista röntgenhoitajan kannalta näiden vaarojen hallinnassa ovat ennaltaehkäisy, hoitovalmius ja riskiryhmien tunnistaminen. Varjoaineen avulla parannetaan elimistön nesteiden ja rakenteiden näkyvyyttä. Varjoaine on ominaisuuksiltaan sellainen, että röntgensäteet läpäisevät sen eri tavalla kuin ympäröivät rakenteet, jolloin se muodostaa havaittavan kontrastieron.</p> <p>Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tarkoituksena oli koota kuvantamistutkimuksissa käytettävistä jodivarjoaineista ja niiden haittavaikutuksista luotettavaa sekä ajantasaista tietoa. Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tavoitteena oli, että työstä ja esityksestä muutkin voivat saada lisää tietoa tästä asiasta. Omana tavoitteenani oli, että ymmärrän tutkimuksen tekemisen käytännöt ja opin paljon kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen aiheesta. Työn teoriaosuus käsittelee jodivarjoaineiden käyttöä läpivalaisu- ja tietokonetomografiatutkimuksissa sekä toimenpiteissä. Lisäksi teoriaosuus selvittää jodivarjoaineiden kemiallisen rakenteen ja ominaisuudet, sekä kuvaa tutkimuksen tekemisen. Tulokset pohjautuvat tieteellisiin tutkimusartikkeleihin ja tuloksissa on selvitetty jodivarjoaineiden aiheuttamat haittavaikutukset tutkimusnäyttöön perustuen. Jodivarjoaineet ovat kehittyneet vuosien kuluessa parempaan suuntaan ja haittavaikutuksia esiintyy nykyään vähemmän, sekä niihin osataan paremmin varautua henkilökunnan toimesta. Liite 2 kokoaa yhteen tiiviisti jodivarjoaineiden tärkeimmät haittavaikutukset, josta asiaa voi helposti selvittää. Opinnäytetyö on kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus ja työn tilaaja on Savonia-ammattikorkeakoulu, röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma.</p>			
Avainsanat Jodivarjoaine, haittavaikutus, kuvantamistutkimus, läpivalaisuutkimus, tietokonetomografiatutkimus, toimenpiteet, kirjallisuuskatsaus			

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Radiography and Radiation therapy			
Author Lauri Helminen			
Title of Thesis Iodine contrast agents in imaging studies and their adverse reactions			
Date	22.1.2020	Pages/Appendices	44/2
Supervisor Senior lecturer Pirjo Leppäsaari			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences Degree Programme of Radiographer			
<p>Abstract</p> <p>X-ray contrast media containing iodine are generally well tolerated by patients. Their most prominent disadvantages are renal toxicity and hypersensitivity reactions. Prevention, medical treatment and identification of risk groups are essential for the radiographers in managing these risks. The contrast medium improves the visibility of body fluids and structures. The contrast medium has a property where X-rays penetrate it differently from the surrounding structures, thereby creating a noticeable contrast difference.</p> <p>The purpose of this descriptive literature review study was to gather reliable and up-to-date information on the iodine contrast agents used in imaging studies and adverse effects of iodine contrast agents. The goal of the descriptive literature review study was that also others would get more information about this topic from the work and presentation. My own goal was to understand the practice of research and to learn much about the topic of descriptive literature review study. The theoretical part of the thesis deals with the use of iodine contrast agents in fluoroscopy and computed tomography examinations and operations. In addition, the theoretical part explores the chemical structure and properties of iodinated contrast agents and describes how to conduct the study. The results section is based on scientific research articles and examines the adverse effects of iodine contrast agents based on research evidence. Iodine contrast agents have evolved over the years and now have fewer adverse effects and the staff is better prepared. Attachment 2 summarizes the main adverse effects of iodine contrast agents, where the thing can be easily figured out. The thesis is a descriptive literature review study and commissioned by Savonia University of Applied Sciences, degree program of radiographer.</p>			
<p>Keywords Iodine contrast agent, adverse reaction, imaging study, fluoroscopy study, computed tomography study, operations, literature review</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	JODIVARJOAINEET .....	6
2.1	Jodivarjoaineiden kemiallinen rakenne.....	6
2.2	Jodivarjoaineiden ominaisuuksia .....	7
2.3	Jodivarjoaineiden haittavaikutukset .....	8
3	JODIVARJOAINEET KUVANTAMISTUTKIMUKSISSA .....	11
3.1	Läpivalaisututkimukset ja toimenpiteet .....	11
3.2	Tietokonetomografiatutkimukset ja toimenpiteet.....	14
4	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITE .....	17
5	KIRJALLISUUSKATSAUS TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	18
5.1	Menetelmänä kuvaileva kirjallisuuskatsaus.....	18
5.2	Aineiston hankinta ja valinta .....	18
5.3	Aineiston analyysi.....	22
6	TULOKSET .....	24
6.1	Jodivarjoaineen aiheuttamat haittavaikutukset kuvantamistutkimuksissa potilaalle .....	24
6.1.1	Yliherkkyysoireet .....	24
6.1.2	Vaikutukset kilpirauhaseen.....	25
6.1.3	Munuaisvauriot .....	27
6.1.4	Muut haittavaikutukset .....	28
7	POHDINTA.....	30
7.1	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	30
7.2	Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen luotettavuus .....	31
7.3	Kirjallisuuskatsauksen eettisyys.....	32
7.4	Opinnäytetyöprosessin arviointi .....	33
7.5	Oma ammatillinen kasvu .....	34
	LIITE 1. KIRJALLISUUSKATSAUSAINEISTO .....	35
	LIITE 2. TAULUKKO JODIVARJOAINEIDEN TÄRKEIMMISTÄ HAITTAVAIKUTUKSISTA.....	39
	LÄHDELUETTELO.....	40

## 1 JOHDANTO

Suonensisäisesti annosteltavat jodipitoiset röntgenvarjoaineet ovat potilaille yleensä hyvin siedettäviä valmisteita. Niiden tunnetuimmat haitat ovat munuaistoksisuus ja yliherkkyysoireet. Oleellista röntgenhoitajan kannalta näiden vaarojen hallinnassa ovat ennaltaehkäisy, hoitovalmius ja riskiryhmien tunnistaminen. (Manner 2012, 61.) Röntgenvarjoaine on radiologisissa kuvantamistutkimuksissa käytettävä aine, jonka avulla parannetaan elimistön nesteiden ja rakenteiden näkyvyyttä. Varjoaine on ominaisuuksiltaan sellainen, että röntgensäteet läpäisevät sen eri tavalla kuin ympäröivät rakenteet, jolloin se muodostaa havaittavan kontrastieron. Useat varjoaineet ovat röntgensäteitä läpäisemättömiä. Varjoaine valitaan röntgentutkimuksen mukaan. (Mustajoki ja Kaukua 2008a, 1.)

Valitsin tämän aiheen, koska aihe on kiinnostava ja merkittävä myös röntgenhoitajan työn kannalta. Varjoaineita käytetään monissa kuvantamistutkimuksissa ja niiden käytöstä sekä haittavaikutuksista on mielenkiintoista sekä hyödyllistä tietää. Vaikka haittavaikutuksia esiintyykin harvoin, niin sivuoireet voivat olla vakavia. On siis hyvä tietää erilaisista haittavaikutuksista, ja näin osaan kertoa potilaille, mitä oireita mahdollisesti voi tulla niiden käytöstä. Työn tilaaja on Savonia-ammattikorkeakoulu Terveysala Kuopio Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma. Idean aiheeseen sain alkuvuodesta 2018 angiografiatutkimusten ja radiologisten toimenpiteiden luennolla, sillä siellä tuli vastaan paljon tietoa varjoaineista ja niiden käytöstä, jota kautta kiinnostuin aiheesta. Opinnäytetyö ei liity mihinkään projektiin tai hankkeeseen.

Opinnäytetyö on laadullinen tutkimus, jossa kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen avulla etsittiin tietoa tutkimuskysymykseen eri tietokannoista täsmällisiä hakusanoja käyttäen. Lähteet ovat pääasiassa internetlähteitä, mutta myös kirjallisia lähteitä käytettiin hieman. Systemoitu työtapo edellytti, että tutkimuksen prosessi kuvattiin ja suunniteltiin kuten yleensäkin tieteellisessä työssä. Tutkimus on voitava toistaa kuvauksen perusteella. Kuvailevalla kirjallisuuskatsaus tutkimuksella kartoitetaan sitä, millaista tietoa joltakin rajatulta alueelta on olemassa. Sen avulla tehdään tutkimusta tutkimuksesta, eli kootaan tutkimuksien tuloksia, jotka ovat perustana uusille tutkimustuloksille. Kuvailevaan kirjallisuuskatsaus tutkimukseen sisäänotetut aineistot analysoidaan, tehdään johtopäätöksiä ja aineistojen valinnassa käytetään hyvää lähdekritiikkiä. (Pihlainen 2016, 1-4.)

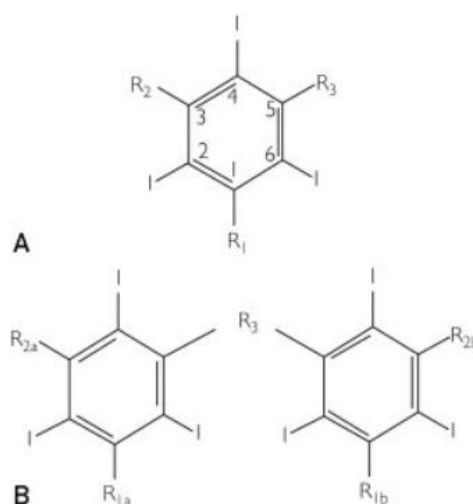
Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tarkoituksena oli koota kuvantamistutkimuksissa käytettävistä jodivarjoaineista ja niiden haittavaikutuksista luotettavaa sekä ajantasaista tietoa. Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tavoitteena oli, että työstä ja esityksestä muutkin voivat saada lisää tietoa tästä asiasta. Oma tavoitteenani oli, että ymmärrän tutkimuksen tekemisen käytännöt ja opin paljon kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen aiheesta. Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen avulla saatu tieto koottiin taulukoksi liitteessä 2. Liitteen 2 taulukkoa voidaan hyödyntää röntgenhoitajaopiskelijoiden opetuksessa ja tietoja voivat hyödyntää myös muut terveysalan ammattilaiset sekä asiasta kiinnostuneet. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus kokosi tietoa monista eri lähteistä ja selvitti vastaukset tutkimuskysymykseen. Tuotos julkaistaan Theseus.fi -sivustolla.

## 2 JODIVARJOAINEET

Moni elin läpäisee röntgensäteitä suhteellisen vaivattomasti ja siksi niitä ei saada näkyviin ilman varjoainetta. Muuten huonosti näkyviä rakenteita voidaan saada paremmin esiin röntgenvarjoaineella. (Mustajoki ja Kaukua 2008a, 1.) Tässä kuvailevassa kirjallisuuskatsaus tutkimuksessa varjoaineet ovat jodipitoisia, joita käytetään tavallisesti läpivalaisu- ja tietokonetomografiatutkimuksissa sekä toimenpiteissä.

### 2.1 Jodivarjoaineiden kemiallinen rakenne

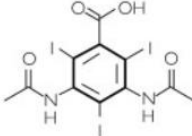
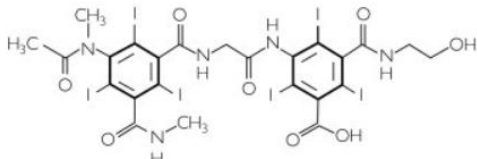
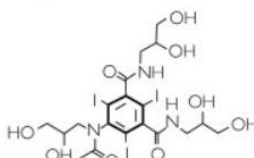
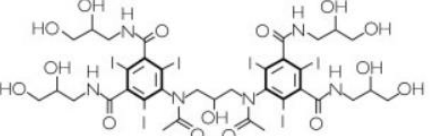
Jodipohjaiset varjoaineet voidaan jakaa osmolaarisuuden (korkea, matala tai iso-), ionisuuden (ioni- tai ioniton) ja bentseenirenkaiden (monomeeri tai dimeeri) lukumäärän perusteella. Ei-ioniset varjoaineet aiheuttavat vähemmän epämukavuutta ja vähemmän haittavaikutuksia verrattuna ionisiin aineisiin. (Beckett, Moriarity ja Langer 2015, 1.) Kaikilla jodipohjaisilla varjoaineilla on samanlainen toimintaryhmä, eli trijodioitu bentseenirengas (kuva 1). Jodilla on avainrooli röntgenkuvien vaimenemisessa. Kovalenttisesti sitoutuneen jodiatomin atomisäde on noin 133 pikometriä, joka kuuluu röntgensäteiden aallonpituusalueelle, joka on 10-10 000 pikometriä. Siten jodiatomit vaimentavat röntgensäteilyä helposti. Lisäksi bentseenirenkaaseen kovalenttisesti sitoutuneilla 3 jodiatomilla on 2 suurta etua. Ensimmäinen etu on se, että kolme tällaista suurta atomia toistensa läheisyydessä sijaitessaan lisäävät tehokasta molekyylikokoa, heikentäen siten pidemmän aallonpituuden röntgensäteilyä. Toinen etu on se, että kovalenttinen sitoutuminen stabiiliin orgaaniseen funktionaaliseen ryhmään, eli bentseenirenkaaseen, vähentää vapaan jodidin aiheuttamien toksisten vaikutusten riskiä. Bentseenirenkaat ovat trisubstituoitu 2, 4 ja 6 asemasta jodiatomeilla. (Pasternak ja Williamson 2012, 1.)



KUVA 1. Jodistettujen varjoaineiden perusmolekyylirakenneyksiköt. Kohta A, monomeerinen muoto ja kohta B, dimeerinen muoto. (Pasternak ja Williamson 2012, 1.)

Jodipohjaisilla varjoaineilla on 4 pääluokkaa ja ne ovat seuraavanlaisia: Ioninen monomeeri, jossa on yksittäinen trijodioitu bentseenirengas, jossa on karboksylaattia sisältävä bentseenisubstituutti. Ioninen dimeeri: 2 kytkettyä tri-jodistettua bentseenirengasta, joissa vähintään 1 karboksylaattia

sisältävä ryhmä on substituoitu ainakin yhdessä bentseenirenkaassa. Ei-ioninen monomeeri: yksittäinen trijodoitu bentseenirengas ilman karboksylaattia sisältävää bentseenisubstituenttia. Ei-ioninen dimeeri: 2 kytkettyä tri-jodattua bentseenirengasta, jotka eivät sisällä funktionaalista karboksylaattiryhmää missään bentseenisubstituentissa. (Pasternak ja Williamson 2012, 1.) Kuvassa 2 asia on koottu yhteen asian havainnollistamiseksi.

Ionization	Polymer	Structure	Example	Osmolarity
Ionic	Monomer		Diatrizoate (Hypaque)	1400-2400 mOsm/L
Ionic	Dimer		Ioxaglate (Hexabrix)	600 mOsm/L
Nonionic	Monomer		Isohexol (Omnipaque)	290-860 mOsm/L
Nonionic	Dimer		Iodixanol (Visipaque)	280 mOsm/L

KUVA 2. Jodipohjaisten varjoaineiden neljän luokan ominaisuudet (Pasternak ja Williamson 2012, 1).

## 2.2 Jodivarjoaineiden ominaisuuksia

Jodivarjoaineen viskositeetti tarkoittaa sitä, kuinka paksua ja tahmeaa se on. Tämä täytyy ottaa huomioon jodivarjoaineita annostellessa. Jodivarjoaineet ovat yleensä hyvin viskoottisia aineita, eli ne ovat tahmeita. Varjoaineen korkea viskositeetti vereen verrattuna voi vaikuttaa varjoaineen aiheuttamiin haittavaikutuksiin. Mitä suurempi varjoaineen konsentraatio on, sitä viskoosimpaa se on. Korkeamman viskositeetin omaavilla jodivarjoaineilla on enemmän haittavaikutuksia. (Pasternak ja Williamson 2012, 1.)

Varjoaineiden viskositeetti vaikuttaa varjoaineiden annostelun nopeutuun ja annostelutapoihin. Angiografia- ja tietokonetomografiatutkimuksissa jodivarjoainetta annostellaan usein suurina nopeuksina automaattisen ruiskun avulla tai ainetta ruiskutetaan käsin. Angiografiatutkimuksissa ruiskutusnopeus voi olla jopa 30 ml/s ja jodivarjoainetta ruiskutetaan ohuen katetrin kautta suoraan valtimoon. Tällöin varjoaineen sopiva viskositeetti on erityisen tärkeää, sillä liian korkea viskositeetti vaikeuttaa annostelua. Lämmittämällä jodivarjoaine ruumiinlämpöiseksi ennen aineen käyttöä voidaan viskositeettiin vaikuttaa alentavasti ja näin saada varjoaine paremmin juoksevaksi. (Pasternak ja Williamson 2012, 1.)

Osmolaliteetti tarkoittaa liuenneiden molekyylien ja ionien lukumäärää liuotinkilossa (Fimlab 2012). Jodipohjaiset varjoaineet voidaan siis jakaa osmolaarisuuden perusteella kolmeen luokkaan; korkea-, matala-, iso-osmolaalinen. Iso-osmolaalinen aine tarkoittaa, että osmolaalisuus on sama veren kanssa. Nykyisin käytetään lähes yksinomaan ionittomia matala- tai iso-osmolaalasia jodivarjoaineita suonensisäisiin injektioihin. Korkea-osmolaliteetti voi aiheuttaa solunulkoisen nesteen muutoksia, mikä johtaa solujen kuivumiseen ja solun sisäisen nesteen viskositeetin lisääntymiseen, mikä voi johtaa solun toimintahäiriöön. (Beckett, Moriarity ja Langer 2015, 1.)

Kemiallisten ominaisuuksiensa takia jodivarjoaineet ovat yleensä tahmeampia (viskositeetti suurempi) ja niiden osmolaliteetti on suurempi (enemmän molekyyliä vesikiloa kohti) kuin plasma, veri tai aivo-selkäydinneste. Korkean osmolaalisuuden jodivarjoaineilla on 5–8-kertainen osmolaalisuus verrattuna plasman osmolaalisuuteen, matalan osmolaalisuuden jodivarjoaineilla on 2–3-kertainen osmolaalisuus ja iso-osmolaalisilla jodivarjoaineilla, joita käytetään yhä enemmän, on sama osmolaalisuus kuin plasmassa, veressä ja aivo-selkäydinnesteessä. (Singh ja Daftary 2008, 1.) Veren osmolaliteetti on noin 280-290 mOsm/l, korkean osmolaalisuuden jodivarjoaineen osmolaliteetti on noin 1500 – 2000 mOsm/l, matalan osmolaalisuuden jodivarjoaineen osmolaliteetti on noin 290 – 860 mOsm/l ja iso-osmolaalisen jodivarjoaineen osmolaliteetti on noin 280-290 mOsm/l (Pasternak ja Williamson 2012, 1).

Varjoaineen pitoisuudella on merkitystä, sillä varjoaineen toiminta perustuu sen kykyyn vaimentaa röntgensäteitä. Varjoaineen sisältämän jodin atomisäde on pituudeltaan röntgensäteiden aallonpituuden alueella ja tähän perustuu sen kyky vaimentaa röntgensäteitä. Mitä enemmän aineessa on jodia tilavuutta kohden (mg/ml), sitä voimakkaammin aine vaimentaa röntgensäteitä ja erottuu röntgenkuvista. (Pasternak ja Williamson 2012, 1.)

Jodivarjoaineista yleisesti käytettyä Omnipaque kauppanimellä olevaa varjoainetta on saatavilla pitoisuuksilla 140, 180, 240, 300 ja 350 mg I/ml (Fimea 2019a, 1). Toinen yleisesti käytetty jodivarjoaine Visipaque on saatavilla pitoisuuksilla 270 mg I/ml ja 320 mg I/ml (Fimea 2019b, 1). Sekä Omnipaque että Visipaque injektionesteet ovat kirkkaita, värittömiä tai hieman keltaisia vesiliuoksia. Annostus riippuu käytettävästä tutkimusmenetelmästä ja tekniikasta, sekä potilaan painosta, yleiskunnosta, iästä ja sydämen lyöntivolyymistä. (Fimea 2019a, 1-2; Fimea 2019b, 1-2.)

### 2.3 Jodivarjoaineiden haittavaikutukset

Jodivarjoaineella tarkoitetaan jodipitoista varjoainetta, eli varjoainetta, joka sisältää jodia. Erilaisia jodia sisältäviä varjoaineita on monia. Jodipitoisten varjoaineiden käyttö kuvantamisessa on lisääntynyt muun muassa tietokonetomografialaitteiden yleistymisen myötä, ja koska tutkittavat ovat yhä huonokuntoisempia ja iäkkäämpiä. Varjoaineiden käyttö voi kuitenkin aiheuttaa munuaisvaurion (Contrast Induced Nephropathy, CIN), jonka ehkäisy on viime vuosina ollut erittäin laajan kiinnos-

tuksen kohteena. Nefropatian ehkäisyyn kulmakivet ovat edelleen riittävä nesteytys, munuaistoksisien lääkkeiden käytön tauottaminen, uuden varjoainetutkimuksen lykkääminen vähintään 48 tunnin päähän ja mahdollisimman pieni annos matala- tai iso-osmolaalista varjoainetta. (Koskinen 2008, 1.)

Jodipohjaiset varjoaineet ovat olleet käytössä 1950-luvulta lähtien radiografisten kuvantamistapojen helpottamiseksi. Lähes kaikkien erikoisalojen lääkärit joko antavat näitä varjoaineita, tai hoitavat varjoaineita saaneita potilaita. Eri jodipohjaiset varjoaineet eroavat suuresti ominaisuuksiltaan, toksisilta vaikutuksiltaan ja käyttöominaisuuksiltaan. Siksi lääkäreiden tulee olla ainakin pinnallisesti perehtynyt jodipohjaisten varjoaineiden farmakologiaan, antoon, riskeihin ja haittavaikutuksiin. Nykyään käytännössä menestyneimmät ja laajimmin käytetyt varjoaineet ovat jodipohjaisia varjoaineita. On arvioitu, että noin 75 miljoonaa jodivarjoaine annosta annetaan maailmanlaajuisesti vuodessa. (Pasternak ja Williamson 2012, 1.)

Jodivarjoaineet valitaan kuvauskohteen mukaan. Varjoaine voidaan esimerkiksi annostella katetrin kautta virtsarakkoon ja virtsaputkeen. Potilas voi juoda varjoainetta, jos tutkimuskohteena on ruokatorvi ja mahalaukku. Varjoaine voidaan antaa ruiskeena peräsuoleen tai varjoainetta voidaan antaa myös neulalla pistämällä tutkittavaan kohteeseen, esimerkiksi nivelien tutkimuksissa. Varjoainetta voidaan myös ruiskuttaa joko valtimeen tai laskimoon, kun tutkitaan sisäelimiä tai verisuonia. Varjoaineen ollessa halutussa paikassa kohde kuvataan. Varjoaineella voidaan tutkia myös imusuonistoa ja sappiteitä. Esimerkiksi sydämen sepelvaltimoiden varjoainekuvaus tehdään ennen sepelvaltimeen kohdistuvia toimenpiteitä, kuten ohitusleikkausta tai pallolaajennusta. (Mustajoki ja Kaukua 2008a, 1.)

Ennen varjoainekuvausta täytyy varmistaa, että munuaiset toimivat normaalisti. Yleensä jodivarjoaine poistuu elimistöstä munuaisten kautta ja virtsan mukana pois elimistöstä. Jodivarjoaineen poistuminen voi hidastua merkittävästi, jos munuaiset toimivat huonosti. Pitkään munuaisissa viipyvä varjoaine voi vaurioittaa munuaisia. Varjoaineiden aiheuttamat haitat pyritään ehkäisemään ennen varjoaineen antamista tutkimalla seerumin kreatiniini-arvoja. Varjoainetta ei anneta, mikäli kreatiniini-arvo on suurentunut merkinä munuaisten heikentyneestä toiminnasta. Sen sijaan harkitaan, voidaanko varjoainekuvaus korvata jollakin muulla kuvantamistavalla. Varjoaine poistuu elimistöstä ongelmitta, jos kreatiniini-arvo on normaali, ja tällöin varjoainekuvaus voidaan tehdä turvallisesti. (Mustajoki ja Kaukua 2008a, 1.)

Yleensä varjoaineet eivät aiheuta kipua tai mitään jälki- tai sivuvaikutuksia. Varjoaineet voivat aiheuttaa allergisia reaktioita, esimerkiksi hikoilua, turvotusta, ihottumaa, huimausta, päänsärkyä ja oksentelua. Turvallisempien varjoaineiden kehittelyn myötä allergiset reaktiot ovat kuitenkin vähentyneet. Erittäin harvoin ilmenee hengenvaarallisia reaktioita, joihin voi liittyä verenpaineen laskua, hengenahdistusta ja sokkitila. Sivuvaikutusten varalta kuvauspaikalla on aina valmiina välineitä ensiapuun ja lääkkeitä, joilla äkisti syntyneitä oireita voidaan hoitaa. (Mustajoki ja Kaukua 2008a, 1.)

Lääkäreiden täytyy usein määritellä sopivin diagnostinen tutkimus potilailleen. On välttämätöntä tuntea erilaiset varjoaineet, niiden riskit, käytön vasta-aiheet eli kontraindikaatiot ja esimerkiksi mikä

varjoainetehostettu tutkimus on sopiva. Esimerkiksi CT-tutkimuksissa voidaan käyttää monenlaisia varjoaineita. Käytettävä varjoaine valitaan sen mukaan, mikä antoreitti on kyseessä, mikä on haluttu kudoserotus sekä mitä diagnoosia epäillään. Mahdollisia vasta-aiheita laskimonsisäisen varjoaineen annolle ovat aiemmat reaktiot varjoaineelle, raskaus, radiojodihoito, metformiinin käyttö sekä munuaisten krooninen tai akuutti paheneva vajaatoiminta. Selkeä kommunikointi lääkäreiden ja radiologien kesken on välttämätöntä saavuttaakseen sopivin tutkimus pienimmällä hinnalla ja pienimmällä riskillä potilaalle. (Rawson ja Pelletier 2013, 1.)

Yhdysvaltalainen tutkijaryhmä selvitti ionisoitumattomien jodipitoisten varjoaineiden haittavaikutusten esiintyvyyttä seitsemän vuoden aikavälillä. Tutkimusaineistoon kuului 84 928 varjoaineen ruiskutusta. Varjoainereaktioiden kokonaisesiintyvyydeksi saatiin 0,7 %, ja kolme neljäsosaa tapauksista oli lieviä. Yleisimmät haittavaikutukset olivat ihon kutiaminen ja urtikaria eli nokkosihottuma. Vakavia reaktioita oli vain 11 (0,001 %), eikä kuolemaan johtavia reaktioita esiintynyt. Vakavistakin reaktiosta toivuttiin täysin. Alle puolet potilaista sai lääkitystä varjoainereaktioon. Yleisimmät käytetyt lääkkeet olivat adrenaliini, albuteroli, kortikosteroidi ja difenhydramiini. Lääkityskomplikaatioita ei tutkimuksessa tullut esiin. Tutkimus vahvistaa aiempaa käsitystä haittavaikutusten erittäin pienestä esiintyvyydestä ionisoitumattomia jodipitoisia varjoaineita käytettäessä. (Koskinen 2008, 1.)

Varjoaineista johtuvia reaktioita voidaan luokitella eri tavalla. Eurooppalaisessa luokittelussa reaktiot jaetaan lähtökohtaisesti ei-munuaisperäisiin ja munuaisperäisiin. Kummassakin luokittelussa reaktiot jaetaan vakaviin tai vaikeisiin (severe), kohtalaisiin (moderate) ja lieviin (mild). Reaktiot voidaan jakaa vielä fysiologisiin reaktioihin ja allergian kaltaisiin reaktioihin. Erittäin myöhäiset haittavaikutukset tulevat yli viikon jälkeen varjoaineen annosta, myöhäiset haittavaikutukset yhden tunnin ja akuutit reaktiot tulevat alle yhden tunnin kuluessa varjoaineen annosta. (American College of Radiology 2018, 22.)

Jodivarjoaine voi aiheuttaa lämmön tunnetta koko keholla varjoaineen ruiskutuksen aikana ja sen jälkeen. Tunne on ohimenevä ja se kestää yleensä noin 20 sekuntia. Koska lämmön tunne keskittyy yleensä lantion alueelle, potilas voi kokea laskevuksensa alleen. Osa potilaista voi kokea pahoinvointia. Jotkut potilaat maistavat metallin makua suussa. Sivuvaikutuksista on tärkeä kertoa potilaalle ennen tutkimusta, jotta hän ei säikähdä erikoisia tuntemuksia. Nämä tuntemukset menevät yleensä nopeasti ohi ja ovat yksilöllisiä. Tutkimuksen jälkeen potilaalle suositellaan, että hän juo normaalia enemmän nesteitä, jolloin varjoaine poistuu nopeammin elimistöstä. Merkittävimmät jodivarjoaineen haitat ovat munuaistoksisuus ja yliherkkyysoireet. (Goergen 2017, 1.)

### 3 JODIVARJOAINEET KUVANTAMISTUTKIMUKSISSA

Lääketieteelliset kuvantamistutkimukset ovat tärkeä osa potilaiden terveydenhuoltoa. Niillä saadaan diagnostisia kuvia ihmisten kudoksista ja elimistä, mitkä auttavat sairauksien seurannassa ja diagnosoinnissa. Kuvaukset auttavat myös toimenpiteiden suunnittelussa ja toteuttamisessa. (Goergen 2017, 1.)

#### 3.1 Läpivalaisututkimukset ja toimenpiteet

Läpivalaisututkimus tarkoittaa potilaan kuvantamista röntgensäteiden avulla. Varjoaineet ovat tarpeellisia näissä kuvauksissa. Läpivalaisu perustuu röntgensäteilyyn ja röntgensäteilyn vaimenemiseen tutkittavassa kohteessa. Vaimenemisen takia kuvareseptorille saapuvassa säteilyssä on intensiteetin paikallista vaihtelua. Kuvareseptori muuntaa tämän vaihtelun näkyvään muotoon, röntgenkuvaksi. (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 62.) Jodipohjaisia varjoaineita voidaan käyttää läpivalaisututkimuksissa. Läpivalaisua käytetään, kun tarvitaan reaaliaikaista kuvaa nesteiden liikkeistä tai kehon sisäisistä rakenteista. Kirurgiassa, toimenpideradiologiassa ja kardiologiassa on perinteisesti käytetty läpivalaisututkimuksiin C-kaarta. (Mäkelä ja Katisko 2015, 1.) Läpivalaisua voidaan hyödyntää virtsateiden, ruoansulatuskanavan ja etenkin verenkiertoelinten tutkimisessa. Läpivalaisututkimuksessa seurataan varjoaineen kulkua elimistössäsi. Varjoaine ja sen antotapa vaihtelevat tutkimuskohteen mukaan. (Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2019, 1.)

Läpivalaisututkimukset voivat vaatia pitkiäkin läpivalaisuaikoja. Läpivalaisun käyttö on lisääntynyt leikkaussaleissa, koska se mahdollistaa noninvasiivisempien toimenpiteiden toteuttamisen sekä lisää turvallisuutta, esimerkiksi helpottamalla instrumenttien täsmällisempää käyttöä. (Heikkilä 2013, 13.) Kuvaustilanteessa olisi pyrittävä riittävään kuvanlaatuun, jolla saadaan diagnostinen tieto sekä nähdään halutut yksityiskohdat, eikä kaikissa kuvaustilanteissa ole tarpeellista pyrkiä parhaaseen kuvanlaatuun. Mikäli kuvanlaatu tästä tasosta halutaan parantaa, potilas saa suuremman annoksen ja hyötyjä ei saada. (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 145.)

Läpivalaisu on ollut kliinisessä käytössä pian sen jälkeen, kun Wilhelm Röntgen oli löytänyt röntgensäteet vuonna 1895. Läpivalaisu eroaa useimmista muista röntgenkuvauksista siinä, että tuotetut kuvat näkyvät reaaliajassa, mikä mahdollistaa dynaamisten biologisten prosessien arvioinnin ja ohjaavat toimenpiteet. Läpivalaisukuva näyttää olevan jatkuvaa, koska nykyaikaiset elektroniset läpivalaisujärjestelmät näyttävät kuvia suurella kuvanopeudella, tyypillisesti 25 tai 30 kuvaa sekunnissa. Näillä ruutunopeuksilla ihmisen visuaalinen järjestelmä ei pysty erottamaan katkoja kuvassa. Läpivalaisutekniikat ja laitteet ovat kehittyneet vuosien kuluessa erittäin hienostuneeseen tekniikkaan, jolla on edistykselliset 3D-ominaisuudet ja jotka pystyvät ohjaamaan hengenpelastusmenetelmiä vähällä haitalla potilaalle. Läpivalaisutekniikat ovat korvanneet useat invasiiviset avoimet kirurgiset toimenpiteet ja säteilyannokset ovat suhteellisen alhaiset. (Gingold s.a., 1.) Kuvassa 3 havainnollistava kuva läpivalaisusta käytännössä radiologin suorittaessa aivojen verisuonen läpivalaisutoimenpidettä.



KUVA 3. Aivojen verisuonten läpivalaisutoimenpide (Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2019, 1).

Läpivalaisulaitteisto on nykyisin yleistynyt niin sanottu yläputkityyppinen, kauko-ohjattu yleistutkimusteline. Siinä röntgenputki on pöytälevyn yläpuolella ja kuvareseptoriin liittyvät osat vastaavasti pöydän alla. Teline voi olla myös C-kaarityyppinen, jolloin röntgenputki ja kuvanvahvistin sijaitsevat kaaren vastakkaisissa päissä. Tällaisessa telineessä kuvaussuunta voidaan helposti kääntää halutuksi. (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 43.) Kuvassa 4 havainnollistava kuva tavallisesta C-kaari läpivalaisulaitteistosta.



KUVA 4. C-kaari läpivalaisulaitteisto (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 44).

Toimenpideradiologia tarkoittaa kaikkia kuvausohjattavia diagnostisia tai hoidollisia toimenpiteitä. Kuvausmenetelmänä voidaan käyttää röntgenläpivalaisu-, magneetti-, ultraääni- tai tietokonetomografiakuvausta. Yleisimmät toimenpiteet ovat erilaiset diagnostiset neulanäytteet (n. 77%) ja verisuoniahtaumien pallolaajennushoidot ja stenttien asennukset (n. 10%). Toimenpideradiologia on

esimerkki nykyaikaisen lääketieteen pyrkimyksestä kohti entistä spesifisempää diagnostiikkaa sekä vähemmän kajoavia ja potilasta rasittavia hoitomuotoja. Toimenpideradiologia korvaa ja täydentää avoimia kirurgisia leikkauksia. (Soimakallio ym. 2005, 649.)

Läpivalaisututkimuksessa voidaan tutkia myös virtsateiden ja ruoansulatuskanavan toimintaa. Tutkimuksessa seurataan jodi- tai bariumpitoisen varjoaineen kulkua elimistössä röntgensäteiden avulla. Virtsateitä tutkittaessa varjoaine voidaan johtaa katetrilla virtsateihin tai ruiskuttaa laskimoon. Ruoansulatuskanavan kuvauksissa varjoaineaine joko juodaan tai ohjataan letkun kautta kohdealueelle. (Vaasan keskussairaala 2016, 1.)

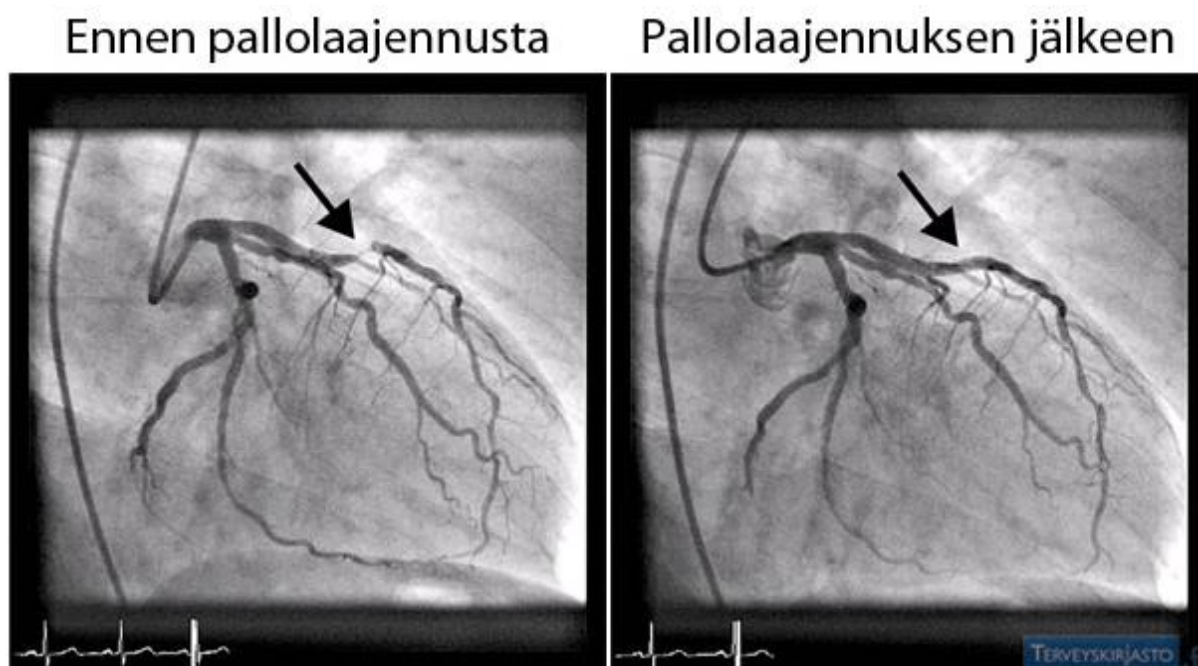
Angiografia tarkoittaa valtimoiden varjoainekuvausta. Toimenpide tehdään paikallispuudutuksessa ja tutkimuksessa potilaan valtimeen ruiskutetaan katetrin avulla jodivarjoainetta, minkä aikana halutuilta alueilta otetaan röntgenkuvia. (Soimakallio ym. 2005, 490.) Valtimehoimenpiteisiin kuuluu pallolaajennushoito, stenttaus (metalliverkkoputken laittaminen verisuoneen), stentti-graftien asennus, embolisatiot (verisuonten tukkimishoidot) ja trombolyytit (verihyytymien liuotushoidot) (Soimakallio ym. 2005, 658).

Laskimoimenpiteisiin (venografia) kuuluu laskimotukosten hoito, keuhkoveritulppien hoito, laskimoiden vajaatoiminnan hoito, stenoosien (ahtaumien) hoito, venoosien malformaatioiden (epämuodostumien) hoito ja vierasesineiden poisto laskimoista (Soimakallio ym. 2005, 670-676). Imusuonten kuvantaminen liittyy lähinnä syövän hoitoon, kun etsitään kasvainta lähellä olevia poistettavia imusolmukkeita, vartijaimusolmukkeita. Näissä kuitenkin jodipohjaisia varjoaineita ei käytetä, vaan käytössä on isotooppikuvantamisen menetelmät, esimerkiksi technetium 99, tai joissain tapauksissa tavallinen metyleenisiniväri. (Soimakallio ym. 2005, 700.)

Varjoainekuvauksella voidaan selvittää muun muassa sydämen sepelvaltimoiden tukoksia. Valtimeot eivät näy tavallisissa röntgenkuvissa, ellei niissä ole todella paljon kalkkia. Siksi kuvauksissa tarvitaan varjoainetta. Varjoaine tekee kalkkeutumattoman verisuonen ääriä näkyviksi röntgenkuvissa. Varjoainetutkimuksia tarvitaan silloin, kun potilaan löydösten ja oireiden perusteella epäillään suonien ahtaumista. Ahtauman syy on tavallisesti suonien seinämään kertynyt ylimääräinen aine, jota sanotaan plakiksi. Plakki koostuu muun muassa kolesterolista. Ahtauma heikentää veren kulkua valtimeissa. Tämän yleisen valtimeosairauden nimi on valtimekovettumatauti. Elimistön kudosten kannalta kriittinen tekijä verenkierrossa on hapen saanti. Koska elimistö tarvitsee ruumiillisen rasituksen aikana enemmän happea kuin levossa, ahtauma ilmoittaa itsestään aluksi vain rasituksen yhteydessä. Hapenpuute tuntuu kipuna ahtauneen suonien lähialueella. Jos valtimeon ahtauma pahenee, kipua voi ilmetä jo levossakin ja lopulta veren sekä hapen puute aiheuttaa kuolion. Sydämen kuoliota nimitetään sydäninfarktiksi. Aivoverenkiertohäiriön oireet riippuvat täysin siitä, missä aivojen osassa verenkierto on estynyt. Oireita ovat esimerkiksi äkillinen huimaus, raajojen halvaukset tai puheen häiriöt. Munuaisvaltimeon ahtauma nostaa verenpainetta, mutta ei aiheuta kipuja lainkaan. (Mustajoki ja Kaukua 2008b, 1.)

Kuvauskohteesta riippuen puhutaan munuaisvaltimoiden, alaraajavaltimoiden, sepelvaltimoiden tai aivovaltimoiden varjoainekuvauksesta. Nämä ovat tavallisimmat paikat, joissa valtimoahtaus aiheuttaa tuhojaan. Varjoainekuvauksen tarkoituksena on varmistaa, että potilaan oireiden aiheuttajana todellakin on valtimoahtaus. Sillä mikäli valtimot ovatkin sileät, on jokin muu syy potilaan oireisiin. Varjoainekuvauksella saadaan myös käsitys oireita aiheuttavien ahtaumien lukumäärästä, vaikeusasteesta ja tarkasta sijainnista. Kuvien perusteella voidaan tehdä päätös tarvittavista toimenpiteistä: joudutaanko turvautumaan ohitusleikkaukseen, jossa muualta otetulla verisuonella ohitetaan ahtautunut kohta vai voidaanko ahtaumaa levittää pallolaajennuksella. Joskus ahtaumia on niin monessa paikassa, ettei ohitusleikkauksella tai pallolaajennuksella pystyittäisi helpottamaan potilaan oireita lainkaan. Tällaisessa tilanteessa kannattaa yrittää lievittää oireita verenkiertoa edistävillä lääkkeillä ja jättää riskialtis toimenpide tekemättä. (Mustajoki ja Kaukua 2008b, 1.)

Kuvassa 5 on havainnollistettu angiografiatoimenpidettä käytännön esimerkillä. Vasemmalla puolella on sydämen sepelvaltimon haaran ahtaus nuolen osoittamassa kohdassa. Sepelvaltimoon on ruiskutettu jodivarjoainetta, jonka avulla suonet saadaan näkyviin. Ahtaumalle tehdään pallolaajennus. Reisivaltimon kautta aorttaan on viety katetri, jota kautta jodivarjoaine ruiskutetaan sepelvaltimoon ja pallolaajennin ohjataan ahtauman kohdalle. Oikeanpuolen kuva on otettu heti pallolaajennuksen jälkeen. Ahtaus on poissa ja veri kulkee normaalisti. (Metropolia 2014, 1.)



KUVA 5. Sydämen jodivarjoainekuvauksen kuvaus (Metropolia 2014, 1).

### 3.2 Tietokonetomografiatutkimukset ja toimenpiteet

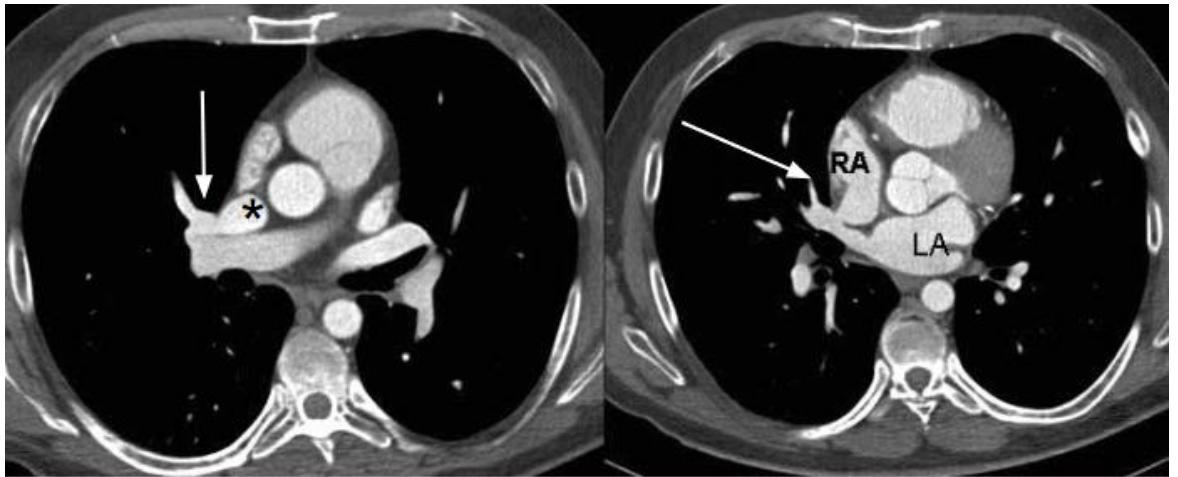
Tietokonetomografia (TT-kuvaus) tarkoittaa viipalekuvausta, jossa röntgensäteiden avulla otetaan poikkileikekuvia tutkittavalta alueelta. Tutkimus suoritetaan makuuasennossa. Tietokonetomografia perustuu röntgensäteisiin ja röntgensäteiden vaimenemiseen kuvattavassa kohteessa. Röntgensä-

teet absorboituvat eri tavalla eri kudoksissa ja elimissä. TT:ssä kohteesta otetaan satoja erisuuntaisia projektiokuvia, joista rekonstruoidaan leikekuva, joka on tietyn levyinen poikkileikkaus kohteesta. Laskenta vaatii monimutkaisia kuvankäsittelyalgoritmeja ja tehokkaita tietokoneita. Tarvittaessa ennen kuvausta potilaalle annetaan kanyyliin kautta laskimoon jodipitoista varjoainetta. Kuvauksessa potilas laitetaan rengasmaisen tutkimustelineen keskelle. Telineen kehää kiertää säteilevä röntgenputki. Potilaan vastakkaisella puolella on myös kehällä liikkuva säteilynilmaisin. Putki lähettää röntgensäteitä, jotka läpäisevät kuvauskohteen ja osuvat vastakkaisella puolella olevaan ilmaimeen. Röntgenputki ja ilmaisin kiertävät kuvauskohteen ympäri, näin saadaan kerroskuvat useasta eri tasosta. Tietokone laskee läpipäässeensä säteilyn ja laitteisto tuottaa yhden kuvan jokaisen potilaan ympäri tekemänsä kierroksen perusteella. Yhdessä tällaisessa kuvassa nähdään siis poikkileikkaus kuvauskohteesta. (Mustajoki ja Kaukua 2008c, 1.) Kuvassa 6 on esitetty tietokonetomografialaitteisto, varjoainekuvaus sekä tutkimuspöytä.



KUVA 6. Tietokonetomografialaitteisto (Docrates 2019, 1).

TT-kuvauksen vahvuus on se, että se kykenee erottelemaan tiheydeltään vain vähän toisistaan poikkeavia kudoksia. Maksa näkyy normaalisti tasaisen harmaana massana, mutta jos maksassa on kasvain, joka on tavallista maksakudosta tiheämpää, se näkyy kerroskuvissa muuta maksaa tummempana. Aivojen kerroskuvissa eri rakenteet erottuvat selvästi. Kun aivokudoksen alueelle tulee aivoinfarkti, aivojen tiheys muuttuu infarktialueella, mikä näkyy kerroskuvissa muusta aivokudoksesta poikkeavan sävyisenä alueena. Koska tietokonekerroskuvauksessa otetaan useita röntgenkuvia sarjana, säderasitus on tavallista röntgenkuvaa suurempi. 70-luvun alussa yhden kerroskuvan eli leikkeen kuvaamiseen meni useita minutteja, mutta nykyään koko vartalon kuvaamiseen kuluu muutama sekunti. Nykyaikaiset kerroskuvauslaitteet ovat tosin niin nopeita, että varsinainen sädetysaika jää hyvin lyhyeksi, eikä tietokonekerroskuvauksen järkevästä käytöstä ole todettu olevan merkittävää haittaa. (Mustajoki ja Kaukua 2008c, 1.) Kuvassa 7 on esimerkki tietokonetomografiakuvasta. Kuvassa on sydän ja kuvauksessa on käytetty mukana jodivarjoainetta. Jodivarjoaine näkyy kuvassa kirkkaan valkoisena.



KUVA 7. Tietokonetomografiakuva (TT-kuva) sydäimestä jodivarjoaineen kanssa (Hänninen ym. 2012, 72).

Tutkittavalle tietokonetomografiakuvaus (TT-kuvaus) on nopea, helppo ja kivuton, mutta esivalmisteluihin menee enemmän aikaa. Esimerkiksi kanyylin laitto jodivarjoaineen antoa varten voi olla epä-mukavaa. TT-tutkimus soveltuu minkä tahansa kehon elimen tai alueen tutkimiseen, esimerkiksi vartalon, raajojen, pään ja kaulan kuvauksiin. Sitä voidaan käyttää myös apuvälineenä, jos tehdään toimenpiteitä sellaisiin syviin kohteisiin, joihin ei saada näköyhteyttä muilla laitteilla. Lisäksi TT-kuvausta voidaan käyttää apuna, kun otetaan koepaloja. (Tampereen yliopistollinen sairaala 2015, 1.)

#### 4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITE

Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tarkoituksena oli koota kuvantamistutkimuksissa käytettävistä jodivarjoaineista ja niiden haittavaikutuksista luotettavaa sekä ajantasaista tietoa. Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tavoitteena oli, että työstä ja esityksestä muutkin voivat saada lisää tietoa tästä asiasta. Omana tavoitteenani oli, että ymmärrän tutkimuksen tekemisen käytännöt ja opin paljon kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen aiheesta. Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen avulla saatu tieto koottiin taulukoksi liitteessä 2. Liitteen 2 taulukkoa voidaan hyödyntää röntgenhoitajaopiskelijoiden opetuksessa ja tietoja voivat hyödyntää myös muut terveysalan ammattilaiset sekä asiasta kiinnostuneet. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus kokosi tietoa monista eri lähteistä ja selvitti vastaukset tutkimuskysymykseen. Tuotos julkaistaan Theseus.fi –sivustolla.

Tutkimuskysymys kuvailevassa kirjallisuuskatsaus tutkimuksessa oli, että:

- Mitä haittavaikutuksia kuvantamistutkimuksissa käytettävällä jodivarjoaineella voi aiheutua potilaalle?

## 5 KIRJALLISUUSKATSAUS TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 5.1 Menetelmänä kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus on tieteellisiä periaatteita noudattava itsenäinen tutkimusmenetelmä, jonka tarkoituksena on kuvata valittu ilmiö teoreettisesta tai kontekstuaalisesta näkökulmasta rajatusti, jäsennetysti ja perustellusti tarkoitukseen valitun kirjallisuuden avulla. Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen vaiheet ovat: tutkimuskysymyksen muodostaminen, aineiston valinta, kuvailun rakentaminen ja tulosten tarkastelu. Tutkimuskysymys ohjaa prosessia ja aineisto voi olla tieteellisiä tutkimuksia, sekä myös muuta kirjallisuutta, joka on kysymyksen asettelun kannalta perusteltua. Tutkimuskysymykseen vastataan valittua aineistoa yhdistämällä, vertailemalla ja syntetisoimalla. Seuraava vaihe on tulosten tarkastelu, joka tarkoittaa keskeisten tulosten kokoamista, tarkastelua suhteessa laajempaan kontekstiin. Lisäksi kuvailevassa kirjallisuuskatsaus tutkimuksessa pohditaan eettisyyteen sekä luotettavuuskysymyksiin liittyviä asioita. (Kangasniemi ym. 2013, 291-301.)

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus on yksi yleisimmin käytetyistä kirjallisuuskatsauksen tyypeistä. Sitä voi luonnehtia yleiskatsaukseksi ilman tarkkoja ja tiukkoja sääntöjä. Käytettyjä aineistoja eivät rajaa metodiset säännöt ja aineistot ovat laajoja. Tutkittavasta ilmiöstä pystytään tarvittaessa luokittelemaan tutkittavan ilmiön ominaisuuksia ja pystytään kuvaamaan tutkittavaa ilmiötä laaja-alaisesti. Tutkimuskysymykset ovat väljempiä kuin meta-analyysissä tai systemaattisessa katsauksessa. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus, josta käytetään joskus nimeä traditionaalinen kirjallisuuskatsaus, toimii itsenäisenä metodina, mutta sen katsotaan myös tarjoavan uusia tutkittavia ilmiöitä systemaattista kirjallisuuskatsausta varten. Kuvailevasta kirjallisuuskatsauksesta erottuu kaksi hieman erilaista orientaatiota, joita ovat integroiva ja narratiivinen katsaus. Erityisesti integroivalla kirjallisuuskatsauksella on useita yhtymäkohtia systemaattiseen katsaukseen. (Salminen 2011, 6.) Kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus toteutettiin siten, että kootuista lähteistä kasattiin tiivis, tutkimuskysymykseen vastaava, informatiivinen ja asianmukainen kokonaisuus, joka täyttää opinnäytetyön vaatimuskriteerit. Kyseessä on laadullinen tutkimus.

### 5.2 Aineiston hankinta ja valinta

Aineiston hankinta teoriassa voidaan jakaa kahteen osaan; teoriataustan kartoittaminen ja tutkimusaineiston eli analysoitavan aineiston kerääminen. Lähtökohdana kuvailevassa kirjallisuuskatsaus tutkimuksessa on tutkimuskysymys, jonka perusteella valitaan aineiston keruun menetelmät ja päätetään, millainen aineisto kerätään. Valmiin aineiston kohdalla edetään päinvastoin, eli etsitään uutta näkökulmaa ja tutkimusongelmaa. Lisäksi tulee pohtia, millaisen aineiston voidaan ajatella parhaiten tarjoavan näkökulmia ja ratkaisuehdotuksia asetettuun tutkimuskysymykseen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa, eli laadullisessa tutkimuksessa, jollainen tämä kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus on, tärkeää on ilmiön ymmärtäminen, ei tilastollisten yhteyksien etsiminen. Tutkimusaineiston ei tarvitse myöskään olla suuri tällaisessa tutkimuksessa. Aineiston tarkka rajaaminen on tärkeää ja liikkeelle

voi lähteä pienestä aineistosta ja pyrkiä tekemään siitä päteviä tulkintoja. Peruslähtökohtana laadullisen tutkimuksen aineistossa on sen teoreettinen edustavuus, tutkimustieto nähdään esimerkkinä jostakin yleisestä. Aineiston keruuta ohjaa jäsentynyt teoreettinen viitekehys. (Hiltunen s.a., 1-6.)

Tiedonhankinta on tutkimuksen teon osa-alue, johon palataan useita kertoja tutkimusprosessin aikana. Tieteellinen tiedonhankinta voidaan nähdä prosessina, joka alkaa haun valmistelusta ja jatkuu varsinaisella tiedonhakemisella. Hakujen jälkeen hakutuloksia arvioidaan, ja relevantimmat dokumentit hankitaan luettaviksi. (Oulun yliopisto 2019, 1.) Tiedonhakua suoritettiin käyttäen internetlähteitä pääasiassa. Internetlähteet ovat hyviä, sillä ne ovat nopeasti löydettävissä ja materiaalia on riittävästi. Googlen avulla löytyy hyvin yleisiä asioita ja tieteellisiä artikkeleita löytyi taulukon 2 mukaisista lähteistä. Lähteitä etsittiin luotettavilta sivuilta, esimerkiksi PubMedista ja Google Scholarista käyttäen lähdekritiikkiä ja poimimalla ajantasaisia sekä hyvin asiaan liittyviä lähteitä. Tutkimusaineisto kerättiin siis jo olemassa olevista tietolähteistä, eli uutta tutkimusaineiston valmistamista työssä ei tehty, vaan käytiin hyödyksi olemassa olevia lähteitä ja kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus koottiin niiden kautta. Käytettyjen lähteiden sisältöjä analysoitiin ja tutkittiin kriittisesti, sekä pyrittiin poimimaan niistä merkittävät ja olennaiset asiat kuvailevaan kirjallisuuskatsaus tutkimukseen.

Artikkelien sisäänoton kriteerit olivat muun muassa, että niissä löytyy tarvittava tieto ja tieto on luotettavaa, eli lähteet ovat asianmukaisia. Sisäänottokriteerejä on esitetty alle olevassa taulukossa (taulukko 1). Esimerkiksi halusin löytää tietoa siitä, että mitä tarkoitetaan jodivarjoaineella, niin tietolähteestä tuli löytyä selkeä vastaus tähän, poimin tarvittavan tiedon ja viittasin sitten kyseiseen tietolähteeseen. Rajauksia hakuihin voitiin tehdä esimerkiksi "OR" (tai), "NOT" (ei) ja "AND" (ja) sanoja käyttämällä, jolloin saadaan tarkempia tuloksia juuri haluttuun kysymykseen vastausta etsiessä. Yleensä osumia tuli paljon, mutta siitä huolimatta oli yleensä helppo poimia tarvittavat tietolähteet hakujen jälkeen.

TAULUKKO 1. Lähteiden sisäänottokriteerit

Sisäänottokriteerit
Julkaisiväli 2004 – 2018
Lähde on suomeksi tai englanniksi
Liittyy kuvantamiseen, jodivarjoaineisiin tai muihin kirjallisuuskatsauksessa käsiteltäviin asioihin
Lähde on luotettavasta paikasta
Artikkeli tai muu käytetty lähde on saatavilla ilmaiseksi
Artikkelin täytyy vastata selkeästi haettuun asiaan

Tietokannat, joista etsin eri hakusanoilla tietoa, olivat Medic, PubMed, Google Scholar, Terveysportti, Duodecim terveyskirjasto, Science Direct sekä Googlen avulla etsin yleistä tietoa muualtakin. Alla olevassa taulukossa (taulukko 2) on esitetty käytetyt tietokannat ja hakukoneet taulukkomuodossa. Medic on kotimainen terveystieteellinen viitetietokanta, joka on perustettu vuonna 1978. Medic -viitetietokantaa tuottaa Meilahden kampuskirjasto Terkko. Medic sisältää yli 100 000 viitettä ja vuo-

nessa tietokantaa tallennetaan noin 4000 viitettä lisää. Medic tallentaa tietoa terveystieteellisistä julkaisuista. (Terkko Navigator 2018, 1.) PubMed -tietokanta on internetissä vapaasti käytettävissä ja se sisältää yli 16 miljoonaa viitettä alkaen 1950-luvulta. Tietokannassa on helppo yhdistellä eri hakusanoja ja rajata hakuja. Tiedonhaussa PubMedissa kannattaa lähteä liikkelle MeSH -sanastosta. (Hilksa 2007, 1-2.) Duodecim Terveyskirjasto on tietokanta ja sen sisältämät artikkelit ja ohjeet ovat asiantuntijoiden laatimia ja perustuvat kansallisiin Käypä hoito -hoitosuosituksiin ja Kustannus Oy Duodecimin julkaisemiin lääkäreiden käsi- ja oppikirjoihin. (Duodecim 2018a, 1.) Terveysportti on kustannus Oy Duodecimin ylläpitämä sisältöpalvelu terveydenhuollon ammattilaisille. Terveysportin keskeinen toiminta-ajatus on nopeuttaa ja helpottaa terveydenhuollon ammattilaisten päivittäistä työtä tarjoamalla työssä tarvittava lääketieteellinen tieto yhdessä paikassa. Tiedon tuottajina ovat Duodecim yhteistyökumppanit ja laaja asiantuntijaorganisaatio. (Duodecim 2018b, 1.)

TAULUKKO 2. Käytetyt tietokannat

Tietokanta	Kuvaus
Duodecim terveyskirjasto	Terveyskirjaston artikkelit ja ohjeet ovat asiantuntijoiden laatimia ja perustuvat kansallisiin <i>Käypä hoito</i> -hoitosuosituksiin ja Kustannus Oy Duodecimin julkaisemiin lääkäreiden käsi- ja oppikirjoihin.
Science Direct	ScienceDirect on verkkosivusto, joka tarjoaa pääsyn laajaan tieteellisen ja lääketieteellisen tutkimuksen tietokantaan. Se isännöi yli 12 miljoonaa kappaletta sisältöä 3500 akateemisesta lehdestä ja 34 000 e-kirjaa.
Google	Google on yhdysvaltalaisen Google-yhtiön omistama maailman suosituin hakukone. Sillä tehdään hakuja yli kolme miljardia kertaa päivässä.
Google scholar	Google Scholar on yhdysvaltalaisen Googlen tuottama maksuton hakupalvelu, jonka avulla voi etsiä tieteellisiä julkaisuja.
Medic	Medic on kotimainen terveystieteellinen viitetietokanta, joka on perustettu vuonna 1978. Tietokantaa tuottaa Meilahden kampuskirjasto Terkko.
PubMed	PubMed -tietokanta on internetissä vapaasti käytettävissä oleva kansainvälinen tietokanta ja se sisältää yli 16 miljoonaa viitettä alkaen 1950-luvulta. Julkaisut lääketieteellisiä.
Terveysportti	Terveysportti on kustannus Oy Duodecimin ylläpitämä sisältöpalvelu terveydenhuollon ammattilaisille. Tarkoituksena tarjota päivittäisissä töissä tarvittava lääketieteellinen tieto yhdessä paikassa.

Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen teoreettiset käsitteet ovat esimerkiksi jodivarjoaine, kuvantamistutkimus, käyttö, haittavaikutus ja näiden sanojen yhdistelmät. Esimerkkejä sanojen yhdistelmistä ovat jodivarjoaineiden haittavaikutukset, jodivarjoaine kuvantamistutkimuksessa ja jodivarjoaineiden käyttö. Näitä sanoja käyttämällä löydettiin olennaisia artikkeleita ja muita tietolähteitä kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen lähteeksi. Lisäksi käytetään paljon muitakin hakuja tilanteeseen sopivalla tavalla, joilla on otettu aineistoa työhön. Alla olevassa taulukossa (taulukko 3) on

esitetty käytettyjä tietokantoja, hakusanoja, osumia sekä valittujen aineistojen määriä kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen lähteeksi tieteellisistä artikkeleista tuloksia varten. Tiedonhaun sisäänotto- ja hylkäyskriteerit on esitetty taulukossa 1. Jos joku taulukon sisäänottokriteereistä ei täyty, niin sitä ei oteta jatsoon.

TAULUKKO 3. Tiedonhaut tieteellisistä artikkeleista tuloksia varten

Tietokanta	Rajaukset	Hakusanat + yhdistelmät	Tulokset	Valinta, hyväksytty tiivistelmä	Valinta, hyväksytyt kokoteksti	Lopullinen valinta, tutkimuksen laadun ja näytön asteen arvioinnin jälkeen
PubMed Central	Ei rajoituksia	"Iodine contrast agent AND adverse reactions AND uses"	3 kpl	1 kpl	1 kpl	1 kpl
Google Scholar	Ei rajoituksia	"Iodinated contrast media AND their adverse reactions"	1 kpl	1 kpl	1 kpl	1 kpl
PubMed Central	Ei rajoituksia	"Contrast agent AND X-ray"	153 691 kpl	7 kpl	2 kpl	1 kpl
Research Gate	Ei rajoituksia	"Safe use of contrast media"	100 kpl	3 kpl	1 kpl	1 kpl
PubMed Central	Ei rajoituksia	"Iodine contrast agent AND adverse reactions"	623 kpl	2 kpl	1 kpl	1 kpl
Science Direct	Ei rajoituksia	"Reactions AND iodinated contrast media"	5652 kpl	1 kpl	1 kpl	1 kpl
PubMed Central	Ei rajoituksia	"Iodine contrast agent AND thyroid"	3894 kpl	4 kpl	2 kpl	1 kpl
PubMed Central	Ei rajoituksia	"Iodine contrast agent AND kidney"	5340 kpl	6 kpl	4 kpl	1 kpl
PubMed Central	Ei rajoituksia	"Contrast agent AND extravasation"	15 426 kpl	2 kpl	1 kpl	1 kpl
PubMed Central	Ei rajoituksia	"Barium sulfate AND adverse reaction"	513 kpl	1 kpl	1 kpl	1 kpl

### 5.3 Aineiston analyysi

Laadullisen aineiston analyysin tarkoitus on luoda aineistoon selkeyttä ja siten tuottaa uutta tietoa tutkittavasta asiasta. Tämä kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus on laadullinen tutkimus. Analyysillä pyritään aineisto tiivistämään kadottamatta silti sen sisältämää informaatiota; päinvastoin pyritään informaationarvon kasvattamiseen luomalla hajanaisesta aineistosta selkeää ja mielekästä. Laadullisella aineiston analyysillä tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joita tarvitaan, kun halutaan saada aikaan systemaattinen ja yhdenmukainen aineiston koonti. Näiden toimenpiteiden tarkoituksena on varmistaa korkealaatuinen, helposti lähestyttävissä ja käsiteltävissä oleva aineisto. On myös tärkeää, että säilytetään aineisto ja käytetyt analyysimenetelmät vielä senkin jälkeen, kun tutkimus on valmis. Lopullisessa analyysissä hyvä kuvaus tekee monimutkaiset ilmiöt ymmärrettäviksi esittämällä niiden olennaiset osat. Lopullisessa analyysissä tehdään tilannetta kuvaavia kausaalipäätelmiä eli syy-seuraussuhde päätelmiä. Kausaalipäätelmillä tietoa voidaan yleistää soveltumaan asiaan laajemminkin. (Taanila 2007, 1-6.)

Aineiston analyysi ja tietojen yhteenveto keräämästäni aineistoista oli hyvin tärkeä osa kuvailevaa kirjallisuuskatsaus tutkimusta. Ensimmäinen vaihe oli, että katsoin, onko lähde luotettava ja asianmukainen, jotta sitä voisi käyttää kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen aineistona. Mikäli oli, seuraava vaihe oli tutkia aineistoa tarkemmin ja lukea huolella hakemani tiedon alueet. Tämän jälkeen poimin lähteestä tarvittavan ja pyrin kirjoittamaan asian tähän kuvailevaan kirjallisuuskatsaus tutkimukseen välttämättä suoraa lainaamista. Pehdyin yhteen aineistoon kerralla, eli esimerkiksi yhteen artikkeliin tai kirjan kappaleeseen, ja otin siitä tarvittavat asiat kuvailevaan kirjallisuuskatsaus tutkimukseen ja tein lähdeviitteet kohdalleen. Tällä tavalla tiedon koostaminen oli selkeämpää ja helpompaa, eivätkä asiat menneet sekaisin. Aineiston sisäänottokriteereinä voidaan pitää, että artikkeli tai muu julkaisu on julkaistu asianmukaisella sivulla, kuten PubMedissa tai Duodecimin terveyskirjastossa, joka kertoo siitä, että lähteen pitäisi olla riittävän luotettava. Lisäksi oma tutkiminen tämän lisäksi, eli katsoin, että aineisto on asianmukaisen näköinen, kirjoittajat mainittu ja se vastaa haettuun tietoon. Luotettavuusongelmaa voi syntyä, jos käytettiin liian jyrkkiä rajauksia, ja tällä tavoin lähteet voivat rajoittua liian pieneksi. Luotettavuutta lisäävät laajat lähteet eri paikoista, joten tällöin tieto on todistetusti monen eri kirjoittajan toimesta samaksi, ja näin tietoa voidaan pitää täsmällisenä.

Tiedon analysointi käsittää usein seuraavia vaiheita. Ensimmäisessä vaiheessa kirjoittajan pitää päättää, minkälaista tietoa kysymykseen vastaamiseen tarvitaan. Toisessa vaiheessa hänen pitää päätöksensä perustuen hakea sekä luotettavaa että relevanttia tietoa useista eri lähteistä. Lopuksi haettua tietoa pitää analysoida ja järjestää, jotta voi muodostaa ytimekkäät sekä ymmärrettävät vastaukset kysymyksiin. (Sinisalo 2015, 1.)

Lähteinä on käytetty muun muassa Duodecimin tietokantoja, Science Directiä, PubMedia ja eri yliopistojen julkaisuja. Käytettyjä lähteitä voidaan pitää luotettavina, sillä esimerkiksi Duodecimin ja PubMedin julkaisut ovat arvostettuja ja niitä pidetään paikkansa pitävinä sekä ne päivittyvät säännöllisesti. Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tuloksia, eli jodivarjoaineiden haittavaikutuksia

selvitettäessä, käytettiin eri tietokantojen sisältämiä tieteellisiä artikkeleita. Enimmäkseen PubMedin artikkeleita. Artikkelit olivat englanninkielisiä ja niiden sisältöä selvitettäessä kielitaito kehittyi.

## 6 TULOKSET

### 6.1 Jodivarjoaineen aiheuttamat haittavaikutukset kuvantamistutkimuksissa potilaalle

Tutkimuskysymys oli, että mitä haittavaikutuksia kuvantamistutkimuksissa käytettävällä jodivarjoaineella voi aiheutua potilaalle. Tässä kappaleessa käydään läpi jodivarjoaineen aiheuttamat haittavaikutukset omiin otsikoihinsa jaoteltuna. Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tulokset on esitetty myös lyhyesti taulukkomuodossa liitteessä 2.

Jodipohjaiset varjoaineet ovat nykyään radiologian yleisimmin käytettyjä injektoitavia aineita. Nykyaikaisia jodattuja varjoaineita voidaan käyttää melkein missä tahansa kehossa. Useimmiten niitä käytetään laskimonsisäisesti. Ne ovat yleensä turvallisia, ja haittavaikutukset ovat yleensä itserajoitteisia ja lieviä. Siitä huolimatta voi esiintyä vakavia tai hengenvaarallisia reaktioita. (Singh ja Daftary 2008, 1.) Tärkeimpiä jodivarjoaineiden haittavaikutuksia ovat yliherkkyysoireet, kilpirauhan toimintahäiriöt ja varjoaineen aiheuttama nefropatia eli munuaissairaus. Eri riskitekijöiden tuntemus ja niiden esiintymisen seulonta ennen varjoaineiden käyttöä mahdollistavat haittavaikutusten varhaisen tunnistamisen ja nopean hoidon. (Andreucci, Solomon ja Tasanarong 2014, 1)

#### 6.1.1 Yliherkkyysoireet

Aikaisemmat varjoaineiden allergiset reaktiot lisäävät varjoaineiden aiheuttamien haittavaikutusten riskiä. Antamalla riskipotilaille ennen varjoainetutkimusta kortikosteroideja ja difenhydramiinia, vähentää allergisten reaktioiden mahdollisuutta, mukaan lukien anafylaksia ja hengenvaarallinen hätätilanne. Lievät yliherkkyysoireet (esiintyvyyttä <3%) koostuvat välittömistä ihottumista, punoituksesta, nokkosihottuma kutinasta, nenän vuodosta, pahoinvoinnista, oksentamisesta, yskästä ja hui-mausesta. Kohtalaiseen tai vakaviin (esiintyvyyttä <0,04%) reaktioihin sisältyy jatkuva oksentelu, nokkosihottuma, päänsärky, kasvojen turvotus, kurkunpään turvotus, lievä keuhkoputken kouristus tai hengenahdistus, sydämen tiheälyöntisyys tai hidasyöntisyys, vatsan kouristukset, sepelvaltimoiden kouristukset, matala tai korkea verenpaine, henkeä uhkaavat sydämen rytmihäiriöt, kurkunpään turvotus, tajunnan menetys, keuhkojen turvotus, kouristukset ja pyörtyminen. Kuolleisuus on vähemmän kuin yksi kuolema / 100000 potilasta kohden. Heti kun reaktio tapahtuu, varjoaineen infuusio tulisi lopettaa välittömästi ja aloittaa antihistamiinihoito. Oireita voidaan hoitaa antamalla välittömästi adrenaliinia, laskimonsisäisiä nesteitä, hydrokortisonia ja happea antihistamiinien lisäksi. Varjoaineiden yliherkkyysoireisiin sisältyy sekä IgE:n että ei-IgE:n välitteistä anafylaksiaa (yliherkkyysoireet), johon liittyy syöttösolujen aktivointi, hyytyminen, kiniini- ja komplementtimekanismit, verihyaliinien aggregaatio (tarttuminen toisiinsa kiinni) ja entsyymien inhibiointi (toiminnan estäminen). IgE tarkoittaa immunoglobuliini E vasta-ainetta ja sillä on merkitystä erityisesti allergioissa. (Andreucci, Solomon ja Tasanarong 2014, 1.)

Kuolemaan johtaneiden reaktioiden määrä varjoaineista on vähentynyt huomattavasti ajan myötä. Tutkimuksen mukaan kuolettavan reaktion riski ei-ionisen matalan osmolaalisuuden varjoaineen injektioon jälkeen on noin yksi 170 000: sta vuodesta 1990. Kuolemaan johtaneiden reaktioiden esiintyvyys 30 vuotta sitten oli yksi 30 000:sta ja se on vähentynyt arvoon yksi per 170 000. Se johtuu sekä ei-ionisten matalan osmolaalisuuden varjoaineiden käytön lisääntymisestä, että radiologien ja henkilöstön parantuneesta koulutuksesta akuutien tapahtumien diagnosoimiseksi ja hoitamiseksi. (Lyer ym. 2013, 1.) Alla olevassa taulukossa 4 on koottu yhteen jodivarjoaineen aiheuttamat yliherkkyyksiä tiivistettynä jaettuna lieviin, kohtalaisiin ja vakaviin oireisiin.

TAULUKKO 4. Jodivarjoaineen aiheuttamat yliherkkyyksiä luokiteltuna vakavuuden mukaan (Lyer ym. 2013, 1).

Lievät oireet	Kohtalaiset oireet	Vakavat oireet
Pahoinvointi, oksentelu ja urtikaria eli nokkosihottuma.	Oireellinen nokkosihottuma eli urtikaria, lievä bronkospasmi (keuhkoputkien äkillinen supistuminen), vasogaalinen reaktio (verenpaine laskee merkittävästi, voi aiheuttaa pyörtymistä), takykardia (sydämen tiheälyöntisyys) ja diffuusi (hajanainen) punoitus.	Sydän- ja verisuonijärjestelmän romahtaminen, kohtalainen tai vaikea bronkospasmi (keuhkoputkien äkillinen supistuminen), kurkunpään turvotus, tajunnan menetys ja kouristukset.

### 6.1.2 Vaikutukset kilpirauhaseen

Kilpirauhashormonin tuotanto on riippuvainen riittävästä jodin saannista. Ylimääräinen jodi on yleensä hyvin siedetty, mutta kilpirauhasen toimintahäiriöitä voi esiintyä herkkillä henkilöillä liiallisen jodialtistumisen jälkeen. Radiologiset jodivarjoaineet ovat yhä yleisempi ylimääräisen jodin lähde. Jodin siedettävä yläraja, eli kynnyks, jonka alapuolella merkittäviä haittavaikutuksia ei todennäköisesti esiinny terveessä väestössä, on 1100 µg jodia päivässä aikuisilla. (Lee ym. 2015, 1.)

Jodipohjaisille varjoaineille altistuminen voi liittyä kilpirauhasen vajaatoiminnan kehittymiseen, luultavasti johtuen varjoainevalmisteissa olevien vapaiden, biologisesti aktiivisten jodidi-ionien vaikutuksesta. Jodivarjoaineissa jodilla on tavallisesti suhteellisen korkea pitoisuus. Esimerkiksi tyypillinen radiologisessa tutkimuksessa käytetty jodivarjoaine sisältää noin 13,5 mg vapaata jodia ja 15 – 60 mg sitoutunutta jodia. Normaali suositeltu päivittäinen jodiannos on 150 µg ja tämä jodivarjoaineesta saatu annos satoja on satoja kertoja suurempi, joka on hyvin merkittävää. Normaali vaste suurelle jodikuormitukselle on akuutti Wolff-Chaikoff -vaikutus. Wolff-Chaikoff -vaikutus tarkoittaa kilpirauhashormonien synteesin (valmistamisen) ja vapautumisen nopeaa estämistä. Kilpirauhashormonien suojautuvat liialliselta jodilta ja estävät jodin käytön kilpirauhashormonituotannon raaka-aineena. Ilmiö on normaali ja tyypillisesti kilpirauhasen toiminta palaa normaaliksi muutaman viikon sisällä, kun potilaan jodipitoisuuden ovat palanneet normaalille tasolle. Voi kuitenkin olla, että kilpirauhanen

ei palaakaan normaaliin toimintaan jodivarjoaineen saannin jälkeen, vaan potilaalle kehittyy kilpirauhasen vajaatoiminta. Lisäksi kilpirauhasen liikatoiminta on myös mahdollinen haittavaikutus, mikäli Wolff-Chaikoff -vaikutus ei toimi kuten pitäisi, eli tällöin Wolff-Chaikoff-vaikutus pettää ja kilpirauhanen saa liikaa raaka-ainetta (jodia) kilpirauhashormonien tuotantoon. (Andreucci, Solomon ja Tasanarong 2014, 1.)

Lisäksi jodivarjoaineen tyypillä on merkitystä sen suhteen, paljonko potilas saa jodia kuvantamistutkimuksesta, esimerkiksi CT- tai angiografiatutkimuksesta. Matala- ja iso-osmolaalisilla aineilla jodiatomeja on liuoksessa suhteessa enemmän verrattuna korkean osmolaalisuuden aineeseen. Tästä syystä niissä on suurempi jodipitoisuus kuin korkean osmolaalisuuden jodivarjoaineilla. Matala- ja iso-osmolaalisia jodivarjoaineita käytetään kuitenkin silti mieluummin kuin korkea-osmolaalisuuden jodivarjoaineita, vaikka niissä on enemmän jodia, koska ne aiheuttavat vähemmän toksisia sivuvaikutuksia. Sekä korkean että alhaisen osmolaalisuuden aineen jodipitoisuus on paljon suurempi kuin suositeltu päiväannos. Liiallinen jodin saanti voi johtaa ohimenevään tai pysyvään kilpirauhasen liikatoimintaan (hypertyreoosiin) herkillä henkilöillä. Jodin aiheuttama kilpirauhasen liikatoiminta tunnetaan nimellä jodi-basedowin ilmiö. Jodin aiheuttama kilpirauhasen vajaatoiminta (hypotyreoosi) syntyy, kun kilpirauhanen ei pääse irti akuutista Wolff-Chaikoff -vaikutuksesta. Vajaatoiminta on jodivarjoaineen aiheuttamista kilpirauhasongelmista yleisin. (Lee ym. 2015, 1.) Alla olevassa taulukossa 5 on koottu yhteen riskitekijöitä, jotka liittyvät kilpirauhasen liika- ja vajaatoiminnan kehittymiseen, kun altistutaan jodivarjoaineelle.

TAULUKKO 5. Jodin aiheuttaman kilpirauhasen toimintahäiriön riskitekijät jaettuna liikatoimintaa aiheuttaviin tekijöihin ja vajaatoimintaa aiheuttaviin tekijöihin (Lee ym. 2015, 1).

Jodivarjoaineen aiheuttaman kilpirauhasen liikatoiminnan riskitekijöitä	Jodivarjoaineen aiheuttaman kilpirauhasen vajaatoiminnan riskitekijöitä
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ei-toksinen kyhmyinen struuma</li> <li>-Latentti (piilevä, oireeton) Gravesin tauti</li> <li>-Pitkäaikainen jodin puute</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Hashimoton kilpirauhastulehdus</li> <li>-Gravesin tauti, jota on aikaisemmin hoidettu leikkauksella, radioaktiivisella jodilla tai kilpirauhasen vastaisella lääkehoidolla</li> <li>-Kilpirauhasen osittaisen leikkauksen historia</li> <li>-Lymfaattinen kilpirauhastulehdus tai subakuutti kilpirauhastulehdus</li> <li>-Interferoni-<math>\alpha</math> -hoidon historia</li> <li>-Aikaisempi amiodaronin aiheuttama kilpirauhashormonin ylimäärä kehossa</li> <li>-Sikiö tai vastasyntynyt</li> </ul>

### 6.1.3 Munuaisvauriot

On hyvin tunnettua, että jodatut radiografiset varjoaineet voivat aiheuttaa munuaisten toimintahäiriötä, etenkin potilailla, joilla on jo munuaisten vajaatoiminta ja diabetes. Tämä toimintahäiriö voi vaihdella seerumin kreatiniiniarvojen pienen nousun ja vakavan akuutin munuaisten toiminnan pettämisen välillä. Mekanismeja, joiden taustalla on jodivarjoaineiden munuaistoksisuus, ei ole selvitetty kokonaan, ja ne voivat johtua useista tekijöistä. Näitä tekijöitä ovat muun muassa munuaisiskemia (hapen tai veren puute), reaktiivisten happiradikaalien (ROS) muodostuminen (oksidatiivinen stressi), typpioksidin (NO) tuotannon vähentyminen ja verisuonten endoteelivauriot. Jodivarjoaineen aiheuttamia akuutteja munuaisvaurioita voidaan kuitenkin estää, mutta sen tehdykseen on tiedettävä riskitekijät. Tärkeimmät riskitekijät ovat ennestään oleva munuaisten vajaatoiminta, diabetes mellitus, muiden lääkkeiden samanaikainen käyttö, kiertävän veren määrän (tilavuuden) väheneminen, multippeli myelooma, jodivarjoaineen korkea-osmolaliteetti ja viskositeetti, jodivarjoaineen suurten annosten tai useiden injektioiden käyttö, antotapa (varjoaineen anto laskimoon aiheuttaa vähemmän haittavaikutuksia kuin valtimoon annettaessa), korkea ikä (yli 65-vuotta), anemian esiintyminen ja sepsis (verenmyrkytys). Lisäksi jos potilas on saanut munuaissiirron, on se myös riskitekijä. Tämän tutkimuksen mukaan haittavaikutuksia korkean osmolaalisuuden jodivarjoaineita käytettäessä esiintyy 5% - 12 %:lla potilaista ja matalan osmolaalisuuden varjoainetta käytettäessä haittavaikutuksia esiintyy 1 – 3 %:lla potilaista. Viimeaikaiset tutkimukset ja meta-analyysit eivät ole löytäneet merkittävää eroa matalan osmolaalisen ja iso-osmolaalisen jodivarjoaineen välillä akuuttien munuaisvaurioiden suhteen. On hyvin tärkeää yrittää estää jodivarjoaineen aiheuttama akuutti munuaisvaurio ja riskitekijöitä tuntemalla asiaan voidaan vaikuttaa. (Andreucci ym. 2014, 1.)

Kun jodivarjoaineita injektoidaan tyypillisesti potilaan valtimoon tai laskimoon, ne kulkeutuvat munuaisiin, suodatetaan glomeruluksissa (hiussuonikeräsissä) ja kulkeutuvat virtsan mukana pois elimistöstä normaalissa tilanteessa. Kontrastiaineen aiheuttama nefropatia (munuaissairaus) tai kontrastiaineen aiheuttama akuutti munuaisvaurio on sairaus, josta on tullut merkittävä sairaaloiden sairastuvuuden ja kuolleisuuden lähde. On todettu, että sitä esiintyy jopa 5 prosentilla sairaalahoidossa olevista potilaista, joiden munuaistoiminta on normaalia ennen varjoaineen antamista. Kontrastiaineen aiheuttaman vaurion riski näyttää olevan suurempi etenkin potilailta, joiden kreatiniinipuhdistuma on alle 45 ml/min. Varjoaineen aiheuttama munuaisten vajaatoiminta ei ole yleinen potilailla, joilla munuaisten toiminta on normaalia. Sitä esiintyy useammin potilailla, joilla on jo ennestään munuaisten vajaatoiminta ja munuaissairaus voi pahentua, kun vajaatoiminta johtuu diabeettisesta nefropatiasta. Varjoaineen aiheuttama akuutti munuaisten vajaatoiminta voidaan määritellä siten, että se ilmenee 24–72 tunnin sisällä altistumisesta suonensisäiselle radiografiselle varjoaineelle ja sitä ei voida katsoa johtuvan muista syistä. Munuaisten toimintaa voidaan seurata glomerulaarisen suodatuksenopeus -arvoa (eGFR) ja Krea-arvoa tarkastelemalla. Mitä matalampi eGFR-arvo on, sitä suurempi on akuutin munuaisvaurion riski jodivarjoaineen annon jälkeen. GFR-arvo suositellaan mitattavaksi ennen tutkimusta ja kerran päivässä viiden päivän ajan tutkimuksen jälkeen. Vakavissa tapauksissa munuaisten toiminta voi huonontua niin paljon, että tarvitaan dialyysiä. On suositeltavaa antaa varjoaine pienimmällä mahdollisella annoksella, valita matala osmolaalinen varjoaine, lopettaa mahdollisesti munuaistoksiset lääkkeet ja antaa suun- tai suonensisäistä nesteytystä sekä lopettaa

diureettien käyttö ennen tutkimusta. Korkean riskin potilaille voidaan myös antioksidantteja, esimerkiksi N-asetyylikysteiniä. Kalsiumkanavan salpaaja lääkkeiden käytöllä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia joissain tutkimuksissa. Lisäksi lääke nimeltä Nebivolol, joka on kolmannen sukupolven beeta-adrenergisen reseptorin antagonisti (vastavaikuttaja) eli beetasalpaaja, on todettu olevan käyttökelpoinen estämään akuuttia munuaisvauriota, sillä se on antioksidantti sekä se laajentaa verisuonia. Viimeaikaiset tutkimukset ovat myös osoittaneet, että statiinien käytöllä on edullisia vaikutuksia akuutin munuaisvaurion estämiseksi potilailla, joille tehdään sepelvaltimoihin liittyviä toimenpiteitä. On myös ehdotettu, että voisiko jodivarjoaineen poistaa kehosta heti röntgentutkimuksen jälkeen hemodialyysillä tai hemofiltraatiolla, mutta tämän ei ole kuitenkaan todettu vähentävän akuutin munuaisvaurion esiintyvyyttä korkean riskin potilailla. (Andreucci, Solomon ja Tasanarong 2014, 1; Andreucci ym. 2014, 1.)

#### 6.1.4 Muut haittavaikutukset

On havaittu, että jodivarjoainetehostettu röntgenkuvaus voi saada aikaan suurempia DNA-vaurioita soluissa verrattuna siihen, että jodivarjoainetta ei olisi käytetty kuvantamisen yhteydessä. Monissa tilanteissa lisääntynyt DNA-vaurio rajoittui verisoluihin sekä verisuonten seinämien soluihin. Lisääntyneet DNA-vauriot ovat yhteydessä lisääntyneeseen syöpäriskiin. Syöpä voi saada alkunsa solun DNA:n vauriotuessa, kun solu ei kykene korjaamaan DNA-vauriota tai tuhoamaan vaurioitunutta solua. 1970-luvun lopulta lähtien tutkimukset ovat osoittaneet lisääntyneitä verisolujen vaurioita jopa sataprosenttisesti laskimonsisäisen jodivarjoaineen antamisen jälkeen diagnostisen röntgensäteilyn altistumisen aikana, verrattuna tehostamattomaan altistumiseen. Lisääntynyt DNA-vaurio perustuu siihen, että jodivarjoaineen on havaittu lisäävän absorboituneen säteilyn määrää soluissa. (Harbron ym. 2017, 1.)

Jodivarjoaineen osmolaalisuudesta johtuvat haittavaikutukset ovat myös yksi tutkittu asia. Varjoaineen osmolaliteetti määritetään osmoottisesti aktiivisten partikkelien lukumäärän perusteella, joka muodostuu, kun se liukenee liuokseen. Ioniset korkea-osmolaaliset varjoaineet ovat ionisia suoloja, jotka hajoavat kationeiksi ja anioneiksi liuoksessa. Kationi tarkoittaa positiivisesti varautunutta ionia ja anioni negatiivisesti varautunutta ionia. Ei-ioniset matalat osmolaaliset varjoaineet eivät hajoa erillisiksi hiukkasiksi. Siksi ionisilla korkea-osmolaalisuuden varjoaineilla on noin puolet korkeampi osmolaalisuus verrattuna ei-ionisiin matalan osmolaalisuuden varjoaineisiin. Korkeamman osmolaalisuuden omaava aine imee vettä itseensä (tapahtuu osmoosia) ja se aiheuttaa muutoksia veden jakautumiseen soluissa sekä verisuonissa. Kontrastiaineiden hyperosmolaalisuuden uskotaan olevan ainakin osittain vastuussa useista subjektiivisista ja objektiivisista haittavaikutuksista, mukaan lukien kipu, bradykardia (sydämen hidasleyöntisyys), tromboosi (verisuonitukos) ja endoteelivauriot. (Lyer ym. 2013, 1.)

Tietokonetomografiatutkimuksissa käytetään jodivarjoainetta laskimonsisäisenä (IV) injektiona kovalla paineella. IV-injektoiden käyttö voi johtaa merkittävään komplikaatioon, ekstravasaatioon,

jossa veri sekä verisuoneen ruiskutettu jodivarjoaine purkautuu verisuonen ulkopuolelle ympäröivään kudokseen. Potilaat voivat tuntea terävän kivun ja ihon haavaumat tai nekroosit voivat kehittyä. Ekstravasaatio on yleensä hyvänlaatuinen tapahtuma, joka hoituu konservatiivisesti. Tapauksissa, jossa ihonekroosin vaara on kyseessä, on kokeiltu kirurgista dekompressiota sekä drenaasia paksuilla neuloilla ja myös ihon siirtäminen voi tulla kyseeseen. Ekstravasaation riskiä lisää käytetyn jodivarjoaineen viskositeetti ja tilavuus, injektioipaikka, kanyyli sekä kanyylin laitto. Varjoaineen lämmittäminen laskee sen viskositeettia, eli se on silloin juoksevampaa, ja tästä syystä jodivarjoaineita lämmitetään ennen niiden injektioimista potilaaseen. Vanhemmilla potilailla (yli 50-vuotiailla) on suurempi riski ekstravasaatiion kuin nuoremmilla. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että eniten ekstravasaatiota tapahtui, kun kanyylin paikka oli kämmenselässä. Tutkimuksessa tuotiin myös esille, että ekstravasaatiota esiintyi enemmän, kun kanyylin laittaja oli opiskelija. Kokonaisuudessaan ekstravasaation esiintymistiheys on yleensä melko matala ja tämän tutkimuksen mukaan sitä esiintyi 0 - 7,7%:lla potilaista. (Ding ym. 2018, 1; Manner 2012, 65.)

Varjoaineen turvallisuus raskauden aikana on puutteellisesti selvitetty. Viitteitä teratogeenisyydestä (sikiövaurioiden aiheutumisesta) ei ole, mutta röntgentutkimuksia sinänsä tulee välttää säteilyaltistuksen vuoksi. Röntgenvarjoaineet erittyvät jossain määrin äidinmaitoon, mutta imetystauko ei ole tutkimusten jälkeen aiheellista, sillä varjoaineiden imeytyminen mahasuolikanavasta on olemattoman vähäistä. (Manner 2012, 65.)

## 7 POHDINTA

### 7.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tulosten tarkastelu on tekijän omaa tulkintaa saamistaan tuloksista ja niiden vertaamista aiemmin julkaistuun tietoon. Tulosten tarkastelulla tekijä siis ohjaa lukijan ajattelua ja mielipiteitä kyseisestä asiasta. Siksi on tärkeää, että tulosten tarkastelu tehdään asiantuntevasti, huolella ja asiaa tarkastellaan eri puolilta. Vaikka tulosten tarkastelu sisältää tekijän mielipiteitä, mielipiteiden on perustuttava työssä havaittuun tai aiemmin julkaistuun tietoon. Perusteettomia ja katteettomia mielipiteitä ei saa esittää. Johtopäätöksissä ei enää esitellä työn yksittäisiä tuloksia, vaan ainoastaan yleistettävät johtopäätökset ja niiden merkitys. (Itä-Suomen yliopisto 2016, 9-10.)

Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tulokset olivat monen lähteen mukaan samansuuntaisia, eli oli yleisesti tunnettu tosiasia, että jodivarjoaineet aiheuttivat kilpirauhasongelmia, yliherkkyyssreaktioita, munuaisvaurioita sekä hieman muitakin ongelmia, mutta niiden yleisyydestä ja esiintyvyydestä oli ristiriitaista tietoa saatavilla. Joidenkin lähteiden mukaan haittavaikutuksia esiintyi useammin kuin toisten. Tämä ero voi johtua esimerkiksi tutkimuksen julkaisuajankohdasta. Monia vuosia sitten yliherkkyyssreaktioita esiintyi todennäköisemmin kuin nykyään, sillä jodivarjoaineet ovat kehittyneet vuosien saatossa. Yksi käytännön muutos on esimerkiksi ollut se, että nykyään käytetään pääasiassa matala- ja iso-osmolaalisia jodivarjoaineita korkea-osmolaalisten varjoaineiden sijaan. Siitä on hyvää näyttöä, että matala- ja iso-osmolaaliset jodivarjoaineet aiheuttavat vähemmän haittavaikutuksia. Lisäksi nykyään tunnetaan riskitekijöitä haittavaikutuksille paremmin, jolloin osataan ennakkoon varautua asiaan, kun ollaan tekemässä jodivarjoainetutkimusta. Myös oireiden hoito sekä ennaltaehkäisy on kehittynyt merkittävästi verrattuna tilanteeseen kymmeniä vuosia sitten. Tämä kehitys johtuu muun muassa tehdyistä tutkimuksista jodivarjoaineiden haittavaikutuksiin liittyen ja tutkimustiedon avulla on pystytty kehittämään asiassa. Lisäksi jodivarjoaineiden haittavaikutusten esiintyvyydessä olevia eroavaisuuksia voidaan selittää sillä, että haittavaikutuksia voidaan määritellä eri tavoin, eli onko nyt kyseessä jodivarjoaineesta aiheutunut haittavaikutus vai ei. Esimerkiksi munuaisvaurion määrittelyssä voi olla eroja. Lisäksi tilastoinnin kanssa voi olla muitakin poikkeavuuksia. Esimerkiksi kaikki tieto ei välttämättä mene tilastoihin, joka voi muuttaa suhteellisia arvoja, eli varjoaineesta haittavaikutuksia saaneiden potilaiden määriä suhteessa koko potilasmäärään.

Johtopäätöksenä voidaan siis todeta, että jodivarjoaineet saavat aikaan haittavaikutuksia ja niistä tärkeimmät ovat munuaisvauriot, yliherkkyyssreaktiot ja kilpirauhasongelmat sekä näitä haittavaikutuksia on myös tutkittu eniten. Haittavaikutuksiin voidaan etukäteen varautua selvittämällä kuvantamistutkimukseen tulevan potilaan taustatiedot, esimerkiksi eGFR- (arvioitu glomerulussuodosnopeus) ja Krea-arvot (kreatiniini), selvittämällä potilaan historia mahdollisesti aiemmin saadusta haittavaikutuksesta jodivarjoaineelle, varaamalla ensiapuun tarvittavat välineet valmiiksi (esimerkiksi adrenaliinia) sekä henkilökunnan hyvällä koulutuksella jodivarjoaineiden haittavaikutuksiin liittyen. Lisäksi on tärkeää ottaa huomioon se, mitä jodivarjoainetta käyttää (matala- tai iso-osmolaalinen mieluummin kuin korkea-osmolaalinen) sekä jodivarjoaineen lämmitys viskositeetin laskemiseksi,

joka voi ehkäistä esimerkiksi verisuonen puhkeamista (ekstravasaatio) jodivarjoaineen annon yhteydessä.

## 7.2 Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen pätevyyttä ja luotettavuutta voidaan arvioida validiteetin ja reliabiliteetin käsitteiden avulla. Validiteetilla tarkoitetaan sitä, että tutkimuksessa aineiston analyysimittarit ovat päteviä: ne mittaavat sitä, mitä niiden on tarkoitus mitata. Reliabiliteetilla tarkoitetaan analyysin johdonmukaisuutta ja mittaustulosten toistettavuutta. Laadullisessa tutkimuksessa, jollainen tämä kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus on, voidaan soveltaa tietyin osin validiteetin ja reliabiliteetin käsitteitä. Laadullisessa tutkimuksessa on olennaista arvioida tutkimuksen luotettavuutta ja uskottavuutta. Laadullisen tutkimuksen tulokset eivät esimerkiksi saa olla sattumanvaraisia ja tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä on voitava tutkia sitä, mitä tutkimuksessa on tarkoitus tutkia. Käytettyjen käsitteiden on sovittava tutkimusongelman ja aineiston sisältöihin. Luotettavuutta voidaan arvioida laadullisessa tutkimuksessa monin tavoin. Eräs laadullisen tutkimuksen luotettavuuteen liittyvä näkökulma on yleistettävyyks tai siirrettävyyks: ovatko tutkimuksen tulokset yleistettävissä tai siirrettävissä myös muihin tilanteisiin tai kohteisiin. (Jyväskylän yliopisto 2010, 1.)

Kuvailevassa kirjallisuuskatsaus tutkimuksessa voi syntyä luotettavuusongelma, jos alkuperäistutkimukset ovat puutteellisia. Luotettavuusongelmaa voi syntyä myös, kun rajataan pois muut kuin suomen- tai englanninkieliset artikkelit. Näin kuvailevasta kirjallisuuskatsaus tutkimuksesta rajataan mahdollisesti pois hyviä ja korkeatasoisia tutkimuksia. Huolellinen tutkimussuunnitelma, selkeät sisäänotto- ja poissulkukriteerit, laadun arviointi ja tarkka hakuprosessi vähentävät kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen virheiden määrää ja näin lisäävät luotettavuutta. Lisäksi käyttämällä alkuperäisartikkeleita voidaan lisätä luotettavuutta. Jos sisäänotto- ja poissulkukriteerit ovat liian tiukat, se haittaa tutkimusaineiston keruuta ja joitain hyviä lähteitä voi jäädä pois. (Malmivaara 2002, 877-878.)

Kuvailevaa kirjallisuuskatsaus tutkimusta tehdessäni pyrin käyttämään hyvää lähdekritiikkiä. Tämä lisää kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen luotettavuutta merkittävästi. Työn tulokset on kirjoitettu kansanvälisesti julkaistujen artikkelien pohjalta, jotka olivat kaikki melko uusia julkaisuja ja julkaistu esimeksi PubMedissa, ScienceDirectissä tai muissa tunnetuissa tietokannoissa, joten tietoa voidaan pitää luotettavana. Oletus näissä julkaisuissa on, että ne ovat tarkastettu usean muun henkilön toimesta sekä tutkimuksen kuvaus on kerrottu läpinäkyvästi niissä, joka lisää luotettavuutta. Käytetyt artikkelit on koottu yhteen liitteessä 1, jossa on kuvaus artikkeleista. Aiemmista opinnoistani biokemian ja farmasian puolella oli hyötyä tämän kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tekemisessä, sillä minulla oli melko hyvää käsitystä esimerkiksi aineiden kemiallisista rakenteista, ja kun ymmärsin paremmin käytettyjen artikkelien sisältöjä, niiden käyttäminen lähteinä oli merkittävästi helpompaa. Lisäksi luotettavuutta voidaan myös pohtia sen kannalta, että oliko julkaisun tekijällä mahdollisesti omaa etua tavoittelevia tarkoituksia julkaisun tuloksien suhteen tai kaupallisia in-

tressejä. Esimerkiksi haluttaisiin markkinoida jotain tiettyä varjoainetta sen paremmuudesta perustuen riittämättömiin otoksiin. Tällaisia toimintaa en kuitenkaan usko kenenkään tutkijan harjoittavan, vaan tutkimukset on oletettavasti tehty objektiivisen tarkastelun pohjalta.

Työn tuotos on yhteenveto kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tuloksista taulukkomuodossa liitteessä 2. Taulukko on pelkistetty versio tuloksista, eikä siihen mahtunut pitkiä selityksiä ja perusteluja, mutta se kertoo lyhyesti ja ytimekkäästi pääkohdat kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tuloksista. Lisäksi siinä ei ole lähteitä mainittu asian perässä tilan säästämisen vuoksi, mutta lukija voi tarkistaa kohdat tulokset osiosta, jossa on lähteet mainittu ja lähdeluettolon kautta pääsee viitattuihin artikkeleihin.

Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen luotettavuuden kannalta oli tärkeää, että ymmärsin viitattun artikkelin sisällön, jolloin asiavirheitä ei tulisi. Käytetyt lähteet tulokset osiossa olivat kaikki englanninkielisiä, joka toi hieman haastetta asian selvittämiseen. Jodivarjoaineista ei kuitenkaan ollut paljoa tietoa saatavilla suomeksi, mutta englanninkielellä löytyi hyvinkin paljon. On mahdollista, että joitain asiavirheitä löytyy työstä, mutta asiat on kirjoitettu viitaten lähteisiin ja lukija voi tarkistaa asian lähteestä, mikäli herää epäselvyyksiä. Yksi ongelma työssä oli se, että asioista löytyi hieman ristiriitaista tietoa esimerkiksi jodivarjoaineiden aiheuttamien haittavaikutusten yleisyydestä, joten asiassa vaadittiin kriittistä ajattelua sekä päättäväisyyttä valita vain tietyt julkaisut työhön, sillä asioiden toistaminen ei ole tarkoituksenmukaista.

### 7.3 Kirjallisuuskatsauksen eettisyys

Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tekemisessä tuli noudattaa eettisiä pelisääntöjä, joiden rikkominen voi ilmetä esimerkiksi tutkimusvilppinä ja piittaamattomuutena hyvistä käytänteistä. Eettisyyteen kuuluu lähdekritiikki, tiedon soveltuvuus ja luotettavuus. Opiskelijan arkieettisyys ilmenee jo sopimuksen noudattamisessa sovittujen aikataulujen, sovittujen tavoitteiden ja sisältöjen osalta. Opinnäytetyötä edellytetään läpinäkyvyyttä ja rehellisyyttä. (Kajaanin ammattikorkeakoulu 2018, 1.)

Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsaus tutkimuksena, eikä työhön liity erityisiä eettisiä ongelmia. Suurin eettinen ongelma työssä on huolellinen lähteisiin viittaaminen ja plagioinnin välttäminen. Työssä on tärkeää tuoda esiin, mikä on työn tekijän omaa kirjoitusta sekä mikä on tuotu lähteeseen perustuen. Tämä asia kuvailevassa kirjallisuuskatsaus tutkimuksessa on huomioitu siten, että tekstikappaleen perässä on varmasti lähdeviittausmerkintä perässä, mikäli kappale on kirjoitettu lähteen pohjalta. Jos kyseessä on omaa pohdintaa, niin kappaleen perässä ei ole merkintää.

Lähteitä käytettiin runsaasti ja kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen sisältö koottiin aiheeseen sopivien artikkelien sisältöjä sekä olennaisimpia asioita tiivistämällä. Välillä oli hieman vaikeampi kirjoittaa lähdeviitteessä ollutta asiaa, sillä jos asiaa alkaisi kirjoittamaan kovin eri tavalla, asiasisältö, merkitys ja asian ymmärrettävyys voisi kärsiä huomattavasti. Opinnäytetyön plagioinnin tarkistuk-

seen on käytetty Turnitin-ohjelmaa. Jodivarjoaineiden haittavaikutuksia selvittäessä eettisiä ongelmia ei ollut aiheen suhteen, ja nyt kun tiedän merkittävästi enemmän jodivarjoaineista sekä niiden haittavaikutuksista, voin toimia paremmin ja turvallisemmin jodivarjoaineiden kanssa työelämässä.

#### 7.4 Opinnäytetyöprosessin arviointi

AMK-opiskelijalle opinnäytetyö on erityisen laaja oppimistehtävä, jossa hän osoittaa kykenevänsä tuottamaan alaa ja itseään kehittävän opinnäytteen. Opiskelija osoittaa hallitsevansa kriittisen tutkivan työtöiden, sekä kykenevänsä päämäärätietoiseen ja itsenäiseen työskentelyyn. Lisäksi opiskelija osoittaa osaavansa viestiä kirjallisesti ja suullisesti tutkimushankkeen tuloksista. Opinnäytetyö prosessi jakaantuu työskentelyvaiheisiin, joihin voidaan liittää selkeitä aikatauluja ja tavoitteita, jotka jäsentävät laajaa prosessia pienempiin palasiin. Prosessiin kuuluu aiheen valinta, rajaus, suunnitelman laatiminen, tutkimusongelman määrittäminen, teoreettisen viitekehysten luominen, aineistonkeruu, analyysi, raportointi, esittäminen ja julkaiseminen. (Jyväskylän ammattikorkeakoulu s.a., 1.)

Opinnäytetyö oli melko pitkä prosessi, joka alkoi keväällä 2018. Keväällä tein suunnitelman opinnäytetyöstä sekä hahmottelin asioita, mitä haluaisin tuoda kuvailevaan kirjallisuuskatsaus tutkimukseen. Alkuperäinen suunnitelma oli tehdä kuvaileva kirjallisuuskatsaus tutkimus sekä jodi- että bariumvarjoaineista. Ilmeni kuitenkin, että bariumvarjoaineiden haittavaikutuksista ei löytynyt tietoa siten, millä tavalla olisin toivonut. Käytin paljon aikaa bariumvarjoaineiden haittavaikutusten selvittämiseen internetlähteistä sekä kirjaston kirjoista, mutta lopulta turhauduin asiaan. Yksi merkittävä haittavaikutus bariumvarjoaineilla oli, josta löytyi hyvin tutkimustietoa, oli bariumsulfaatin aspiraatio. Potilaat saattavat aspiroida (eli vetää keuhkoihin) bariumsulfaattia ruuansulatuskanavan läpivalaisututkimuksissa niellessään bariumsulfaatti-liuosta. Bariumsulfaatin aspiraatio on hengenvaarallista ja vaarallisuus riippui aspiroidun bariumsulfaatin määrästä, mutta se on kuitenkin harvinainen ongelma. (Yan ym. 2017, 1.) Kirjoitinkin siitä melko paljon työhön, mutta muita olennaisia haittavaikutuksia en löytänyt sekä bariumsulfaatin osmolaliteettiä oli vaikea selvittää, joten päädyin sitten vaihtamaan opinnäytetyön aiheen käsittelemään pelkästään jodivarjoaineita. Tämä selkeytti työtä ja pääsin eteenpäin asiassa.

Aloitettuani keväällä 2018 työn tekemistä, oli sen jälkeen pitkä aika välissä, jolloin en tehnyt työtä lainkaan. Tämä johtui muista kiiireistä koulussa ja harjoitteluista, sekä tiedostin sen, että en valmistuisi kuitenkaan sen nopeammin, vaikka tekisin työn valmiiksi hyvinkin nopeasti. Suunnittelin asian siten, että minulla olisi hyvin aikaa tehdä sitä vuoden 2019 syksyllä. Tämä oli mielestäni hyvä suunnitelma, sillä näin opinnäytetyön aihetta ehti pohtia sekä sisäistä paremmin, kun prosessi kesti hieman pidempään. Kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tekeminen opetti hyvin tutkimuksen tekemistä ja tiedonhakua.

## 7.5 Oma ammatillinen kasvu

Kasvaminen röntgenhoitajan ammattiin on pitkä prosessi, joka ei käytännössä ole ikinä valmis. Ala kehittyy jatkuvasti ja uusia asioita on opeteltavana. Aina voi olla parempi töiden suorittamisessa sekä ihmisten kohtaamisessa ja kehittymistä tapahtuu työkokemuksen kautta. Röntgenhoitaja toimii näyttöön perustuvan kliinisen radiografian asiantuntijana. Röntgenhoitajan työssä korostuu teknologian hyödyntäminen ja lääketieteellisen säteilyn käyttö osana potilaan hoitoa. Röntgenhoitajan ydinosaamisalueita ovat erilaiset kuvantamistutkimukset (röntgen-, magneetti, isotooppi- ja ultraäänitutkimukset), sekä niihin liittyvät radiologiset toimenpiteet, sädehoito, potilaan ohjaaminen ja hoitaminen. Röntgenhoitaja vastaa muun muassa röntgentutkimusten suorittamisesta, röntgenkuvien analysoinnista, käsittelystä ja arkistoinnista. Röntgenhoitajan tehtäviin kuuluu myös tutkimuslaitteiden tarkkailu sekä laatutestien tekeminen, jotta tutkimusten suorittaminen olisi turvallista ja tutkimustulokset laadukkaita. (Savonia ammattikorkeakoulu 2020, 1.)

Opinnäytetyön merkitys oman ammatillisen kasvun suhteen on ollut sellainen, että perehdyin perinpohjaisesti jodivarjoaineisiin, niiden käyttöön sekä haittavaikutuksiin ja tutkimuksen tekemiseen yleisesti. Onnistuin mielestäni tekemään melko selkeän, informatiivisen ja ytimekkään kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tästä aiheesta, jota voi soveltaa ja hyödyntää kaikki asiasta kiinnostuneet. Työ antaa tilaajalle, eli Savonia ammattikorkeakoululle, hyvän tietopaketin jodivarjoaineista, jota voidaan käyttää esimerkiksi opetuskäyttöön röntgenhoitajaopiskelijoille. Liite 2 on esimerkiksi sellainen, mistä asiaa voi opetella nopeasti. Minulle itselleni työ antoi osaamista ja tietoja, joita voin hyödyntää myöhemmin työelämässä ja muissa mahdollisissa opinnoissa. Tiedän kuvailevan kirjallisuuskatsaus tutkimuksen tietojen pohjalta hyvin, mitä olen tekemässä, kun työskentelen yleisesti käytettyjen jodivarjoaineiden kanssa työelämässä. Aihe oli kiinnostava ja mielestäni sopivan laaja, josta löytyi tietoa kohtalaisen hyvin. Minua lisäksi yllätti hieman työssä se, että kuinka hidasta työn tekeminen saattoikaan olla ja työn tekeminen kulutti paljon aikaa sekä energiaa. En ollut myöskään kovin tyytyväinen itseeni, sillä en tehnyt sitä läheskään niin nopeasti kuin olisin voinut. Jos nyt tekisin vastaavanlaisen työn uudestaan, saisin tehtyä sen huomattavasti nopeammin, koska työssä oli paljon sellaisia asioita, mitä en aluksi ajatellut sinne edes tarvittavan. Nyt osaisin varautua niiden tekemiseen ja minulla olisi selkeä käsitys siitä, miten työ pitäisi tehdä. Tämä on osa ammatillista kasvua ja tämä on epäilemättä yksi opinnäytetyön tekemisen tavoitteista, että sisäistetään tällaisen työn tekemisen vaatimuksia sekä opetellaan systemaattista työskentelyä.

## LIITE 1. KIRJALLISUUSKATSAUSAINEISTO

Artikkelin tiedot	Maa	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite	Tutkimuksen etelmä	Tiedonkeruu ja analyysimenetelmä	Keskeiset tulokset	Johtopäätökset
PASTERNAK, Jeffrey ja WILLIAMSON, Eric 2012. Clinical Pharmacology, Uses, and Adverse Reactions of Iodinated Contrast Agents: A Primer for the Non-radiologist. Mayo Clinic Proceedings 2012 Apr; 87(4): 390–402.	Yhdysvallat (USA)	Tutkimuksen tarkoituksena ja tavoitteena oli selvittää jodivarjoaineiden käyttöä, ominaisuuksia ja haittavaikutuksia selkeästi. Jodipohjaiset varjoaineet ovat olleet käytössä 1950-luvulta lähtien radiografisten kuvantamistapojen helpottamiseksi. Eri jodipohjaiset varjoaineet eroavat suuresti niiden ominaisuuksista, käytöstä ja toksisista vaikutuksista. Tämä artikkeli antoi käsityksen jodipohjaisten varjoaineiden käytöstä ja haitoista.	Kvantitatiivinen tutkimus	Tiedonkeruumenetelmänä on käytetty laajoja otoksia potilasmääristä tutkimuksen tuloksia varten, eli potilaiden saamia haittavaikutuksia jodivarjoaineesta tutkittiin tätä kautta. Lisäksi aineistona on käytetty ennestään olemassa olevaa tietoa jodivarjoaineista sekä niiden ominaisuuksista. Hankituista tiedoista asiat koottiin yhteen selkeäksi kokonaisuudeksi.	Haittavaikutusten esiintyvyys on yleisempää korkeasti osmolaaristen jodivarjoaineiden käytön jälkeen. Haittavaikutuksia esiintyy noin 15%:lla korkean osmolaarisuuden aineilla ja vain 3%:lla alhaisen osmolaarisuuden omaavalla jodivarjoaineilla. Siksi korkean osmolaarisuuden aiheuttavien aineiden käyttö on vähentynyt merkittävästi viime vuosina. Jodipohjaisten varjoaineiden haitallisimpien vaikutusten ja haittavaikutusten syyt ovat monitekijäisiä.	Haittavaikutukset johdettavat todennäköisesti kemotoksisuuden, ionisen tilan (ts. Ionisen tai ei-ionisen) ja jodipohjaisen varjoaine valmisteen osmolaarisuuden yhdistelmästä. Kaikki nämä asiat vaikuttavat haittavaikutusten esiintymiseen ja näitä asioita otetaan huomioon, kun halutaan ennaltaehkäistä haittavaikutuksia.
HARBON, Richard, AINSBURY, Elizabeth, BOUFFLER, Simon, TANNER, Rick, EAKINS, Jonathan ja PEARCE, Mark 2017. Enhanced radiation dose and DNA damage associated with iodinated contrast media in diagnostic X-ray imaging. The British Journal of Radiology vol. 90(1079) 2017 november.	Iso-Britannia	Tutkimuksen tarkoituksena ja tavoitteena oli kertoa, kuinka on havaittu, että jodivarjoainetehostettu tietokonetomografiakuvaus voi saada aikaan suurempia DNA-vaurioita soluissa verrattuna siihen, että jodivarjoainetta ei olisi käytetty tietokonetomografia kuvantamisen yhteydessä.	Kvantitatiivinen tutkimus	Tiedonkeruumenetelmänä on käytetty aiemmin olemassaolevia aineistoja ja tutkimuksia solujen absorboimista säteilymäärästä jodivarjoaineen läsnä ollessa. Tuloksia on analysoitu ja vertailtu tilanteeseen, jossa jodivarjoainetta ei olisi käytetty.	On havaittu, että jodivarjoaine lisää absorboituneen säteilyn määrää soluissa ja tämä nostaa syövän kehittymisen riskiä. Monissa tilanteissa lisääntynyt DNA-vaurio rajoittui verisoluihin sekä verisuonten seinämiin soluihin. Lisääntyneet DNA-vauriot ovat yhteydessä lisääntyneeseen syöpäriskiin.	1970-luvun lopulta lähtien tutkimukset ovat osoittaneet lisääntyneitä verisolujen vaurioita jopa sataprosenttisesti laskimonsisäisen jodivarjoaineen antamisen jälkeen diagnostisen röntgensäteilyn altistumisen aikana, verrattuna tehostamattomaan altistumiseen.
BECKETT, Katrina, MORIARTY, Andrew ja LANGER, Jessica 2015. Safe Use of Contrast Media: What the Radiologist Needs to Know. Radiographics, Vol. 35, No. 6.	Yhdysvallat (USA)	Joditetuja ja gadoliinipohjaisia varjoaineita käytetään päivittäin useimmissa radiologisissa käytännöissä. Nämä aineet ovat usein välttämättömiä tarkkoja diagnooseja varten ja ovat melkein aina turvallisia ja tehokkaita oikein annettuna. Reaktioita varjoaineille tapahtuu kuitenkin ja ne voivat olla hengenvaarallisia. Tässä katsauksessa esiteltiin yhteenveto varjoaineiden nykyisestä turvallisuudesta käytöstä ja keskeisistä käsitteistä.	Kvantitatiivinen tutkimus	Tiedonkeruumenetelmänä on käytetty aikaisempia tutkimuksia ja otoksia jodi- ja gadoliinipohjaisten varjoaineiden aiheuttamista haittavaikutuksista. Tiedot on koostettu yhdeksi selkeäksi kokonaisuudeksi ja asiat on vedetty yhteen.	Vaikka varjoaineiden käyttö on yleensä turvallista ja hyödyllistä lääketieteellisessä kuvantamisessa, se aiheuttaa toisinaan haittavaikutuksia potilailla. Tunnetuimmat haittavaikutuksia ovat munuaistoksisuus, kilpirauhasen vajaatoiminta ja allergian kaltaiset oireet.	Varjoaineiden käyttö on välttämätöntä diagnostisten kuvien aikaansaamiseksi monessa tapauksessa, joten niitä ei voi olla käyttämättä haittavaikutuksista huolimatta. Haittavaikutukset ovat yleensä lieviä ja vakavia oireita esiintyy hyvin harvoin.
SINGH, J. ja DAFTARY, A. 2008. Iodinated Contrast Media and Their Adverse Reactions. Journal of Nuclear Medicine Technology vol. 36 no. 2, 69-74.	Intia	Joditetut varjoaineet ovat nykyään radiologian yleisimmin käytettyjä injektoitavia aineita. Nykyaikaisia joditettuja varjoaineita voidaan käyttää melkein missä tahansa kehossa. Useimmiten niitä käytetään laskimonsisäisesti. Ne ovat yleensä turvallisia, ja haittavaikutuk-	Kvantitatiivinen tutkimus	Tutkijat ovat käyttäneet valmiiksi olleita aineistoja artikkelin tekemisen lähteeksi, joista on koottu asiat yhteen.	Joditetuja varjoaineita käytetään usein ja ne ovat turvallisia. Kun reaktioita tapahtuu, ne ovat yleensä lieviä, mutta voivat toisinaan edetä hengenvaaralliseksi. Syy-seuraus -suhteiden (etiologian), altistavien tekijöiden, oireiden ja hoitostrategioiden perusteellisen tuntemuksen on tehokas tapa minimoida vaaratekijöitä.	Jodivarjoaineiden aiheuttamia haittavaikutuksia voidaan ehkäistä ennakoon vaarautumalla niihin ja valitsemalla iso-osmolaa-lisia ja ei-ionisia varjoaineita. Jodivarjoaineiden käyttöä arvioidaan potilaskohtaisesti.

		set ovat yleensä lieviä ja itserajoitteisia. Siitä huolimatta voi esiintyä vakavia tai hengenvaarallisia reaktioita.				
ANDREUCCI, Michele, SOLOMON, Richard ja TASANARONG, Adis 2014. Side Effects of Radiographic Contrast Media: Pathogenesis, Risk Factors, and Prevention. BioMed Research International Article ID 741018.	Italia	Röntgenkontrastiaineet ovat lääketieteellisiä lääkkeitä, joita käytetään parantamaan sisäelinten ja rakenneiden näkyvyyttä röntgenpohjaisissa kuvantamistekniikoissa. Niillä voi olla sivuvaikutuksia, jotka vaihtelevat kutinasta hengenvaaralliseen aiheuttama nefropatia (CIN) on yksi vakava sivuvaikutus.	Kvantitatiivinen tutkimus	Aineistoina artikkelissa on käytetty aikaisempia tutkimuksia, joista on tehty yhteenveto ja asioita on selitetty tarkemmin.	Mahdollisesti munuaistoksiset lääkkeet ja ei-steroidiset tulehduskipulääkkeet, tulee lopettaa ennen varjoaineiden antamista. Lisäksi on tärkeää käyttää mahdollisimman pientä annosta varjoainetta. Nesteenottoon tulisi kannustaa, esimerkiksi 500 ml vettä suun kautta ennen ja 2500 ml 24 tunnin ajan varjoaineen antamisen jälkeen. Korkean riskin potilaille tulisi antaa 0,9% suolaliuosta infuusiolla infuusiona nopeudella noin 1 ml / kg tunnissa, alkaen 6–12 tuntia ennen toimenpidettä ja jatkamalla jopa 12–24 tuntia radiografisen tutkimuksen jälkeen.	Potilailla, joilla on varjoaineen aiheuttaman munuaisvaurion-riski, on munuaisten toimintaa seurattava mittamalla seerumin kreatiniiniarvo ja laskemalla eGFR ennen toimenpidettä ja kerran päivässä viiden päivän ajan radiografisen toimenpiteen jälkeen.
LYER, Ramesh, SCHOPP, Jennifer, SWANSON, Jonathan, THAPA, Mahesh JA PHILLIPS, Grace 2013. Safety Essentials: Acute Reactions to Iodinated Contrast Media. Canadian Association of Radiologists Journal, v. 64, Issue 3, s. 193-199.	Yhdysvallat (USA)	Artikkelin tavoitteena ja tarkoituksena on tarkastella äkillisten muiden kuin munaisperäisten reaktioiden diagnoosia ja hallintaa jodattuihin varjoaineisiin. Artikkelissa käydään läpi varjoaineiden tyyppejä ja niiden aiheuttamia reaktioita. Lisäksi käsitellään mekanismeja, altistavista riskitekijöistä ja ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä. Lopussa tarkastellaan mahdollisten reaktioiden arviointia, alustavaa hallintaa ja hoitoa.	Kvantitatiivinen tutkimus	Artikkelin tiedonkeruumenetelmänä on käytetty aikaisempia tutkimuksia ja teorianetoja, joista on kasattu tämä artikkeli.	Akuuttien reaktioiden esiintyminen verisuonten sisäiseen varjoaineeseen on onneksi pieni. Matalaosmolaariset jodivarjoaineet aineet ovat yleensä hyvin siedettyjä. Korkeaosmolaariset aineet aiheuttavat enemmän haittavaikutuksia. Suurimman riskin reaktioille omaavat potilaat ovat sellaisia, joilla on ollut aikaisempi reaktio, ja potilaat, joilla on astma. Akuuttien varjoaineiden aiheuttamien reaktioiden nopea tunnistaminen helpottaa hoitoa ja parantaa tuloksia.	Varjoaineiden välttämisen on paras keino ehkäistä haittavaikutuksia. Niille potilaille, jotka tarvitsevat varjoaineita, mutta on lisääntynyt reaktion riski, tulisi käyttää kortikosteroideja esilääkityksenä. Reaktion satutuessa alkuarvointiin sisältyy avun kutsuminen, elintoimintojen ottaminen, hengitysteiden varmistaminen ja lisähapen antaminen. Vakavimmissa anafylaktisissa reaktioissa epinefriini eli adrenaliini on valittu lääke. Li-haksensisäinen ja laskimonsisäinen antaminen ovat hyviä reittejä.
LEE, Sun, RHEE, Connie, LEUNG, Angela, BRAVERMAN, Lewis, BRENT, Gregory, ja PEARCE, Elizabeth 2015. A review: Radiographic iodinated contrast media-induced thyroid dysfunction. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, v. 100(2), 376–383.	Yhdysvallat (USA)	Tämä katsausartikkeli käsittelee jodivarjoaineen aiheuttamia kilpirauhasen liika- ja vajaatoimintaa sekä syitä näihin oireisiin.	Kvantitatiivinen tutkimus	Artikkelin tietojen keruussa käytettiin PubMedin ja Google Scholarin hakutoimintoja esimerkiksi hakusanoilla Wolff-Chaikoff, jodi, kilpirauhasen vajaatoiminta ja kilpirauhasen liikatoiminta. Lisäksi apuna tässä käytettiin merkittävien artikkeleiden lähdeviitteitä.	Kilpirauhasen normaali toiminta tarvitsee riittävästi jodia tuottaakseen kilpirauhashormonia. Jodivarjoaineissa jodia on runsaasti yli suositusten, mistä voi aiheutua potilaille kilpirauhasongelmia. Nykyään käytetään pääasiassa matala- ja iso-osmolaalisia jodivarjoaineita, sillä niillä on vähemmän toksisia vaikutuksia kuin korkea-osmolaalisilla jodivarjoaineilla, esimerkiksi munuaisvaurioita aiheuttavia vaikutuksia. Matala- ja iso-osmolaalisissa varjoaineissa on kuitenkin	Kilpirauhasen toimintahäiriöt liittyvät liialliseen jodin saantiin ja Wolff-Chaikoff -vaikutukseen, jossa kilpirauhanen lopettaa hormonituotantonsa väliaikaisesti korkean jodiannoksen jälkeen. Jos Wolff-Chaikoff -vaikutus ei toimi normaalisti, voi syntyä kilpirauhasen liika- ja vajaatoimintaa. Nämä voivat kehittyä useiden

					suurempi jodipitoisuus, mikä lisää potilaan jodin saantia. Jodivarjoaineen annostelun jälkeen potilaiden jodipitoisuuden pysyvät kohonneina jopa 4-8 viikon ajan terveillä potilailla.	viikkojen jälkeen altistumisesta jodi-annokselle.
ANDREUCCI, Michele, FAGA, Teresa, PISANI, Antonio, SABBATINI, Massimo ja MICHAEL, As-hour 2014. Acute Kidney Injury by Radiographic Contrast Media: Pathogenesis and Prevention. BioMed Research International Article ID 362725.	Italia	Artikkelin tavoitteena ja tarkoituksena on käsitellä jodivarjoaineiden aiheuttamia akuutteja munuaisvaurioita, riskitekijöitä vaurion synnylle sekä toimenpiteitä vaurion ennaltaehkäisemiseksi.	Kvantitatiivinen tutkimus	Tiedonkeruussa on käytetty laajasti lähdeaineistoja aiemmista tutkimuksista ja asiaan liittyvistä muista asioista. Analyysimenetelmänä on käytetty koavaa asioita yhteenvetävää menetelmää, joka kertoo olennaisimmat asiat selkeästi.	Jodatut radiografiset varjoaineet voivat aiheuttaa munuaisten toimintahäiriötä, etenkin potilailla, joilla on aiemmin munuaisten vajaatoiminta, joka liittyy diabetekseen. Tämä toimintahäiriö, kun se on vaikea, aiheuttaa akuutin munuaisten vajaatoiminnan. Varjoaineiden munuaistoksisuuden mekanismeja ei ole selvitetty kokonaan, ja ne voivat johtua useista tekijöistä. Varjoaineen aiheuttamaa akuuttia munuaisvauriota voidaan estää, mutta sitä varten tulee tuntee riskitekijät.	Tärkeimmät toimenpiteet akuutin munuaisvaurion ehkäisemiseksi ovat antaa varjoaine pienimmällä mahdollisella annoksella, valita matala osmolaalinen varjoaine, lopettaa mahdollisesti munuaistoksiset lääkkeet ja antaa suun- tai suonensisäistä nesteytystä sekä lopettaa diureettien käyttö ennen tutkimusta.
DING, Sandrine, MEYSTRE, Nicole, CAMPEANU, Cosmin ja GULLO, Giuseppe 2018. Contrast media extravasations in patients undergoing computerized tomography scanning: a systematic review and meta-analysis of risk factors and interventions. JBI database of systematic reviews and implementation reports 2018 Jan;16(1): 87–116.	Sveitsi	Artikkelin tarkoituksena ja tavoitteena oli kertoa CT-tutkimuksissa käytettyjen jodivarjoaineiden aiheuttamista ekstravasaatioista. Ekstravasaatio tarkoittaa veren purkautumista verisuonen ulkopuolelle. Samalla myös injektoidu jodivarjoaine pääty verisuonen ulkopuolelle ympäröivään kudokseen.	Kvantitatiivinen tutkimus	Tämä artikkeli oli systemaattinen katsaus ja meta-analyysi. Tiedonkeruumenetelmänä käytettiin hakuja eri tietokannoista, kuten PubMed, CINAHL, Embase, Cochrane-rekisteri ja muita sopivia tietokantoja. Yhteensä 15 artikkelia valittiin tämän artikkelin lähteeksi 2151 artikkelin joukosta. Artikkelien tietoja analysoitiin ja tehtiin näistä yhteenvetoja sekä päätelmiä.	Ekstravasaatiassa potilaat voivat tuntea terävän kivun ja ihon haavaumat tai nekroosit voivat kehittyä. Ekstravasaation riskiä lisää käytetyn jodivarjoaineen korkea viskositeetti ja tilavuus, injektioaika, kanyyli sekä sen laitto. Varjoaineen lämmittämisen laskee sen viskositeettia, eli se on silloin juoksevaa, ja tästä syystä jodivarjoaineita lämmitetään ennen niiden injektioista potilaaseen. Vanhemmilla potilailla (yli 50-vuotiailla) on suurempi riski ekstravasaation kuin nuoremmilla. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että eniten ekstravasaatiota tapahtui, kun kanyylin paikka oli kämmenselässä.	Kokonaisuudessaan ekstravasaation esiintymistiheys on yleensä matala ja tämän tutkimuksen mukaan sitä esiintyi 0 - 7,7%:lla potilaista. Ekstravasaatio ei ole kovin vaarallista, mutta jos se tapahtuu, niin kuvantamistutkimus ei onnistu ja kuvaus joudutaan uusimaan, joka lisää saadun säteilyn määrää tietokonetomografiatutkimuksissa.
YAN, Gao-Wu, DENG, Jiang-Fa, BHETUWAL, Anup, YANG, Guo-Qing, FU, Quan-Shui, CHEN, Hong, HU, Na, ZENG, Hao, FAN, Xiao-Ping, YAN, Gao-Wen ja WU, Xiao-Lin 2017. A case report and literature review of barium sulphate aspiration during upper gastrointestinal examination. Medicine baltimore 2017 Nov; 96(47).	Kiina	Tutkimuksen tarkoituksena ja tavoitteena oli kuvata bariumsulfaatin nielemisen aikana mahdollisesti tapahtuvaa aspiraatiota (keuhkoihin vetämistä) ja sen haittoja. Ylä-maha-suolikanavan tutkimukset bariumsulfaatin nielemisen aikana on laajalti käytetty tutkimustekniikka kaikkialla maailmassa. Se on pätevä ylä-maha-suolikanavan sairauksien diagnosoinnissa, kuten ruokatorven syövän, vieraskappaleiden havainnointiin ruokatorvessa, akalasian tutkimukseen (ruokatorven alaslukija	Kvantitatiivinen tutkimus	Tiedonkeruu menetelmänä on käytetty Sui-ningin keskussairaalan potilasaineistoja ja kirjallisuusaineistoa haettiin PubMed-, OVID-, EBSCO-, EMBASE- ja Kiinan kansallisen tietoinfrastruktuurin (CNKI) tietokannoista. Lisäksi esimerkiksi Google Scholaria käytettiin tunnistamaan merkitykselliset artikkelit. Hankittuja aineistoja sekä tietoja analy-	Tutkimuksen perusteella voidaan osoittaa, että suurimmalla osalla bariumsulfaattia aspiroineesta potilaista oli hengenahdistuksen, hypoksemian ja hengitysvajeen oireita. Harvat potilaat olivat oireettomia tai heillä oli lieviä oireita, kuten yskä ja kuume aspiraation jälkeen. Suurimmalle osalle potilaista bariumsulfaatin aspiratio voi olla hengenvaarallinen ja sillä on suuri kuoleman riski, vaikka yli 50% potilaista toipuu lopulta. Tutkimusta pidetään yleisesti turvallisena ja bariumsulfaatin	Kuoleman syy bariumsulfaatin aspiraation jälkeen voidaan selittää sillä, että vaikka keuhkokudos on hyvin siedetty bariumsulfaattia vastaan, sen kyky on rajoitettu; kuolema bariumsulfaatin aspiraatiosta liittyy sen määrään. Keuhkokudos sietää pienen määrän bariumsulfaattia. Kun suurta määrää aspiroidaan, keuhkokudoksen kestävyys ylittää, mikä voi johtaa kuolemaan.

		ei rentoudu) ja pullistumien havainnointiin.		soitiin ja koottiin yhteen, jonka perusteella artikkeli kirjoitettiin.	aspiraatio ylemmän ruuansulatuskanavan tutkimuksen aikana on harvinaista.	
--	--	--	--	--	---	--

## LIITE 2. TAULUKKO JODIVARJOAINEIDEN TÄRKEIMMISTÄ HAITTAVAIKUTUKSISTA

Haettavaikutus	Kuvaus	Oireet	Syntymekanismi	Näytön vahvuus
Yliherkkyyssreaktiot	Allergisen reaktion kaltainen vaste jodivarjoaineelle. Reaktio voi tapahtua välittömästi potilaan saatua jodivarjoainetta tai viiveellä.	Lieviä oireita ovat nokkosihottuma, pahoinvointi ja oksentelu. Kohtalaisia oireita ovat keuhkoputkien äkillinen supistuminen, verenpaineen merkittävä lasku ja pyörtyminen. Vakavia oireita ovat sydän- ja verisuonijärjestelmän romahtaminen, tajunnan menetys ja kouristukset.	Ihmisen elimistö reagoi jodivarjoaineen sisältämiin ainesosiin allergisen reaktion kaltaisesti, mutta kyse ei silti ole aina ole allergiasta. Reaktiota on IgE- ja ei IgE-välitteistä. IgE on immunoglobuliini E vasta-aine ja sillä on merkitystä erityisesti allergioissa.	Jodivarjoaineen aiheuttama yliherkkyyssreaktio on laajasti tutkittu aihe, sekä sen olemassaolosta on paljon näyttöä käytännön kokemustenkin kautta ja se on varmaksi todistettu haittavaikutus. Yliherkkyyssreaktioiden yleisyydestä on ristiriitaista tutkimustietoa.
Kilpirauhasongelmat	Kilpirauhasen liika- ja vajaatoiminta ovat tunnistettuja haittavaikutuksia potilaan altistuessa jodivarjoaineelle. Wolff-Chaikoff vaikutus liittyy näihin haittavaikutuksiin. Mikäli vaikutus pettää, tulee oireita.	Kilpirauhasen liikatoiminta aiheuttaa, että potilas hikoilee herkästi, laihtuu, sydämen syke on kiihtynyt, usein suolen toiminta kiihtyy, esiintyy ripulia ja kunto huononee. Kilpirauhasen vajaatoiminta aiheuttaa väsymystä, paleluherkkyttä, painonnousua, ummetusta ja sydämen sykkeen hidastumista.	Syntymekanismi perustuu siihen, että ihmisen suosittu jodin vuorokausiansos ylittyy satoja kertaisesti saatuaan jodivarjoainetta. Normaalisti kilpirauhasen toiminta palaa normaaliksi viikkojen jälkeen jodivarjoaineen saannista, mutta aina ei näin käy.	Jodivarjoaineen aiheuttamista kilpirauhasongelmista löytyi melko paljon tutkimuksia ja asiasta on vahvaa näyttöä. Nykyään on tunnettu tosiasia, että jodivarjoaineen sisältämä suuri kerta-annos jodia voi aiheuttaa kilpirauhasen liika- ja vajaatoimintaa.
Munuaisvauriot	Jodivarjoaineesta aiheutunut munuaisvaurio todetaan, kun muuta selittävää tekijää munuaisen toiminnan heikkenemiselle ei ole jodivarjoaineelle altistumisen jälkeen. Munuaisen toimintaa seurataan GFR- ja Krea-arvoilla.	Lievä munuaisen vajaatoiminta ei aiheuta mitään oireita, mutta pitkälle edennyt vakava munuaisen vajaatoiminta voi vaatia dialyysihoidoa. Hoitamaton vakava vajaatoiminta johtaa menehtymiseen. Krooniseen vajaatoimintaa liittyy yleisireena väsymystä ja suorituskyvyn laskua.	Mekanismi, joiden taustalla on jodivarjoaineiden aiheuttama munuaisvaurio, ei ole selvitetty kokonaan, ja ne voivat johtua useista tekijöistä. Näitä tekijöitä ovat muun muassa munuaiskemia (hapen tai veren puute), reaktiivisten happiradikaalien (ROS) muodostuminen (oksidatiivinen stressi), typpioksidin (NO) tuotannon vähentyminen ja verisuonten endoteelivauriot.	Tutkimuksia jodivarjoaineen aiheuttamista munuaisvaurioista on paljon saatavilla ja joissain tutkimuksissa ilmiön vakavuutta ja yleisyyttä korostetaan. On kuitenkin selvää, että mikäli munuaiset eivät toimi kunnolla, niin jodivarjoaine piippy munuaisissa pidentään ja on tällöin todennäköisempää, että se aiheuttaa vaurioita ja tästä syystä asiaan suhtaudutaan vakavasti.
Lisääntyneet vauriot solujen DNA:ssa	On havaittu, että jodivarjoainetehostettu tietokonetomografiakuvaus voi saada aikaan suurempia DNA-vaurioita soluissa verrattuna siihen, että jodivarjoainetta ei olisi käytetty kuvantamisen yhteydessä.	Lisääntyneet DNA-vauriot ovat yhteydessä lisääntyneeseen syöpäriskiin. Syöpä voi saada alkunsa solun DNA:n vaurioidessa, kun solu ei kykene korjaamaan DNA-vauriota tai tuhoamaan vaurioitunutta solua.	1970-luvun lopulta lähtien tutkimukset ovat osoittaneet lisääntyneitä verisolujen vaurioita jopa sataprosenttisesti jodivarjoaineen antamisen jälkeen diagnostisen röntgensäteilyn altistumisen aikana. Lisääntynyt vaurio johtuu siitä, että jodivarjoaineen läsnäolon on havaittu lisäävän soluihin absorboituneen säteilyn annosta.	Tätä kyseistä asiaa ei ole tutkittu kuitenkaan läheskään niin paljon, kuin aiemmin käsiteltyä asiota ja näyttö voi perustua melko pieniin tutkimusotoksiin. Tästä syystä asiasta ei ole niin vakuuttavaa tietoa ja lisääntynyt vaurio verisoluihin voisi mahdollisesti johtua myös muista tekijöistä, ei pelkästään lisääntyneestä absorboituneesta annoksesta soluissa.
Jodivarjoaineen korkeasta osmolaalisuudesta johtuvat haitat	Jodivarjoaineen osmolaalisuudesta johtuvat haittavaikutukset ovat myös yksi tutkittu asia. Korkeamman osmolaalisuuden omaava aine imee vettä itseensä (tapahtuu osmoosia) ja se aiheuttaa muutoksia veden jakautumiseen soluissa sekä verisuonissa.	Tunnistettuja oireita muun muassa kipu, bradykardia (sydämen hidastuminen), tromboosi (verisuonitukos) ja endoteelivauriot.	Osmoosin vaikutuksesta vettä siirtyy potilaan soluista korkean osmolaalisuuden varjoaineeseen ja tämä aiheuttaa solujen kuivumista. Korkeamman osmolaalisuuden omaava aine imee vettä itseensä. Varjoaineen osmolaliteetti määritetään osmoottisesti aktiivisten partikkelien lukumäärän perusteella, joka muodostuu, kun se liukenee liukeseen.	Jodivarjoaineiden korkeasta osmolaalisuudesta aiheutuvia haittavaikutuksia on tutkittu paljon ja on vakuuttavaa näyttöä siitä, että matala- ja iso-osmolaaliset varjoaineet aiheuttavat vähemmän haittavaikutuksia kuin korkea-osmolaaliset. Tästä syystä nykyään käytetään pääasiassa matala- ja iso-osmolaalisia jodivarjoaineita.
Ekstravasaatio eli veren purkautuminen verisuonen ulkopuolelle jodivarjoaineen annonnelun yhteydessä	Ekstravasaatiota esiintyy CT-tutkimusten yhteydessä, kun potilaaseen annostellaan jodivarjoainetta kanyyliin kautta. Verisuoni siis puhkeaa ja verta purkautuu verisuonen ulkopuolelle.	Potilaat voivat tuntea terävän kivun ja ihon haavaumat tai nekroosit voivat kehittyä. Ekstravasaatio on yleensä hyvänlaatuisen tapahtuma, joka hoituu konservatiivisesti. Tapauksissa, jossa ihonekroosin vaara on kyseessä, on kokeiltu kirurgista dekompressiota sekä drenaasia paksuilla neuloilla ja myös ihon siirtäminen voi tulla kyseeseen.	Ekstravasaatiossa verisuoni puhkeaa johtuen mahdollisesti monista eri tekijöistä. Ekstravasaation riskiä lisää käytetty jodivarjoaineen korkea viskositeetti ja tilavuus, injektioipaikka, kanyyli sekä kanyylin laitto. Vanhemmilla potilailla (yli 50-vuotiailla) on suurempi riski ekstravasaatiota. Lisäksi havaittiin, että eniten ekstravasaatiota tapahtui, kun kanyylin paikka oli kämmenselässä.	Ekstravasaatio on tunnettu ja suhteellisen yleinen tapahtuma. Sitä tapahtuu säännöllisesti CT-tutkimusten yhteydessä, mutta tapahtuman yleisyys vaihtelee johtuen monista eri tekijöistä, jotka vaikuttavat sen sattumiseen. Käytetyn tutkimusartikkelin mukaan yleisyys oli 0 – 7,7%.

## LÄHDELUETTELO

American College of Radiology (ACR) 2018. ACR Manual on Contrast Media, version 10.3. ACR Committee on Drugs and Contrast Media. [Viitattu 2018-08-29.] Saatavissa: [https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/Contrast\\_Media.pdf](https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/Contrast_Media.pdf)

ANDREUCCI, Michele, FAGA, Teresa, PISANI, Antonio, SABBATINI, Massimo ja MICHAEL, Ashour 2014. Acute Kidney Injury by Radiographic Contrast Media: Pathogenesis and Prevention. BioMed Research International Article ID 362725. [Viitattu 2019-11-19.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4150431/>

ANDREUCCI, Michele, SOLOMON, Richard ja TASANARONG, Adis 2014. Side Effects of Radiographic Contrast Media: Pathogenesis, Risk Factors, and Prevention. BioMed Research International Article ID 741018. [Viitattu 2019-10-14.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4034507/>

BECKETT, Katrina, MORIARTY, Andrew ja LANGER, Jessica 2015. Safe Use of Contrast Media: What the Radiologist Needs to Know. Radiographics, Vol. 35, No. 6. [Viitattu 2019-10-10.] Saatavissa: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.2015150033>

DING, Sandrine, MEYSTRE, Nicole, CAMPEANU, Cosmin ja GULLO, Giuseppe 2018. Contrast media extravasations in patients undergoing computerized tomography scanning: a systematic review and meta-analysis of risk factors and interventions. JBI database of systematic reviews and implementation reports 2018 Jan;16(1): 87–116. [Viitattu 2019-11-20.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5771689/>

DOCRATES 2019. Tietokonetomografia. [Viitattu 2019-12-11.] Saatavissa: <https://www.docrates.com/syovan-hoito/kuvantaminen-ja-diagnoosi/tietokonetomografia-tt/>

DUODECIM 2018a. Terveyskirjasto. Duodecim tuotteet ja palvelut. [Viitattu 2018-08-23.] Saatavissa: <https://www.duodecim.fi/tuotteet-ja-palvelut/terveyskirjasto/>

DUODECIM 2018b. Terveysportti. Duodecimin tuotteet ja palvelut. [Viitattu 2018-05-06.] Saatavissa: <https://www.duodecim.fi/tuotteet-ja-palvelut/terveysportti/>

FIMEA 2019a. Valmisteyhteenveto Omnipaque. [Viitattu 2019-10-13.] Saatavissa: <http://spc.fimea.fi/indox/nam/html/nam/humspc/1/14146501.pdf>

FIMEA 2019b. Valmisteyhteenveto Visipaque. [Viitattu 2019-10-13.] Saatavissa: <http://spc.fimea.fi/indox/nam/html/nam/humspc/5/59225.pdf>

FIMLAB 2012. Osmolaliteetti. [Viitattu 2019-10-10.] Saatavissa: [https://www.fimlab.fi/ohje-kirja/nayta.tmpl?sivu\\_id=194;setid=6681](https://www.fimlab.fi/ohje-kirja/nayta.tmpl?sivu_id=194;setid=6681)

GINGOLD, Eric s.a. Modern fluoroscopy imaging systems. Image wisely. [Viitattu 2019-12-05.] Saatavissa: <https://www.imagewisely.org/Imaging-Modalities/Fluoroscopy/Modern-Imaging-Systems>

GOERGEN, Stacy 2017. Iodine-containing contrast medium. Inside radiology, The Royal Australian and New Zealand Collage of Radiologists. [Viitattu 2019-12-01.] Saatavissa: <https://www.insideradiology.com.au/iodine-containing-contrast-medium/>

HARBRON, Richard, AINSBURY, Elizabeth, BOUFFLER, Simon, TANNER, Rick, EAKINS, Jonathan ja PEARCE, Mark 2017. Enhanced radiation dose and DNA damage associated with iodinated contrast media in diagnostic X-ray imaging. The Brittish Journal of Radiology vol. 90(1079) 2017 november. [Viitattu 2019-11-08.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5963364/>

HILSKA, Katja 2007. PubMed – lääketieteellinen kokoteksti ja viitetietokanta. Kansanterveyslaitos/Kirjasto ja tietopalvelu. [Viitattu 2018-05-06.] Saatavissa: [http://www.perthes.fi/documents/2009/pubmed\\_yleisohje.pdf](http://www.perthes.fi/documents/2009/pubmed_yleisohje.pdf)

HILTUNEN, Leena s.a. Opinnäytteen aineiston hankinta. Jyväskylän yliopisto graduryhmä. [Viitattu 2019-10-24.] Saatavissa: [http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/aineiston\\_hankinta2.pdf](http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/aineiston_hankinta2.pdf)

HEIKKILÄ, Piia 2013. Säteilyn käyttötavat leikkaussaleissa. Pro gradu -tutkielma Oulun yliopisto. [Viitattu 2018-08-26.] Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201310151793.pdf>

HÄNNINEN, Helena, HOLMSTRÖM, Miia ja KIVISTÖ, Sari 2012. Sydämen tietokonetomografiatutkimus. Suomen Kardiologinen Seura. [Viitattu 2019-11-08.] Saatavissa: [https://www.fincardio.fi/site/assets/files/3385/sa1a\\_12\\_teema\\_luku9.pdf](https://www.fincardio.fi/site/assets/files/3385/sa1a_12_teema_luku9.pdf)

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO 2016. Pro gradu -tutkielman kirjoitusohjeet. [Viitattu 2020-01-07.] Saatavissa: [https://www.uef.fi/documents/340380/882845/Pro\\_gradu\\_kirjoitusohjeet\\_2016.pdf/94d3cfe8-b49a-4553-9f6c-3aa01619e455](https://www.uef.fi/documents/340380/882845/Pro_gradu_kirjoitusohjeet_2016.pdf/94d3cfe8-b49a-4553-9f6c-3aa01619e455)

JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU s.a. Opinnäytetyö prosessina. [Viitattu 2020-01-07.] Saatavissa: <https://oppimateriaalit.jamk.fi/yamk-kasikirja/opinnaytetyo-prosessina/>

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO 2010. Tutkimuksen toteuttaminen. [Viitattu 2020-01-07.] Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/tutkimusprosessi/tutkimuksen-toteuttaminen>

KAJAANIN AMMATTIKORKEAKOULU 2018. Opinnäytetyöpakki, eettisyys. [Viitattu 2018-06-01.] Saatavissa: <https://www.kamk.fi/opari/Opinnaytetyopakki/Teoreettinen-materiaali/Tukimateriaali/Eettisyys>

KANGASNIEMI, Mari, UTRIAINEN, Kati, AHONEN, Sanna-Mari, PIETILÄ Anna-Maija, JÄÄSKELÄINEN, Petri ja LIIKANEN, Eeva 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: Eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. Hoitotiede 25(4), 291-301. [Viitattu 2019-09-20.]

KOSKINEN, Seppo 2008. Radiologia, varjoaineiden aiheuttamat munuaisvauriot osa 1. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 2008;124(19):2162. [Viitattu 2018-03-28.] Saatavissa: <http://www.duodecimlehti.fi/duo97542>

LEE, Sun, RHEE, Connie, LEUNG, Angela, BRAVERMAN, Lewis, BRENT, Gregory, ja PEARCE, Elizabeth 2015. A review: Radiographic iodinated contrast media-induced thyroid dysfunction. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, v. 100(2), 376–383. [Viitattu 2019-11-18.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4318903/>

LYER, Ramesh, SCHOPP, Jennifer, SWANSON, Jonathan, THAPA, Mahesh JA PHILLIPS, Grace 2013. Safety Essentials: Acute Reactions to Iodinated Contrast Media. Canadian Association of Radiologists Journal, v. 64, Issue 3, s. 193-199. [Viitattu 2019-11-12.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0846537111002063>

MALMIVAARA, Antti 2002. Systemoitu kirjallisuuskatsaus – työkalu tutkimusnäytön tavoittamiseen. Duodecim 2002;118, 877-879. [Viitattu 2018-08-26.] Saatavissa: <http://www.terveyskirjasto.fi/xmedia/duo/duo92921.pdf>

MANNER, Ilkka 2012. Suonensisäiset jodivarjoaineet – kenelle ja millaiset varotoimenpiteet ovat tarpeen? Sädeturvapäivät. [Viitattu 2018-08-26.] Saatavissa: [www.sadeturvapaivat.fi/file.php?341](http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?341)

METROPOLIA 2014. Sydän ja sen tutkiminen kuvantamisella. [Viitattu 2019-11-08.] Saatavissa: <https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=110102178>

MUSTAJOKE, Pertti ja KAUKUA, Jarmo 2008a. Varjoainekuvaukset. Duodecim terveyskirjasto. [Viitattu 2018-03-28.] Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=trg00007&p\\_hakusana=varjoaine](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=trg00007&p_hakusana=varjoaine)

MUSTAJOKE, Pertti ja KAUKUA, Jarmo 2008b. Valtimoiden kuvaukset. Duodecim terveyskirjasto. [Viitattu 2018-08-15.] Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=trg00040&p\\_hakusana=angiografia](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=trg00040&p_hakusana=angiografia)

MUSTAJOKE, Pertti ja KAUKUA, Jarmo 2008c. Tietokonekerroskuvaus. Duodecim terveyskirjasto. [Viitattu 2018-08-15.] Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=trg00004&p\\_hakusana=CT](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=trg00004&p_hakusana=CT)

MÄKELÄ, Timo ja KATISKO, Jani 2015. Säteilyannokseen vaikuttavat asiat – perusasioita. Sädeturvapäivät. [Viitattu 2018-08-26.] Saatavissa: <http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?255>

OULUN YLIOPISTO 2019. Tieteellisen tiedonhankinnan opas: Tieteellinen tiedonhankinta. [Viitattu 2019-12-12.] Saatavissa: <https://libguides oulu.fi/tieteellinentiedonhankinta>

PASTERNAK, Jeffrey ja WILLIAMSON, Eric 2012. Clinical Pharmacology, Uses, and Adverse Reactions of Iodinated Contrast Agents: A Primer for the Non-radiologist. Mayo Clinic Proceedings 2012 Apr; 87(4): 390–402. [Viitattu 2019-10-05.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3538464/>

PIHLAINEN, Vuokko 2016. Kirjallisuuskatsaus. [Viitattu 2020-01-22.] Saatavissa: <https://docplayer.fi/29383823-Kirjallisuuskatsaus-mika-on-kirjallisuuskatsaus.html>

POHJOIS-POHJANMAAN SAIRAAHOITOPAIKAT 2019. Tietoa tutkimuksista – läpivalaisu ja toimenpiteet. [Viitattu 2019-12-05.] Saatavissa: <https://www.ppshp.fi/Toimipaikat/Kuvantaminen/Tietoa-tutkimuksista/Sivut/Lapivalaisu-ja-toimenpiteet.aspx>

RAWSON, J.V. ja PELLETIER, A.L. 2013. When to order a contrast-enhanced CT. American family physician 2013 september 1;88(5):312-6. [Viitattu 2018-04-22.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24010394#>

SALMINEN, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. [Viitattu 2018-05-01.] Saatavissa: [https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)

SAVONIA AMMATTIKORKEAKOULU 2020. Röntgenhoitaja AMK. [Viitattu 2020-01-07.] Saatavissa: <https://portal.savonia.fi/amk/fi/hakijalle/amk-ja-yamk-tutkinnot/kevaan-yhteishaku/rontgenhoitaja-amk-paivatoteutus>

SINGH, Jagdish ja DAFTARY, Aditya 2008. Iodinated Contrast Media and Their Adverse Reactions. Journal of Nuclear Medicine Technology June 2008 vol. 36 no. 2, 69-74. [Viitattu 2019-10-10.] Saatavissa: <http://tech.snmjournals.org/content/36/2/69.full>

SINISALO, Jaakko 2015. ePOOKI Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut. [Viitattu 2018-08-26.] Saatavissa: <http://www.oamk.fi/epooki/2015/viikoittaiset-kotitehtavat-oppimisen-tukena/>

SOIMAKALLIO, Seppo, KIVISAARI, Leena, MANNINEN, Hannu, SVEDSTRÖM, Erkki ja TERVONEN, Osmo 2005. Radiologia. Helsinki WSOY, 1. painos 2005. [Viitattu 2019-12-08.]

TAANILA, Anja 2007. Laadullisen aineiston analyysi. Oulun yliopisto kansanterveystieteen ja yleislääketieteen laitos. [Viitattu 2019-10-24.] Saatavissa: <https://docplayer.fi/423803-Laadullisen-aineiston-analyysi.html>

TAMPEREEN YLIOPISTOLLINEN SAIRAALE 2015. Tietokonetomografia. [Viitattu 2019-12-11.] Saatavissa: <https://www.tays.fi/fi-fi/palvelut/kuvantamispalvelut/radiologia/tietokonetomografia>

TAPIOVAARA, Markku, PUKKILA, Olavi ja MIETTINEN, Asko 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Säteily- ja ydinturvallisuus kirjasarja STUK. [Viitattu 2019-12-05.] Saatavissa: [http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3\\_1.pdf/a825da96-784a-4868-80a7-3a3d33549257](http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3_1.pdf/a825da96-784a-4868-80a7-3a3d33549257)

TERKKO NAVIGATOR 2018. Medic. [Viitattu 2018-05-06.] Saatavissa: <https://www.terkko.helsinki.fi/medic-tietokanta>

VAASAN KESKUSSAIRAALA 2016. Läpivalaisututkimus. [Viitattu 2019-12-11.] Saatavissa: <https://www.vaasankeskussairaala.fi/potilaille/hoito-ja-tutkimukset/tutkimukset/rontgentutkimukset/lapivalaisututkimus/>

YAN, Gao-Wu, DENG, Jiang-Fa, BHETUWAL, Anup, YANG, Guo-Qing, FU, Quan-Shui, CHEN, Hong, HU, Na, ZENG, Hao, FAN, Xiao-Ping, YAN, Gao-Wen ja WU, Xiao-Lin 2017. A case report and literature review of barium sulphate aspiration during upper gastrointestinal examination. *Medicine Baltimore* 2017 Nov; 96(47): e8821. [Viitattu 2019-11-28.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5708986/>