



Jori Ahdeoja, Emilia Alaraudanjoki, Anna-Mari Rastas

# Diabetesta sairastava potilas kuvantamistutkimuksessa

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja (AMK)

Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

15.11.2023

Tekijä	Jori Ahdeoja, Emilia Alaraudanjoki, Anna-Mari Rastas
Otsikko	Diabetesta sairastava potilas kuvantamistutkimuksessa
Sivumäärä	29 sivua + 1 liite
Aika	15.11.2023
Tutkinto	Röntgenhoitaja (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Lehtori Heli Patanen Lehtori Ulla Nikupaavo
<p>Diabetes mellitus on energia-aineenvaihdunnan häiriö, joka johtuu insuliinin puutteesta tai vaikutuksen heikentymisestä. Suomessa diabetesta sairastavia on yli 500 000. Tärkeimpiä diabeteksen muotoja ovat tyypin 1 ja tyypin 2 diabetes, joihin tässä opinnäytetyössä keskityimme. Diabeteksen hoidossa keskeistä on veren glukoosin hallinta, elämäntapamuutokset, lääkitys, säännöllinen seuranta ja psykososiaalinen tuki. Tyypin 2 diabeteksen lääkityksessä käytetään metformiinia, joka täytyy ottaa huomioon käytettäessä varjoaineita.</p> <p>Opinnäytetyömme tarkoituksena on käsitellä diabeettisen potilaan kuvantamista ja varjoaineiden käyttöä diabetespotilailla. Työn tavoitteena on tutkia diabetespotilaan kuvantamista ja lisätä tietoisuutta diabetespotilaan hoidosta röntgenhoitajan ammatin näkökulmasta. Tutkimuskysymyksiksi muodostuivat: "Miten diabetes vaikuttaa potilasturvallisuuteen kuvantamistutkimuksessa?" ja "Mitä riskitekijöitä liittyy diabeteksen hoitoon käytettäviin laitteisiin kuvantamistutkimuksessa?".</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Tiedonhaku suoritettiin seuraavista tietokannoista: Pubmed, Science Direct ja Cinahl. Valitsemamme artikkelit täyttävät ennalta määrittämämme kriteerit ja osa artikkeleista on suljettu pois poissulkukriteerien mukaisesti. Aiheemme valinta oli aluksi haastavaa, mutta sitten päätimme keskittyä diabetespotilaaseen. Olemme noudattaneet TENK:in eettistä ohjeistusta opinnäytetyötä tehdessä.</p> <p>Opinnäytetyömme käsittelee myös varjoaineiden vaikutusta munuaisiin ja keskityimme erityisesti jodipitoisiin varjoaineisiin. Jodivarjoaineet erittyvät munuaisten kautta ja niiden käyttöön liittyy riskejä erityisesti, jos potilaan munuaisten toiminta on heikentynyt. Teoriaosio sisältää myös erilaisia kuvausmenetelmiä, korostaen potilasesivalmistelujen ja turvallisuusnäkökohtien merkitystä diabeettisen potilaan kuvantamisessa.</p> <p>Tulosten perusteella diabetes ja diabeettinen nefropatia, munuaisten vajaatoiminta, insuliinihoito ja suuri varjoaineannos lisäävät munuaisvaurion riskiä tai altistavat sille. Metformiini-lääkitys ei taas tulosten mukaan aiheuta riskiä munuaisvauriolle. Insuliinipumput ja glukoosisensorit kestävät hyvin säteilyaltistusta, mutta ne ovat usein MRI-yhteensopimattomia. Magneettitutkimuksen aikana diabeettisen potilaan vointiin on kiinnitettävä erityistä huomiota hypoglykemiariskin takia. Opinnäytetyön lopussa pohdimme tuloksia ja liitämme tutkimustulokset keräämäämme teorian tietoon.</p>	
Avainsanat	diabetes, diabeettinen nefropatia, kuvantaminen, kirjallisuuskatsaus.

Author	Jori Ahdeoja, Emilia Alaraudanjoki, Anna-Mari Rastas
Title	A Patient with diabetes in imaging study
Number of Pages	29 pages + 1 appendice
Date	15.11.2023
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Radiography and Radiotherapy
Instructors	Heli Patanen, Senior Lecturer Ulla Nikupaavo, Senior Lecturer
<p>Diabetes mellitus is a metabolic disorder resulting from a deficiency of insulin or impaired insulin function. In Finland, there are over 500,000 people with diabetes. The main forms of diabetes are type 1 and type 2, which are the focus of this thesis. The key aspects of diabetes management include controlling blood glucose, lifestyle changes, medication, regular monitoring, and psychosocial support. Metformin is used in the treatment of type 2 diabetes, and its use must be considered when using contrast agents.</p> <p>The purpose of our thesis is to address the imaging of diabetic patients and the use of contrast agents in diabetes patients. The goal is to examine the imaging of diabetic patients and increase awareness of the treatment of diabetic patients from the perspective of a radiographer. The research questions formulated were: "How does diabetes affect patient safety in imaging studies?" and "What risk factors are associated with devices used in the treatment of diabetes in imaging studies?"</p> <p>The thesis was conducted as a descriptive literature review. Data retrieval was performed from the following databases: Pubmed, Science Direct, and Cinahl. The selected articles met our predetermined criteria, and some articles were excluded based on exclusion criteria. Choosing our topic was initially challenging, but we all agreed to focus on diabetic patients. We have followed the ethical guidelines of TENK in conducting our thesis.</p> <p>Our thesis also addresses the impact of contrast agents on the kidneys, focusing specifically on iodine-containing contrast agents. Iodine contrast agents are excreted through the kidneys, and their use is associated with risks, especially if the patient's kidney function is impaired. The theoretical section also includes various imaging methods, emphasizing the importance of patient preparation and safety considerations in imaging diabetic patients.</p> <p>Based on the results, diabetes and diabetic nephropathy, renal failure, insulin therapy, and a high contrast agent dose increase the risk or exposure to kidney damage. According to the results, metformin medication does not pose a risk of kidney damage. Insulin pumps and glucose sensors withstand radiation exposure well but are often incompatible with MRI. During magnetic resonance imaging, special attention must be paid to the well-being of diabetic patients due to the risk of hypoglycemia. At the end of the thesis, we reflect on the results and connect the research findings to the theoretical knowledge we have gathered.</p>	
Keywords	diabetes, diabetic nephropathy, imaging, a literature review.

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Diabetes	1
2.1	Diabeteksen hoito	3
2.1.1	Metformiini	4
2.1.2	Insuliinipumppu ja glukosisensori	5
2.2	Akuuttia hoitoa vaativat diabeteksestä johtuvat tilat	5
2.2.1	Hypoglykemia	5
2.2.2	Ketoasidoosi	7
2.3	Diabeteksen munaissairaus (Diabeettinen nefropatia)	7
2.4	Kontrastiaine nefropatia eli PC-AKI (Post-contrast acute kidney injury)	8
3	Kuvantamistutkimukset ja kontrastiaineet	9
3.1	Jodivarjoaine	9
3.2	Angiografia	9
3.3	Tietokonetomografia	10
3.4	Magneettitutkimus	11
4	Tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset	12
5	Opinnäytetyön toteutus	12
5.1	Kuvaileva kirjallisuuskatsaus	12
5.2	Aineiston keruu	13
5.3	Aineiston analysointimenetelmä	16
6	Tulokset	17
6.1	Diabeteksen vaikutus potilasturvallisuuteen kuvantamistutkimuksessa	17
6.2	Diabeteksen hoitoon liittyvien laitteiden turvallisuus/toimintahäiriöt kuvantamistutkimuksissa?	19
7	Pohdinta	20
7.1	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	21
7.2	Eettisyys ja luotettavuus	22
7.3	Ammatillinen kehittyminen	23
7.4	Jatkotutkimus- ja kehittämissuositukset	24
	Lähteet	25

## Liitteet

Liite 1. Aineiston analyysitaulukko

## 1 Johdanto

WHO:n arvion mukaan vuonna 2014 maailmassa oli yli 420 miljoonaa diabetesta sairastavaa aikuista. Jos diabeteksen yleistymisen estämiseksi ei aloiteta toimenpiteitä, voi diabetesta sairastavia olla vuoteen 2045 mennessä arvioiden mukaan jopa 629 miljoonaa. Diabetesta sairastetaan ympäri maailmaa ja sitä ilmenee kaikissa väestöryhmissä. (WHO 2019: 6–7.) Suomessakin diabetesta sairastavia on yli 500 000 määrän yhä kasvaessa (Diabetes. Käypä hoito 2018). Samalla kun diabetes yleistyy, myös röntgentutkimuksia tehdään paljon. Vuonna 2021 Suomessa tehtiin 5,7 miljoonaa erilaista röntgentutkimusta ja toimenpidettä. Erityisesti tietokonetomografian, verisuonten varjoainetutkimusten ja radiologisten toimenpiteiden määrät ovat kokeneet selvää kasvua vuoteen 2018 verrattuna. Näiden lisäksi myös magneettitutkimusten määrässä on ollut merkittävää nousua. (STUK 2022.)

Diabetekseen liittyy useita tekijöitä, joilla voi olla vaikutuksia kuvantamistutkimuksiin. Diabeteksen hoitoon liittyvät laitteet voivat aiheuttaa riskejä tutkimuksen suorittamiselle esimerkiksi magneetikuvauksessa. Huomioitavaa on myös muun muassa jodivarjoaineen käytössä sekä diabeteksen lääkityksessä ennen jodivarjoaineen antoa. Opinnäytetyömme tarkoituksena on etsiä ajankohtaista tietoa tekijöistä, jotka voivat vaikuttaa diabetespotilaan turvallisuuteen kuvantamistutkimuksessa. Hakujen perusteella päädyimme käsittelemään aihetta kahdesta näkökulmasta. Diabeteksen hoitoon liittyvien laitteiden (insuliinipumppu ja glukosisensori) turvallisuudesta kuvantamistutkimuksessa näkökulmasta sekä itse diabeteksen näkökulmasta sairautena eli miten diabetes sairautena voi vaarantaa potilaan kuvantamistutkimuksessa.

Aiheesta ei ole tehty aikaisempia kirjallisuuskatsausopinnäytetöitä ja aihetta on yleisesti tutkittu vähäisesti. Halusimme sen takia tuottaa mahdollisimman kattavan kirjallisuuskatsauksen aiheesta, jotta ymmärrys diabeteksestä ja sen merkityksestä potilasturvallisuudessa kasvaisi varsinkin röntgenhoitajien keskuudessa.

## 2 Diabetes

Diabetes mellitus on nimitys tilalle, jossa plasman glukoosi on koholla. Kyseessä on energia-aineenvaihdunnan häiriö. Diabetes johtuu insuliinin puutteesta, sen tuotannon heikentymisestä tai molemmista. Siihen liittyy myös rasva- ja valkuaisaineiden häiriinty-

mistä. Diabeteksen kokonaisvaltainen hoito edellyttää verengluukoosin hoitoa, sekä muiden aineenvaihdunnan häiriöiden ja sydän- ja verisuonitautien riskitekijöiden ehkäisyä ja hoitoa. Myös psykososiaalinen tuki ja hoito on tärkeää ottaa huomioon sairauden omahoidon vaatimusten ja kroonisuuden takia. Asiakaslähtöinen hoidonohjaus ja diabeteksen huomioiminen hoitotyössä ovat keskeisiä asioita hoitotavoitteiden saavuttamiseksi ja hyvän hoitotasapainon ylläpitämiseksi. (Niskanen & Ilanne-Parikka 2019.)

Diabetes on niin Suomessa kuin maailmallakin nopeimmin yleistyviä sairauksia, Suomessa diabetesta sairastavia arvioidaan olevan yli 500 000. Diabetes on perinteisesti jaettu 1- ja 2-tyypin muotoihin, mutta niiden lisäksi on muitakin diabeteksen tyyppejä, jotka sisältävät piirteitä molemmista. Yleisimmät diabeteksen muodot ovat nämä kaksi sekä sekundaarinen diabetes. Diabeteksessa plasman glukoosipitoisuus on pitkäaikaisesti suurentunut. Hyperglykemian voi aiheuttaa insuliinin puute, insuliinin heikentynyt vaikutus tai näiden molempien yhteisvaikutus. (Tyypin 2 diabetes. Käypä hoito -suositus 2020.)

Diabeteksen toteaminen perustuu laskimoverinäytteestä mitattuun plasman poikkeavaan glukoosipitoisuuteen. Pidemmälle kehittyneessä tilanteessa toteamista voidaan helpottaa yleisillä oireilla, kuten: virtsanerityksen lisääntyminen, jano, tahaton laihtuminen, sekä väsymys. Kesällä 2009 WHO on hyväksynyt, että diabetes voidaan todeta myös glukohemoglobiinitutkimuksella. Tutkimuksessa mitataan veren punasolujen hemoglobiinivalkuaiseen kiinnittyneen glukoosin määrää. (Niskanen 2019a.)

Tyypin 1 diabeteksessa haiman beetasolut, jotka tuottavat insuliinia, lakkaavat toimimasta vaihtelevalla nopeudella autoimmuuniprosessin seurauksena. (Tyypin 2 diabetes. Käypä hoitosuositus 2020). Tyypin 1 diabeteksessa oireet ovat yleensä selvät ja kehittyvät nopeasti. Joskus tyypin 1 diabetes voidaan todeta sattumalta ennen selkeiden oireiden ilmenemistä. Insuliinin puutos ja diabeteksen toteamisen viivästys voivat johtaa ketoasidoosiin eli happomyrkytykseen. Oireisiin kuuluvat pahoinvointi, oksentelu, vatsakivut ja hengityksen hapanimelä haju. Tilan pysyminen voi johtaa uneliaisuuteen ja tajuttomuuteen, joka on hengenvaarallinen. (Niskanen 2019b.) Tyypin 1 diabetekseen sairastutaan usein alle 40-vuotiaana, mutta sairastuminen on mahdollista myös vanhemmalla iällä. Suomessa diabetesta sairastavista noin 10–20 % sairastaa tyypin 1 diabetesta. (Niskanen 2019c.)

Tyypin 2 diabeteksessa plasman glukoosi kohoaa hitaasti, minkä takia se on myös usein oireeton. Tyypin 2 diabetes tulee usein ilmi satunnaisessa terveystarkastuk-

sessä tai jonkin muun sairauden selvittelyn yhteydessä. Tavallisia oireita voivat olla väsymys, masennus, ärtyneisyys, jalkasäryt, näön heikentyminen, sekä infektio herkkyys. Uusiutuvia infektioita voi esiintyä esimerkiksi virtsateissä ja iholla. Tyypin 2 diabetesta sairastavalla on omaa insuliinin eritystä jäljellä, joten ketoasidoosi on harvinaista, mutta se on silti mahdollista. (Niskanen 2019b.) Suomalaisista diabeetikoista noin 80 % sairastaa tyypin 2 diabetesta ja se on hyvin vahvasti perinnöllinen. Jos toisella vanhemmista on tyypin 2 diabetes, on lapsien riski sairastua noin 40 %. Tyypin 2 diabeteksen lisääntyminen liittyy vahvasti huonoihin elintapoihin ja ylipainoon. (Niskanen 2019d.)

## 2.1 Diabeteksen hoito

Tyypin 1 diabeteksessa hoidon tavoitteena on saada pidettyä veren glukoosipitoisuus lähellä normaaliarvoja, ilman että glukoosipitoisuuden päivittäinen vaihtelu olisi suurta tai ilman haittaavia ja vakavia hypoglykemioita. Insuliinipistoksilla tai insuliinipumpulla saadaan korvattua haiman riittämätön tai puuttuva insuliinin erityys. Diabetesta sairastava potilas annostelee insuliiniannostuksen itse verengluukoosin omamittausten ja/tai glukoosisensoroinnin avulla ja mikäli asianmukaisesta hoidosta huolimatta verengluukoosi ei pysy tavoitteessa, voidaan avuksi ottaa mahdollisesti insuliinipumppuhoito. (Ilanne-Parikka 2021b.)

Tyypin 1 diabeteksen hoidossa voidaan käyttää joko pitkävaikutteisia tai pikavaikutteisia insuliinijohdoksia. Pitkävaikutteiden valmisteiden vaikutus alkaa valmisteesta riippuen 1–4 tunnissa vaikutuksen kestäessä 12 tunnista jopa yli vuorokauteen, ollen peräti 42 tuntia. Pikavaikutteisten insuliinien toimintaperiaate on hyvin samankaltainen keskenään, joten useimmiten ei ole väliä, mitä pikainsuliinivalmistetta käyttää. Yksilölliset erot käyttäjien välillä voivat olla kuitenkin mahdollisia. Vaikutus alkaa 10–20 minuutissa ja se kestää 2–5 tuntia yksilöllisesti ja annoksen mukaan. (Ilanne-Parikka 2021b.)

Tyypin 2 diabeteksessa hoito perustuu alkuvaiheessa ensisijaisesti elintapamuutoksiin ja näihin kannustamiseen, jotta saataisiin ehkäistyä diabeteksesta johtuvan valtimotaudin, nefro-, retino- ja neuropatian riskiä sekä maksasairauden kehittymistä. Kohonnut verenpaine, hyperglykemia, dyslipidemia, liikunnan puute ja ylipaino ovat hoidon kohteina. Mikäli elintapamuutokset eivät auta, niihin ei kykene tai verenpaine- tai dyslipidemia arvot ovat huonot, on tärkeää alkaa hoitamaan näitä lääkkeiden avulla. (Yki-Järvinen 2021.)

Korkean verensokerin hoitoon voidaan käyttää glukoosipitoisuutta pienentäviä lääkkeitä joko yksin tai yhdistelmähoitona, elleivät ne aiheuta haittavaikutuksia eikä niille



ole vasta-aiheita. Lääkehoito ei kumminkaan saisi korvata elintapamuutoksia. HbA1c-lähtöarvo, eli ns. pitkäaikaissokeri, sokerihemoglobiini, vaikuttaa siihen, kannattaako hyperglykemian hoito aloittaa yhdellä oraalisella lääkkeellä vai useammalla. Jos lähtötaso on korkea, ei yksi lääke laske arvoa riittävästi. (Yki-Järvinen 2021.)

### 2.1.1 Metformiini

Tyypin 2 diabeteksessa metformiinia käytetään ensisijaisena lääkkeenä, myös tyypin 1 diabetesta sairastavat ylipainoiset potilaat voivat saada hyötyä metformiinista. Metformiinin käyttö vaikuttaa korkean verensokerin hoidossa maksan glukoosin vähentämiseen. Maksassa ja lihaskudoksessa metformiini vaikuttaa lisäämällä insuliiniherkkyyttä, sekä vähentää lihavuuteen liittyvää hyperinsulinemiaa. Sen lisäksi, että metformiini vaikuttaa korkean verensokerin laskuun, sillä on hyviä vaikutuksia painonhallintaan ja dyslipidemiaan. (Savontaus 2023.)

Metformiinin hajoaminen tapahtuu munuaisten kautta ja se vähenee plasmassa puoleen muutamissa tunneissa. Metformiinin kertymisen riski elimistöön kasvaa, mikäli munuaisfunktio on heikentynyt. Lääkeaineen pienentämistä tulee harkita, mikäli munuais toiminto on jo lievästikin heikentynyt eGFR-arvon (glomerular filtration rate) ollessa 90–60 ml/min. Vaikeassa munuaisten vajaatoiminnassa metformiinia ei tule käyttää, GFR-arvon ollessa alle 30ml/min. (Savontaus 2023.)

Metformiinin käyttöön liittyy maitohappoasidoosin riski, mikä on kuitenkin normaalikäytössä harvinainen. Riskiä kasvattavat kudoshapetusta huonontavat sairaudet, jotka lisäävät laktaatin muodostusta sekä munuaisten vajaatoiminta, jolloin metformiini kertyy elimistöön. Röntgentutkimuksissa käytettävät varjoaineet voivat heikentää munuaisten toimintaa. Jos munuaisten toiminta on heikentynyt potilaalla, jolla on metformiinilääkitys, tulee se tauottaa varjoainetutkimuksen ajaksi. (Savontaus 2023.)

Tyypin 2 diabetesta sairastavan metformiini-lääkitys täytyy tauottaa varjoainetutkimuksen yhteydessä eGFR arvon ollessa 30–45 ml/min. Lääkitystä voidaan jatkaa 48 tunnin kuluttua tutkimuksesta, jos munuaisten funktio ei ole huonontunut aiempaan verrattuna. Metformiinia ei tarvitse tauottaa, jos eGFR arvo on yli 45 ml/min. Vaikeassa munuaisten vajaatoiminnassa (eGFR alle 30 ml/min) metformiinia ei tule käyttää lainkaan. (Rönnemaa & Mäkelä 2019: 237.)

## 2.1.2 Insuliinipumppu ja glukosisensori

Insuliinipumppuhoidon aloittamisella voi olla tarpeellista aloittaa silloin, kun hypoglykemiaa esiintyy joko päivittäin tai toisen henkilön apua tarvitaan hypoglykemiasta selviämiseen. Pumppu liitetään ihon alle kiinnitettyyn kanyyliin, joka vaihdetaan 2–3 päivän välein. Insuliinipumppu annostelee pikainsuliinia säädetyllä nopeudella ihon alle. Ensisijainen tapa antaa insuliinia on kuitenkin insuliinipistokset, jotka pistetään rasvakudokseen, ihon alle. Insuliinia tarvittava määrä on yksilöllistä ja se selviää parhaiten glukosisensoroinnin avulla. Sensori asetetaan 1–2 viikon ajaksi ihonalaiseen rasvakudokseen. Sensorin antama lukema ja sen muutossuunta tulee näkyviin lukulaitteeseen tai pumpun näyttöön tai skannattaessa. (Ilanne-Parikka 2021a.)

Glukosisensoreiden valmistajat kehottavat magneettikuvauksen tai tietokonetomografiatutkimuksen yhteydessä poistamaan sensorin ja asettamaan uuden sensorin tutkimuksen jälkeen. Ohjeistus perustuu siihen, ettei glukosisensoreiden toimintaa ole valmistajan osalta tutkittu näiden tutkimusten yhteydessä. (Dexcom G6 2021: 5; FreeStyle Libre 2: 6.) Dexcom G7-glukosisensorin ohjeistuksena on, että sensoria on turvallista käyttää tietokonetomografian yhteydessä, mikäli sensoria ei ole kuvattavalla alueella ja sensoria on peitetty lyijyesiliinillä kuvauksen aikana (Dexcom G7 2023: 6). Insuliinipumppujen valmistajat kehottavat sammuttamaan ja irrottamaan pumpun, mikäli diabetespotilas on menossa röntgensäteilylähteiden, tietokonetomografia- tai magneettilaitteiden lähelle ja jättämään laitteen alueiden ulkopuolelle. Valmistajat kertovat näiden aiheuttavan toimintahäiriöitä pumppuun ja insuliinannostelu voi keskeytyä. (Accu-Chek 2015: 61; YpsoPump: 180.)

## 2.2 Akuuttia hoitoa vaativat diabeteksestä johtuvat tilat

### 2.2.1 Hypoglykemia

Hypoglykemiassa on kyse liian matalasta verensokerista. Hypoglykemian oireet ovat yksilöllisiä, mutta oireet ilmenevät usein, jos verengluukoosi pitoisuus laskee alle 3,3–2,7 mmol/l. Toinen oireisiin vaikuttava tekijä on veren glukosipitoisuuden nopea lasku. Mitä nopeammin verengluukoosi pitoisuus laskee, sitä herkemmin oireita ilmenee. Yleisimpiä lieviä oireita ovat: vapina, sydämentykytys, hikoilu, sekä nälän tunne. Vaikeampia oireita ovat neurologiset oireet eli esimerkiksi ajattelun ja keskittymisen häiriöt, huulten ja käsien pistely, pään särky, mielialanmuutokset, ärtyneisyys ja uneliaisuus.

Viimeisinä vaikeimpina oireina ennen tajuttomuutta eli insuliinishokkia on usein sekaavuus ja heikotus. Tajuttomuus ja kouristelu ilmenevät, kun veren glukoosi laskee alle 2,00 mmol/l. (Ilanne-Parikka 2019: 380–386.)

Tavallisimmat syyt hypoglykemian ilmenemiseen liittyvät insuliiniin, pistopaikkaan ja imeytymiseen, ruokailuun, liikuntaan, alkoholiin tai muihin sairauksiin. Insuliiniin liittyviä hypoglykemian aiheuttajia ovat liian suuri tai väärin ajoitettu annos suhteessa nautittuun hiilihydraatti määrään. Insuliinin tarve voi myös esimerkiksi laihtumisen myötä vähentyä ja annosta ei välttämättä ole vähennetty. Insuliinin imeytyminen vaihtelee eri päivinä, mikä voi myös aiheuttaa ongelmia. Insuliinipistos voi myös mennä liian syvälle lihakseen ja tällöin sen imeytyminen on paljon nopeampaa. (Ilanne-Parikka 2019: 382–388.)

Säännöllinen ruokarytmi on hypoglykemian ehkäisemisen kannalta keskeinen asia. Myös liian vähäinen hiilihydraatti määrä suhteessa insuliiniannokseen voi johtaa hypoglykemiaan. Ruoka olisi myös hyvä olla ennestään tuttua, jotta hiilihydraattien arvioiminen olisi mahdollisimman helppoa. Liikuntaa harrastaessa on oltava tarkkana, että hiilihydraatteja kertyy liikunnan raskauteen nähden tarpeeksi ja että verenglukoosi ei laske liian alas. (Ilanne-Parikka 2019: 386–387.)

Muut sairaudet, kuten erilaiset vajaatoiminnat voivat myös altistaa hypoglykemialle. Munuaisten vajaatoiminnassa insuliinin tarve vähenee ja tällöin insuliiniannosta tulisi pienentää. Hoitamaton kilpirauhasen tai lisämunuaisen vajaatoiminta nostavat myös riskiä saada hypoglykemia. (Ilanne-Parikka 2019: 385.)

Hypoglykemian hoitoon ja ehkäisyyn sisältyy jatkuva verenglukoosin mittaaminen sekä tarkkailu ja itsehoitovälineiden nopeasta saatavuudesta huolehtiminen. Diabeetikon kannattaa aina kantaa mukanaan glukoositabletteja, mehua tai glukoosipitoisia hedelmiä. Niitä nauttimalla ajoissa ensimmäisten oireiden ilmaannuttua voidaan ehkäistä vaikeammat oireet ja tajuttomuus. Jos potilas menee tajuttomaksi, glukoosia ei voi antaa suun kautta tukehtumisvaaran vuoksi. Sairaalaolosuhteissa on saatava glukoosi-infusio laskimon kautta aloitettua mahdollisimman nopeasti. Apua odottaessa täytyy huolehtia, ettei tajuton tai kouristeleva potilas loukkaa itseään. (Ilanne-Parikka 2019: 388–389.)

### 2.2.2 Ketoasidoosi

Syy asidoosiin on usein aineenvaihdunnan häiriö, joka johtaa erilaisten happojen liialliseen muodostumiseen elimistöön. Yleisnimitys tällaisille tiloille on metabolinen asidoosi. Ketoasidoosi on yksi metabolisen asidoosin muodoista. (Mustajoki 2021a.)

Ketoasidoosi eli happomyrkytys on hengenvaarallinen ja välitöntä hoitoa vaativa tilanne. Ketoasidoosi aiheutuu insuliinin puutteesta ja samanaikaisesti insuliinin vasta-vaikuttajahormonien erityksestä, sekä korkean verenglukoosin aiheuttamasta insuliinin tehottomuudesta. Insuliinin puuttuessa glukoosin pääsy lihaksiin on estynyt, vaikka sitä on elimistössä runsaasti. Samalla rasvahappojen vapautuminen on kiihtynyttä ja niiden palaminen on epätäydellistä insuliinipuutoksessa ja elimistö tuottaa happamia ketohappoja (asetoni, asetoasetaatti ja hydroksibutyraatti). (Ilanne-Parikka 2019: 389.)

Tavallisimpia ketoasidoosiin johtavia tekijöitä ovat liian pitkään jatkunut diagnosoimaton insuliinipuutosdiabetes, tulehduksellisen sairauden tai muun äkillisen sairauden tai suuriannoksisen kortisonihoidon aiheuttama insuliinin tarpeen lisääntyminen, insuliinivalmisteen tehon häviäminen sekä insuliinin pistämättä jättäminen. (Ilanne-Parikka 2019: 389–390.)

Ensimmäisinä oireina on usein vatsakipu tai pahoinvointi, jolloin oireet voidaan helposti sekoittaa tavalliseen vatsatautiin. Muita oireita ovat tihentynyt virtsaamisen tarve, suun kuivuminen, janon tunne, hengityksen makea haju (asetoni) ja kasvojen punoitus. Ketoasidoosin hoidossa keskeisiä ovat nopea nestehoidon ja insuliinihoidon aloittaminen. (Ilanne-Parikka 2019: 389–390.)

### 2.3 Diabeteksen munais sairaus (Diabeettinen nefropatia)

Diabeettinen nefropatia on diabeteksen komplikaatio eli lisäsairaus, jota voidaan ehkäistä ja hoitaa diabeteksen ja verenpaineen hyvällä seurannalla ja hoidolla. Lievästikin kohonnut verenpaine voi vaurioittaa munuaisia, minkä vuoksi diabeetikon on seurattava verenpainetta huolellisesti. Tästä syystä diabetespotilaan tavoite verenpaine on tiukempi. Yläpaineen on oltava 130 ja alapaineen 80–85 ja usein näihin lukemiin päästään ainoastaan verenpainelääkityksen avulla. (Mustajoki 2021b.)

Albumiiniuria eli proteiinien liiallinen erittyminen virtsaan lisää riskiä sairastua munais-tautiin, sekä ennustaa suurentunutta kuolemanvaaraa ja lisää sydän- ja verisuonisai-

rausten todennäköisyyttä (Pasternack 2012: 105). Tyypin 1 diabeteksessa alkava diabeettinen nefropatia esiintyy eGFR:n laskulla ja albumiiniurialla. Diabeettinen nefropatia taas esiintyy voimakkaana albumiiniuriana ja eGFR:n laskulla. Seuraava vaihe on vaikea munuaisvaurio. Tyypin 2 diabeetikolla, jotka sairastavat lisäksi diabeettista nefropatiaa 30–50 % ei saa albumiiniuriaa, mutta kuitenkin eGFR arvo on alhainen. (Rönnemaa & Mäkelä 2019: 353.)

Diabeettinen nefropatia on tutkimusten mukaan selkeästi periytyvä. Sekä tyyppien 1, että 2 diabeetikkojen diabeettisella lapsella on noin viisinkertainen mahdollisuus sairastua nefropatiaan. Diabeettisen nefropatian syntyyn johtavia kaikkia tekijöitä ei vielä tarkkaan tiedetä, mutta varmuudella ainakin geneettinen alttius ja pitkä aikainen hyperglykemia ovat merkittävämpiä tekijöitä. (Pasternack & Metsärinne 2012: 321–326.)

Oleellinen osa diabeettisen nefropatian ehkäisyä on varhaisvaiheen albumiiniurian seulonta. Albumiiniuriaa seulotaan tyypin 1 diabetesta sairastavilta diabeteksen kestettyä 5 vuotta ja tyypin 2 diabetesta sairastavilta vuosittain diabetesdiagnoosin alusta alkaen. Munuaistaudin ehkäisyssä on tärkeää myös huolehtia glukoositasosta, verenpaineesta ja olla tupakoimatta. (Rönnemaa & Mäkelä 2019: 328–329.)

## 2.4 Kontrastiaine nefropatia eli PC-AKI (Post-contrast acute kidney injury)

Kontrastiainenefropatia on usein jodivarjoaineesta aiheutuva haittavaikutus. Se määritellään yleensä tilaksi, jossa seerumin kreatiiniarvo nousee yli 25 % kontrastiaineinjektion jälkeen seuraavan kolmen vuorokauden ajan, kun muut syyt on pois suljettu. Tila on useimmilla potilailla ohimenevä. Potilaan munuaisten toiminnan ollessa normaali, on kontrastiainenefropatia hyvin epätodennäköinen. Tavallisimmat altistavat tekijät ovat tavallista suurempi kontrastiaineannos ja aiempi munuaisten vajaatoiminta. (Aronen & Niemi & Dean 2017.) Diabetesta sairastavilla on hieman suurentunut riski saada varjoaineista munuaisten toimintahäiriöitä (Rönnemaa 2019: 596).

Nykyään eGFR-arvon määrittämiseen käytetään laskennallista eGFR-arvoa, jonka on osoitettu olevan tarkempi kuin pelkkä kreatiiniarvo. eGFR-arvo ottaa huomioon iän ja sukupuolen kreatiinin lisäksi. (Tunturi 2021b.) eGFR-arvon ollessa yli 90, on munuaisten toiminta normaalilla tasolla. Jos eGFR-arvo on 60–89, on kyseessä lievän munuaisten vajaatoiminnan aste. 30–59 tarkoittaa kohtalaista ja 15–29 vaikeaa munuaisten vajaatoimintaa. Alle 15 eGFR-arvo merkitsee loppuvaiheen munuaisten vajaatoimintaa. (Pasternack 2012: 325.)

### 3 Kuvantamistutkimukset ja kontrastiaineet

#### 3.1 Jodivarjoaine

Yleisin röntgenkontrastiaine on jodi. Jodi itsessään on toksinen, mutta röntgenkontrastiaineena sitä käytetään aina kemiallisena yhdisteenä. Jodipitoiset aineet ovat joko ionisoituvia tai ionisoitumattomia ja monomeerisiä tai dimeerisiä yhdisteitä. Kehityksen ansiosta on pystytty valmistamaan yhdisteitä, jotka ovat pieniosmolaallisia tai iso-osmolaalisia. Nykyisin käytettävien kontrastiaineiden jodipitoisuus vaihtelee 150–400 ml välillä. Jodin käyttö kontrastiaineena perustuu sen kykyyn vaimentaa röntgensäteilyä. Jodin aiheuttama vaimennus on suoraan verrannollinen kudoksen jodipitoisuuteen ja on riippuvainen kuvausjännitteestä. (Aronen & Niemi & Pekka 2017.)

Jodivarjoaineet erittyvät terveiden munuaisten läpi vapaasti ja noin kolmen tunnin päästä yli puolet varjoaineesta on jo erittynyt virtsaan. Jodivarjoaineet ovat varsin hyvin siedettyjä siihen nähden, että ne annetaan suurina ja nopeasti ruiskutettavina annoksina. Normaali sivuvaikutus on lämmöntunne ja makuaistimus. Yleisiä lieviä yliherkkyyssreaktioita ovat nokkosihottuma ja pahoinvointi. Tällöin potilaan tila vaatii erityistä tarkkailua ja mahdollista allergialääkitystä. Usein tilanne menee ohi itsestään 15–30 minuutissa. Vakavammat reaktiot, kuten hengenahdistus ja turvotus vaativat kuitenkin välitöntä hoitoa. (Soimakallio, Kivisaari, Manninen, Svedström & Tervonen 2005: 72–75.)

Koska jodivarjoaineet erittyvät munuaisten kautta, on syytä tarkastaa potilaan munuaisia kuormittavat lääkkeet ja munuaisten toiminta. Potilaan täytyy myös olla hyvin nesteytetty. Dehydraatiosta kärsivälle potilaalle ei saa antaa jodivarjoainetta, vaikka munuaisten toiminta olisikin ollut normaalia. Jos munuaisten toiminta on heikentynyt, on jodivarjoaineen antamista harkittava tarkkaan. Etenkään diabeetisessä nefropatiassa jodipitoista varjoainetta ei voida antaa, vaan se on korvattava jollakin muulla kuvantamismenetelmällä, kuten ultraäänellä tai magneettitutkimuksella. (Soimakallio ym. 2005: 72–76.)

#### 3.2 Angiografia

Angiografian avulla saadaan kuvattua verisuonien ja sydänkammioiden anatomisia ja rakenteellisia yksityiskohtia varjoaineen avulla. Haluttu valtimo punktoidaan paikallispuudutuksessa, jonka jälkeen ohjainvaijerin avulla viedään kuvauskatetri toimenpide-

alueelle ja ruiskutetaan varjoaine ja otetaan tarvittavat kuvat. Punktoitava kohta vaihtelee sen mukaan, mitä halutaan kuvata tai mikä toimenpide ollaan tekemässä. (Omeh & Shlofmitz 2023.)

Ennen angiografiaa tehtävät potilaiden esivalmistelut riippuvat potilaasta, suunnitellusta angiografiasta sekä indikaatiosta. Varjoaineen aiheuttaman nefrotoksisuuden minimoimiseksi potilaiden on oltava nesteytettyjä hyvin. Joissakin toimenpiteissä voidaan vaatia useamman tunnin paastoa. Angiografian turvallisuus on varmistettava asianmukaisesti, jos potilas käyttää metformiinia, munuaistoiminta on heikentynyt, potilaalla on todettu jodivarjoaineallergia tai potilas käyttää verenohennuslääkitystä. (Omeh & Shlofmitz 2023.)

Angiografiakuvauksia varten on oma toimenpidehuone, jotta sinne saadaan mahtumaan angiografialaite sekä kaikki muut apuvälineet mahdollisia toimenpiteitä varten sekä esimerkiksi anestesiaa varten. Angiografialaite on ns. C-kaari, jonka päässä on röntgenputki ja toisessa kuvailmaisissa ja laite liikkuu akselinsa ympäri ja se on kiinnitetty joko kattoon tai lattiaan. Laitteeseen kuuluu myös tutkimuspöytä, monitori sekä konsoli, josta saadaan säädettyä laitetta. (STUK 2018: 76.)

### 3.3 Tietokonetomografia

Kuvauksessa käytetään ionisoivaa röntgensäteilyä ja kuvauksen aikana säteilylähde ja kuvailmaisissa pyörivät potilaan ympäri samalla, kun kuvauspöytä liikkuu kuvaputken läpi. Nykyaikaiset tietokonetomografialaitteet kuvaavat pääasiassa koko kuvausalueena olevan alueen spiraalina, kun aikaisemmin kuvattiin yksittäisiä leikkeitä. Tietokonetomografian avulla saadaan kuvattua potilaan erilaiset kehon rakenteet kolmiulotteisesti rakenteiden eri tiheyksien ansiosta. (Syväranta & Vuorinen & Tokola 2021: 972–973.) TT-kuvassa saadaan erotettua neljä perustiheyttä, mutta erilaiset harmaan sävyjen vaihtelut on huomattavasti laajempia verrattuna tavalliseen röntgenkuvaukseen. Varjoaineen avulla voidaan tehostaa entisestään kudiskohtaista tiheysvaihtelua. (Sequeiros & Lundbom 2017.)

Tietokonetomografia toimii hyvänä yleistutkimuksena useimpien kudosten kohdalla ja sillä saadaan hyvä näkymä niin luisten kuin pehmytosienkin osalta. Se on myös nopea kuvaus, mikä on etuna huonokuntoisen potilaiden kohdalla. Tietokonetomografian haittana voidaan pitää säteilyannosta, joka voi olla kohtalaisen suuri, riippuen kuvauskoh-

teesta. Vartalontutkimuksessa saatu säteily määrä vastaa jopa kolmen vuoden taustasäteilyn määrää. Kuvauslaitteiden uusiutuessa säteilyannokset ovat kumminkin pienemään päin. (Syväranta ym. 2021: 972–973.)

### 3.4 Magneettitutkimus

Toisin kuin tietokonetomografia, mikä perustuu kudosten tiheyseroihin, magneettitutkimuksessa kuvat muodostuvat kudosten magneettisten ominaisuuksien mukaan ulkoisen magneettikentän avulla (Syväranta ym. 2021: 974). Elimistön vety-ytimet, lähinnä kudoksen veden ja rasvan protonit ovat osallisena magneettikuvaussignaalin synnyssä (Sequeiros & Lundbom 2017). Staattinen magneettikenttä, gradienttikentät ja RF-kentät ovat osallisina signaalin keräämisessä. Kuvauskohteessa käytetään vastaanottokeloja, jotka ovat apuna signaalin keräämisessä. Magneettikuvauslaitteessa oleva staattinen magneettikenttä on aina päällä ja se ulottuu kuvauslaitteen ulkopuolelle. Tämä aiheuttaa laitteeseen voimakkaan vetovoiman, jolloin ferromagneettiset esineet voivat sinkoutua laitetta kohti suurella nopeudella. (Lammentausta 2017.)

Gradienttikentät ovat magneettilaitteessa olevia magneettikenttiä, jotka ovat suunnaltaan ja voimakkuudeltaan nopeasti muuttuvia. Nämä kentät voivat aiheuttaa impulsseja pääasiassa ääreishermostoon, aiheuttaen mahdollisesti epämieluisia tuntemuksia ja nykäyksiä raajoissa. Terveydelle haitallisia hermostimulaatioita ei pääse kuitenkaan tapahtumaan, sillä magneettilaitteiden gradienttikenttien voimakkuutta on rajoitettu. Magneettikuvauksessa käytetään lisäksi radiotaajuisia RF-kenttiä, jotka vaikuttavat lämmön absorptioon kudoksissa. Huonoimmassa tapauksessa nämä voivat aiheuttaa palovammoja, jollei potilasturvallisuudesta huolehdita. (Lammentausta 2017.)

Oman turvallisuusriskinsä magneettikuvauksen yhteydessä tuovat erilaiset implantit ja valvontalaitteet. Aktiivisilla implanteilla tarkoitetaan elektronisia laitteita, jotka on laitettu kehoon, kuten sydämentahdistin, lääkeainepumput ja neurostimulaattorit. Nämä voivat lämmitä tai laitteeseen voi aiheutua toimintahäiriöitä kuvausympäristön takia. Riskeihin kuuluu myös gradienttien indusoimat virrat johtimiin. Pääasiallisesti potilaita, joilla on aktiivinen implantti ei tulisi kuvata, ellei implanttia voida poistaa, mutta implantin valmistaja on voinut ilmoittaa sallitut kuvausparametrit. Passiiviset implantit eivät sisällä elektronisia osia, mutta kehossa olevat metalliset esineet voivat lämmitä RF-kenttien vuoksi. Gradienttipulssit voivat indusoida virtoja metalliesineisiin. Staattinen magneettikenttä voi aiheuttaa mahdollista liikkumista tai kääntymistä implantissa. On tärkeää tietää passiivisten implanttien merkki ja malli, sillä implanttien valmistajat ovat yleensä julkaisseet sopivat kuvauslaitteet ja sekvenssien ominaisuudet turvallisen kuvantamisen



onnistumiseksi. (Lammentausta 2017.) Proteesit tai sydämentahdistimet ovat kuitenkin nykyään harvoin este magneettikuvantamiselle (Syväranta ym. 2021:974–975).

Anatomisesti magneettikuvat eivät ole yhtä lailla kattavia kuin tietokonetomografiassa, sillä ne rajataan tiettyyn anatomiseen kiinnostuksen kohteeseen. Pehmytkudoskontrasti ja tarkkuus ovat erinomaisia paikallaan olevia kohteita kuvatessa, kuten niveliä tai keskushermostoa. Magneettitutkimuksessa potilaalta vaaditaan yhteistyökykyä kuvauksen onnistumiseksi, sillä tutkimus kestää pitkään, laite on kovaääninen ja kuvausputki suhteellisen ahdas ja potilaan pitäisi pysyä liikkumatta. (Syväranta ym. 2021: 974–975.) Magneettitutkimus kestää yleensä 30-60min, mutta kokonaiseen käyntiin on hyvä varata 2 tuntia (HUS röntgen potilasohje magneettitutkimukseen 2019).

## 4 Tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla tekijöitä, jotka vaikuttavat diabetesta sairastavan potilaan kuvantamistutkimukseen. Tavoitteena on auttaa röntgenhoitajia ja opiskelijoita ymmärtämään paremmin diabeteksen vaikutusta kuvantamistutkimuksiin. Tästä syystä päädyimme muotoilemaan tutkimuskysymyksiksi:

1. Miten diabetes vaikuttaa potilasturvallisuuteen kuvantamistutkimuksessa?
2. Mitä riskitekijöitä liittyy diabeteksen hoitoon käytettäviin laitteisiin kuvantamistutkimuksessa?

## 5 Opinnäytetyön toteutus

### 5.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksesta erottuu kolme päätyyppiä, joita ovat kuvaileva katsaus, systemaattinen katsaus sekä määrällinen meta-analyysi (määrälliset tutkimukset) ja laadullinen metasynteesi (laadulliset tutkimukset). Kirjallisuuskatsaustyyppejä on useita erilaisia, mutta näiden välillä voi olla vain pieniä eroja, mikä aiheuttaa sen, että tyypit voivat sekoittua keskenään. (Stolt & Axelin & Suhonen 2015: 8–9.) Käytämme opinnäytetyösämme kuvailevaa kirjallisuuskatsausta. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on aineistolähtöistä (Kangasniemi ym. 2013: 298).

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen ensimmäisenä vaiheena on muodostaa tutkimuskysymys ja tämä on keskeinen tekijä kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa ja ohjaa koko tutkimusprosessia. Tyypillistä on, että ennen tutkimuskysymystä on tehty jonkinlainen alustava kirjallisuuskatsaus aiheesta. Tutkimuskysymyksen on hyvä olla tarpeeksi täsmällinen ja rajattu, jotta aihetta on mahdollista tutkia syvällisesti. Väljästi mietitty tutkimuskysymys toisaalta mahdollistaa aiheen käsittelyä eri näkökulmista. (Kangasniemi ym. 2013: 294–295.)

Seuraava vaihe on aineiston valinta ja sitä ohjaa tutkimuskysymys. Aineiston on oltava olennaista tutkimuskysymyksen kannalta. Se muodostuu aikaisemmin julkaistuista ja merkityksellisistä tutkimustiedoista. (Kangasniemi ym. 2013: 295–296.)

Kolmantena vaiheena tulee kuvailun rakentaminen, jota pidetään menetelmän ytimenä ja tarkoituksena on vastata aineiston avulla tutkimuskysymyksiin. Viimeisenä vaiheena on tulosten tarkastelu ja se pitää sisältää etiikan ja luotettavuuden arvioinnin tutkimuksen aikana, sekä sisällöllisen ja menetelmällisen pohdinnan. Keskeiset tulokset kootaan ja tiivistetään ja tarkastellaan niitä. Vaikka kuvaileva kirjallisuuskatsaus jaetaan eri vaiheisiin, niin luonteenomaista tälle menetelmälle on se, että vaiheet menevät osittain päällekkäin koko prosessin ajan. (Kangasniemi ym. 2013: 294.)

Kuvailevasta kirjallisuuskatsauksesta voidaan erottaa kaksi suuntautumista, mitkä eroavat hieman toisistaan, nämä ovat narratiivinen ja integroiva. Narratiivista katsausta pidetään kevyimpänä kirjallisuuskatsauksen muotona ja sen avulla saadaan laaja kuva käsiteltävästä aiheesta. Narratiivisesta kirjallisuuskatsauksesta voidaan myös erottaa kolme eri toteuttamistapaa ja laajin näistä toteuttamistavoista on yleiskatsaus, jonka tarkoituksena on aiemmin tehtyjen tutkimusten tiivistäminen. Integroiva kirjallisuuskatsaus on käytössä yleensä silloin, kun tarkoituksena on kuvata tutkittavaa ilmiötä mahdollisimman monipuolisesti ja kun halutaan tuottaa jo tutkitusta aiheesta uutta tietoa. (Salminen 2011.)

## 5.2 Aineiston keruu

Lopullisen tiedonhaun suoritimme syksyn 2023 aikana hyödyntäen Metropolian sivujen kautta löytyviä kansainvälisiä tietokantoja, kuten CINAHL, PubMed, ProQuest Central ja ScienceDirect. Alkuun testasimme erilaisia hakusanoja ja lopulliset käyttämämme hakusanat on kuvattu alla olevassa tiedonhaun taulukossa (Taulukko 1). Käyttämämme hakusanat poikkesivat toisistaan sen mukaan, mitä tietokantaa käytimme. Kriteerit, joilla tutkimukset valittiin, on kuvattu omassa taulukossaan. Kriteereinä oli, että

valitut tutkimukset on julkaistu vuoden 2013 jälkeen, jotta ne olisivat mahdollisimman ajankohtaisia, alan kehittyessä kumminkin koko ajan ja tiedon lisääntyessä. Etsimme tutkimuksia niin englanniksi kuin suomeksikin, mutta suomenkielisiä tutkimuksia ei aiheesta löytynyt.

Alkuun valitsimme pelkän otsikon perusteella tutkimuksia, jotka voisivat liittyä aiheeseen. Tarkemmin tutustuesssa tutkimusten tiivistelmään ja myöhemmin laajemmin sisältöön karsimme materiaalia pois ja lopulta valitsimme ne, jotka liittyivät aiheeseemme ja vastasivat tutkimuskysymyksiimme. Kaksi tutkimustuloksistamme löytyi manuaalisen haun avulla kautta käyttäen samoja mukaanottokriteerejä. Mukaanottokriteerit olivat manuaalisessa haussa samat kuin tietokantojen kautta etsittäessä. Yksi tutkimusartikkeista oli maksumuurin takana, mutta tähän oli 14 päivän ilmainen kokeilujakso, jonka hyödynsimme. Manuaalista hakua käytimme löytääksemme enemmän tutkimusartikkelia, sillä aiheesta oli jossain määrin hankala löytää tarpeeksi aiheen kannalta oleellista tietoa. Opinnäytetyön lopussa olevassa taulukossa (Liite 1) on taulukoitu kaikki käyttämämme artikkelit.

Taulukko 1. Tiedonhaun taulukko

Tietokanta	Hakusanat	Tulokset	Otsikon perusteella valitut	Tiivistelmän perusteella valitut	Koko tekstin perusteella valitut
Pubmed	(Insulin pump) AND (radiation OR MRI)	8	2	2	1
Pubmed	(Glucose monitoring) AND (radiation OR MRI)	33	1	1	1
Pubmed	"diabetic nephropathy" AND (contrast	26	6	3	2

	media OR iodine)				
Science direct	Metformin AND "contrast media"	25	2	1	0
Science direct	Metformin AND radiology imaging	43	8	5	0
Science direct	"diabetic patient" AND radiographer	7	1	1	1
Science direct	metformin AND CT	23	3	3	2
CINAHL	(Insulin pump) AND (radiation)	1	1	1	1
ProQuest central	metformin AND ("contrast agent" or "contrast media" or "contrast medium" or iodine or radiography or "diagnostic imaging")	180	3	1	0
Manluaalinen haku					2

Taulukko 2. Mukaanotto- ja poissulkukriteerit

Mukaanottokriteerit:	Poissulkukriteerit:
Julkaistu 2013–2023	Julkaistu ennen vuotta 2013
Suomen tai englanninkielinen	Ei suomen tai englanninkielinen
Vastaa tutkimuskysymyksiin	Ei vastaa tutkimuskysymyksiin
Vertaisarvioitu	Ei vertaisarvioitu
Saatavilla maksutta	Maksullinen

### 5.3 Aineiston analysointimenetelmä

Aineiston analysoinnissa teimme taulukon (Liite 1), jossa on esillä tutkimusten oleelliset tiedot sekä tutkimusten keskeisimmät tulokset ylhäällä. Keskeisimmät tulokset poimimme tutkimuskysymystemme avulla ja kirjoitimme ne taulukkoon ylös. Tulostuloksissa käsittelemme tutkimuskysymysten avulla tuloksia kahdesta näkökulmasta: miten diabetes vaikuttaa potilasturvallisuuteen sekä miten diabeteksen hoidossa käytettävät laitteet vaikuttavat kuvantamistutkimukseen.

Sisällönanalyysin avulla saadaan analysoitua dokumentteja systemaattisesti ja objektiivisesti ja sen avulla saadaan tutkittavasta ilmiöstä kuvaus tiivistetyssä muodossa, ilman että informaatio tutkimuksesta katoaa. Analyysin avulla saadaan tuotettua sanallinen selkeä kuvaus ilmiöstä, jota tutkitaan. (Tuomi & Sarajärvi 2017: Luku 4.4.) Käytimme opinnäytetyössämme aineistolähtöistä sisällönanalyysia.

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi voidaan jakaa kolmivaiheiseksi prosessiksi, joita ovat aineiston pelkistäminen, ryhmittely ja teoreettisen käsitteiden luominen. Ensimmäisessä vaiheessa valituista tutkimuksista karsitaan epäolennainen tieto pois, jolloin saadaan olennainen tieto tiivistetyssä muodossa. Ryhmittelyn avulla luodaan mahdollisia ala- ja yläluokkia ja näistä saadaan pääluokkia. Etukäteen ei voi tietää, millaisia ja kuinka paljon erilaisia luokkia syntyy tai tarvitseeko niitä. Teoreettisen käsitteiden luominen eli abstrahoinnin avulla saadaan tehtyä johtopäätöksiä tutkittavasta asiasta ja kerätään olennainen tieto esille. (Tuomi & Sarajärvi 2017: Luku 4.4.3.)

## 6 Tulokset

Kirjallisuuskatsauksemme aineisto koostui 10:stä tutkimusartikkelista. Liitteessä 1 esitellään tiivistetysti tutkimukset sekä niiden menetelmät ja keskeisimmät tulokset. Tutkimuksista kolme oli tehty Yhdysvalloissa, kaksi Kiinassa, yksi Iso-Britanniassa, yksi Etelä-Koreassa, yksi Iranissa, yksi Australiassa ja yksi Egyptissä.

Kerätyistä aineistoista kävi ilmi monia tekijöitä, jotka liittyvät diabetesta sairastavan potilaan kuvantamiseen. Diabeteksen hoitoon liittyvien laitteiden eli insuliinipumpun ja glukosisensorin todettiin kestävän säteilyä ja glukosisensorit kestivät myös magneettitutkimukselle altistumisen hyvin. Diabetes ja diabeettinen nefropatia ovat selkeästi riskitekijöitä jodivarjoaineen aiheuttamalle akuutille munuaisvauriolle. Sen sijaan metformiinilääkityksen yhteyttä PC-AKI:iin ei havaittu. Lisäksi tuloksista kävi ilmi myös muita riskitekijöitä, jotka voivat vaarantaa potilaan kuvantamistutkimuksessa.

### 6.1 Diabeteksen vaikutus potilasturvallisuuteen kuvantamistutkimuksessa

Diabeteksen ja diabeettisen nefropatian havaittiin lisäävän riskiä varjoaineen aiheuttaman akuutin munuaisvaurion aiheutumiseen. Kiinalaisessa tutkimuksessa 45013 potilaasta PC-AKI:n sai 2042. Heistä 13,9 % sairasti diabetesta. Loput potilaista eivät saaneet PC-AKI:a ja heistä diabetes potilaita oli 11 %. Heistä, jotka saivat varjoaineen jälkeisen akuutin munuaisvaurion 2,5 % sairasti diabeettista nefropatiaa, kun taas oireetomista potilaista diabeettista nefropatiaa sairasti 1 %. Tutkimuksen mukaan suuntaus PC-AKI tapausten määrässä on ollut laskeva 2015-2021 välisenä aikana. Syyinä laskevaan suuntaukseen saattaa olla parempi tietoisuus PC-AKI:sta sekä paremmat toimet sen ennaltaehkäisyssä. (Wu ym. 2023.)

Varjoaineen aiheuttaman munuaisvaurion ja diabeteksen välinen yhteys on merkittävä potilailla, joiden munuaisten toiminta on normaalilla tasolla. PC-AKI voi kuitenkin ilmetä myös potilailla, jotka eivät sairasta diabetesta tai diabeettista nefropatiaa ja joiden munuaiset toimivat normaalisti. Koronaariangiografiassa varjoaineen määrällä ja diabeteksellä on yhteys varjoaineen jälkeisen munuaisvaurion aiheutumiseen. (Mousavi ym. 2016.)

Insuliinihoitojen havaittiin olevan yksi riskitekijä varjoaineen jälkeisen munuaisvaurion aiheutumisessa. 250 potilaasta, jotka sairastivat tyyppin 2 diabetesta, 58 sai PC-AKI:n. Heistä 89,7 % käytti insuliinia. Loput noin 10 % PC-AKI:n saaneista potilaista käyttivät

suunkautta otettavia antihyperglykeemisiä lääkkeitä. Insuliinihoitoa saavien potilaiden suurempi riski saada PC-AKI perustuu diabeteksen keston pituuteen, riskistä sepelvaltimotautiin ja munuaisten toiminnan heikentymiseen. (Zaki ym. 2015.)

Tyypin 2 diabetes potilailla, jotka kärsivät munuaisten vajaatoiminnasta (eGFR: 30–59), ei metformiinin käytön havaittu aiheuttavan tietokonetomografiatutkimuksissa jodivarjoaineen aiheuttamaa munuaisvauriota (PC-AKI) tai metabolista asidoosia todennäköisemmin kuin muiden suunkautta otettavien antihyperglykeemisten lääkkeiden. Molemmat tilat olivat hieman harvinaisempia metformiinia käyttävillä potilailla. Myöskään PC-AKI:n ja metabolisen asidoosin välillä ei havaittu korrelaatiota jodivarjoaine altistuksen jälkeen. Metformiini ei tutkimuksen mukaan ole riskitekijä metabolisen asidoosin aiheutumiseen eikä metformiinia ole tarvetta tauottaa ennen tietokonetomografiatutkimusta, jossa käytetään jodivarjoainetta. (Jung ym. 2019.)

Röntgenhoitajan on tärkeää olla tietoinen hypoglykemian oireista ja osata ottaa diabetesta sairastava potilas oikealla tavalla huomioon. Potilastapaustutkimuksessa Lelainia Lloyd kertoo kokemastaan vaaratilanteesta magneettikuvauksessa. Lloyd sairastaa diabetesta ja on taipuvainen saamaan hypoglykemian varsinkin stressaavissa tilanteissa. Pään magneettikuvauksen aikana hän koki vakavan hypoglykemiakohtauksen, mutta röntgenhoitaja ei ottanut hänen hätäänsä tarpeeksi vakavasti eikä suostunut heti irrottamaan pääkelaa paikoiltaan. Lloyd pelkäsi oksentavansa ja olemaan pystymättä vaihtaa asentoa, jolloin tilanne olisi voinut olla hengenvaarallinen. Nopea sokeripitoisen mehun nauttiminen rauhoitti tilanteen. Lloydin mielestä tärkeintä olisi, että röntgenhoitaja on valppaana, jos hän tietää potilaan sairastavan tyypin 1 diabetesta. Silloin olisi hyvä kysyä onko hänellä yleensä alhainen verensokeri ja millaisia merkkejä tai oireita olisi hyvä huomioida. Myös mehun saatavuus olisi tärkeää ja potilaan kuunteleminen aina, jos hän kertoo tarvitsevänsä apua. (Lloyd & Godwin 2022.)

Hypoglykemian riski vaihtelee ajankohdan mukaan sairaalahoidossa olevilla diabetespotilailla. Lisäksi merkitys on sillä, millä osastolla potilas sijaitsee. Verensokeri mittauksia tehtiin 105 728. Näistä 1,29 % luokiteltiin hypoglykemiaksi ja 0,29 % vakavaksi hypoglykemiaksi. Ajanjaksot, jolloin potilaalla oli suurin hypoglykemiariski, olivat 22.00–24.00, 0.00–2.00, 2.00–4.00, 8.00–10.00 ja 10.00–12:00. Ruokailuajan mukaan hypoglykemian riski jakautui seuraavasti: suurin hypoglykemian riski oli aamiaisen jälkeen, ennen lounasta ja ennen illallista. (Yang ym. 2015.)

## 6.2 Diabeteksen hoitoon liittyvien laitteiden turvallisuus/toimintahäiriöt kuvantamistutkimuksissa?

Insuliinipumppujen valmistajat yleensä kehottavat poistamaan pumpun röntgentutkimusten ajaksi. Pumpun poistaminen voi olla ongelmallista pitkään kestävässä tutkimuksessa, jolloin voitaisiin tarvita insuliinin annostusta. Iso-Britannialaisessa tutkimuksessa kuusi insuliinipumppua altistettiin säteilylle angiografiassa ja tietokonetomografiassa. Niiden avulla tutkittiin säteilyn vaikutusta insuliinipumppuihin ja aiheuttaako säteily ohimeneviä tai pysyviä vaurioita pumppuissa. Pumppujen toimintaa seurattiin neljä viikkoa katetrointitoimenpiteiden jälkeen, jonka jälkeen ne altistettiin säteilylle TT-tutkimuksessa ja seurattiin uudestaan neljä viikkoa. Kaikki kuusi insuliinipumppua toimivat seurantaajan aikana normaalisti eikä vikoja havaittu, mutta insuliinin annostelun oikeellisuutta ei pystytty varmistamaan. (Whicher ym. 2017.)

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa havaittiin, että tietokonetomografia tutkimusten aiheuttama säteily ei todennäköisesti vaikuta insuliinipumpun toimintaan. Pumput 2, 3 ja 4 saivat vähintään 0,08612 Gy altistuksen 34: stä kuvauksesta, eikä niille tapahtunut toimintahäiriöitä. Pumppu 1 koki täyttöhäiriön viidennessä kuvauksessa ja kuudennessa kuvauksessa sen näyttö tummeni, jonka jälkeen pumppu poistettiin tutkimuksesta. Pumppuja 2,3 ja 4 seurattiin vielä 2 kuukautta säteilytyksen jälkeen eikä häiriöitä toiminnassa havaittu. Myös pumpun 1 toimintaa seurattiin sen tutkimuksesta poistamisen jälkeen, eikä näytön tummumisen lisäksi havaittu muita häiriöitä. Pumpun 1 toimintahäiriö jäi epäselväksi, sillä se olisi voinut johtua säteilyn lisäksi myös pumpun iästä tai sen jatkuvasta käytöstä esitysmallina. (Magdaleno & Perilli & Vengrove 2018.)

TT-tutkimuksia tehdään yleensä ilman haittavaikutuksia potilaille, joilla on elektronisia lääketieteellisiä laitteita. Lääketieteellisessä kirjallisuudessa on joitakin havaintoja sydänlaitteiden ongelmatilanteista säteilyn aikana, mutta ei insuliinipumppujen suhteen. FDA (Food and Drug Administration) on saanut joitakin haittailmoituksia hypo- ja hyperglykemiasta insuliinipumpun altistuessa säteilylle, mutta he ovat tulleet siihen tulokseen, että riski sille, että se aiheuttaisi merkittäviä haittatapahtumia on pieni. (Whicher ym. 2017.)

Glukoosisensorin altistusta magneettikuvaukselle sekä säteilylle tutkittiin Yhdysvalloissa. Tutkimuksessa 48 jatkuvan glukoosinseurannan järjestelmää (Dexcom G6) altistettiin 6 meV fotonille hiukkaskiihdyttimen suurimmalla sädehoidossa käytetyllä nopeudella 80 Gy:n kumulatiivisella annoksella. Lopputuloksena oli, että Dexcom G6 sen-



sorit säilyttivät tallennetut tiedot ja toiminnallisen eheyden säteilylle altistumisen jälkeen. Sensorien kokeman säteilyaltistuksen suuruuden takia myös vähempi annoksisten tutkimusten kuten tietokonetomografian ja natiivikuvauksen voidaan todeta olevan laitteelle turvallisia. (Thomas ym. 2021.)

Testatut Dexcom G6 sensorit suoriutuivat hyvin myös magneettitutkimuksesta. 3T magneettitutkimuksessa sensorin lämpötila nousi maksimissaan 1,6 °C, joten sensorin kuumeneminen ei todennäköisesti aiheuttaisi vahinkoa potilaalle. 3T:n Magneettikuvauslaitteen staattisen magneettikentän vetovoiman vaikutus sensoriin oli alle 306 g, eikä se ollut riittävä irrottamaan fantomissa kiinni ollutta sensoria. Myöskään tallennetun datan häviämistä ei havaittu 1,5T tai 3T altistuksesta eikä datan keräämiseen keskeytynyt magneettikuvauksen aikana. (Thomas ym. 2021.)

Myös uudempi yhdysvaltalainen tutkimus päätyi samankaltaisiin lopputuloksiin. Siinä seurattiin Abbott freestyle libre jatkuvan glukoosiseurannan sensoreita, kun ne altistettiin röntgen-, TT- ja magneettitutkimuksille, joista ne suoriutuivat hyvin, täyttäen tutkijoiden laatimien ennalta-asetettujen kriteerien mukaiset vaatimukset. Tutkimuksessa käytetyt säteilyaltistukset olivat huomattavasti suurempia, kuin mihin sensorit voivat altistua, minkä perusteella röntgen- ja TT-tutkimuksilla ei ole vaikutusta sensorien toimintaan. MRI tutkimuksissa sensorin lämpötila nousi 3T:n MRI laitteella enintään 4,8°C. Sensori kesti myös magneettikentän vetovoiman erittäin hyvin ja sensorien irtoamisen vaara arvioitiin pieneksi. Abbott sensorit ovat tutkijoiden mukaan joko magneetti sopivia tai ainakin vaarattomia tietynlaisissa MRI-ympäristöissä ja käyttöolosuhteissa. (Matievich ym. 2023.)

## 7 Pohdinta

Tässä osiossa käymme läpi pohdintaa tuloksiin liittyen ja yhdistämme teoratiedon löytämäämme tutkimusaineistoon. Pohdimme myös työmme eettisyyden ja luotettavuuden näkökulmia ja otamme kantaa niihin. Pohdimme työn aikana tapahtunutta ammatillista kehittymistä ja annamme myös jatkoa ajatellen jatkotutkimus- ja kehitysehdotuksia.

Työssämme on 10 tutkimusartikkelia, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiimme. Opinäytetyön osassa 2 ja 3 sisältävät teoratietoa tutkimuskysymystemme tueksi. Tulosten tarkastelussa ja johtopäätökset osiossa yhdistämme tulososion 6, osioihin 2 ja 3.

## 7.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Kirjallisuuskatsauksen tuloksista kävi ilmi, että diabetes ja diabeettinen nefropatia vaikuttavat PC-AKI:n aiheutumisen todennäköisyyteen (Wu ym. 2023; Mousavi ym. 2016). Kirjallisuudessa munuaisten vajaatoimintaa ja tavallista suurempaa varjoaineannosta pidetään yleisimpinä PC-AKI:lle altistavina tekijöinä (Aronen ym. 2017). Lisäksi diabetesta sairastavilla on hieman normaalia suurempi todennäköisyys saada PC-AKI (Rönnemaa 2019: 596). Lievästikin kohonnut verenpaine voi vaurioittaa munuaisia, minkä vuoksi diabeetikon on seurattava verenpainetta huolellisesti. Kohonnut verenpaine lisää selvästi riskiä saada nefropatia. (Mäkelä & Rönnemaa 2019: 538.) Diabetes ja diabeettinen nefropatia ovat riskitekijöitä varjoaineen jälkeiselle munuaisvauriolle.

Selkeä vaaratekijä oli myös, että potilas sai insuliinihoitoa, kun heitä verrattiin potilaisiin, jotka käyttivät suunkautta antihyperglykeemisiä lääkkeitä kuten metformiinia. Insuliini ei itsessään ole vaaratekijä, vaan sen käyttö voi kertoa esimerkiksi diabeteksen pitkäkestoisuudesta ja munuaisten toiminnan heikentymisestä. (Zaki ym. 2015.) Albumiiniurian riski lisääntyy diabeteksen kestäessä vuosia. Alle viisi vuotta kestänyt tyyppin 1 diabeteksen sairastaminen harvoin lisää albumiiniurian määrää. Suurin riski tälle on silloin, kun diabetesta on sairastanut 15–20 vuotta, jolloin 25 %:lla huomataan lisääntynyttä albumiiniuriaa. (Rönnemaa & Mäkelä 2019.)

Tulosten mukaan metformiini ei aiheuta tyyppin 2 diabeetikoilla, joiden munuaisten toiminta on heikentynyt (eGFR 30-59) PC-AKI:a todennäköisemmin kuin potilailla, jotka käyttivät muita antihyperglykeemisiä lääkkeitä kuin metformiinia. Myöskään yhteyttä metformiinin ja metabolisen asidoosin välillä ei havaittu jodivarjoaineen saamisen jälkeen. (Jung ym. 2019.) Kirjallisuuden mukaan henkilöiden, joiden munuaisten toiminta on heikentynyt ja eGFR arvo on 30–45 ml/min kuuluu tauottaa metformiini varjoainetutkimuksen ajaksi. Metformiinin tauottaminen ei ole tarpeellista, jos eGFR arvo on yli 45/ml/min. (Mäkelä & Rönnemaa 2019: 533.) Jung ym. (2019) tutkimus puoltaa kuitenkin näkemystä, että eGFR arvo saa olla entistä matalampi ennen kuin metformiini tarvitsee tauottaa.

Insuliinipumput kestävät tulosten mukaan hyvin altistuksen säteilylle. Altistusten määrät ja altistusten suuruudet olivat tutkimuksissa huomattavasti suuremmat kuin mille pumput normaalisti altistuvat, eikä merkittäviä toimintahäiriöitä siitä huolimatta tapahtunut. (Whicher ym. 2017; Magdaleno & Perilli & Vengrove 2018.) Tutkitut jatkuvan seurannan glukosisensorit kestivät myös säteilylle altistumisen ilman merkittäviä toimintahäiriöitä (Matievich ym. 2023; Thomas ym. 2021). Insuliinipumppu valmistajien ohjeiden

mukaan insuliinipumput kuuluu irrottaa ennen röntgen-, tietokonetomografia- ja magneettitutkimusta. Valmistajien mukaan syynä pumpun poistamiselle on riski toimintahäiriöille ja insuliiniannostelun keskeytyminen. (Accu-Chek 2015: 61; YpsoPump: 180.) Kuitenkin esimerkiksi yksityisiä terveystalouksia tuottavan Pihlajalinnan ohjeistusten mukaan insuliinipumppu ei ole este TT-tutkimukselle. (Pihlajalinn). Löytämämme tutkimukset puoltavat tätä näkemystä.

Glukoosisensoreita pidetään lähes aina MRI yhteensopimattomina. Valmistajien ohjeistukset ohjeistavat potilaita poistamaan sensorin ennen magneettitutkimuksen alkua. (Dexcom G6 2021: 5; FreeStyle Libre 2: 6.) Tulokset kuitenkin osoittavat glukoosiensoreiden olevan turvallisia ainakin tietyissä MRI olosuhteissa (Matievich ym. 2023; Thomas ym. 2021). Tutkimuksessa testattujen Freestyle libre sensoreiden irtoaminen vaatisi 100 kertaa suuremman vetovoiman kuin mitä siihen kohdistui (Matievich ym. 2023). Mahdollinen syy sensoreiden luokitteluun yleisesti ”MRI ei turvalliseksi” voi olla, ettei sensoreita ole tutkittu tarpeeksi valmistajien osalta (Dexcom G6 2021: 5; FreeStyle Libre 2: 6).

Magneettitutkimuksen aikana diabeetikon vointiin on kiinnitettävä huomiota. Potilastutkimustapauksesta kävi ilmi, että röntgenhoitajan ja potilaan vuoropuhelu on tärkeää. Potilaan on hyvä kertoa taipumuksestaan hypoglykemiaan, jotta siihen osataan varautua. Röntgenosastolla olisi myös hyvä varautua ennalta hypoglykemia tapauksiin pitämällä pillimehujia tai glukoositabletteja saatavilla. (Lloyd & Godwin 2022.) Magneettitutkimuksen kesto on 30–60 minuuttia, joten tutkimuksen pitkäkestoisuus täytyy myös ottaa huomioon diabeetista potilasta kuvatessa (HUS, röntgen potilasohjeet 2019). Hypoglykemian riski voi kasvaa, jos potilas on pitkässä tutkimuksessa ja asianmukaisesta diabeteksen hoidosta ei olla huolehdittu. Tulosten mukaan hypoglykemian huippujaksot sijoittuivat ilta- ja yöaikaan, mutta myös aamu 8:00–10 ja 10-12:00 välille (Yang ym. 2015.)

## 7.2 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön tulee noudattaa hyvän tieteellisen käytännön ohjeistuksia ollakseen eettisesti hyväksytty sekä luotettava. Opinnäytetyömme kannalta keskeisiä lähtökohtia on muun muassa se, että käytettävien tutkimusten alkuperäisten tekijöiden työ tuodaan esille asianmukaisella tavalla, tähän kuuluu mm. oikeanlaiset lähdeviitteet ja se, ettei plagioi toisten tekstiä. Ohjeistuksissa mainitaan lisäksi se, että tutkimuksessa tulee noudattaa rehellisyyttä, huolellisuutta ja tarkkuutta työn eri vaiheissa, mikä sisältää myös tulosten esittämisen ja arvioinnin. Mikäli opinnäytetyössä tarvitaan tutkimuslupia,

ne tulee olla asianmukaisesti hankittu. Vaikka ammattikorkeakoulujen tulee huolehtia siitä, että opiskelijoille opetetaan hyvää tieteellistä käytäntöä ja tutkimusetiikkaa, niin jokainen tutkija, eli tässä tapauksessa me opinnäytetyön kirjoittajat, olimme itse vastuussa siitä, että noudatimme hyvää tieteellistä käytäntöä. (TENK 2012: 6–7.)

Vilppi ja piittaamattomuus ovat kaksi kategoriaa, johon hyvän tieteellisen käytännön loukkaukset jaetaan. Nämä voivat ilmetä niin tutkimuksen suunnittelussa kuin tekemisessä, kuin myös tutkimustulosten ja johtopäätösten esittelyssä. Nämä voivat olla pahimmillaan myös lainvastaisia tekoja. Vilppi voi olla sepittämistä, havaintojen vääristelyä, plagiointia ja anastamista. Piittaamattomuus voi ilmetä työn missä vaiheessa tahansa ja tähän kuuluu mm. toisten tutkijoiden huomiotta jättäminen, tutkimustulosten huolimaton raportointi ja tutkimusaineistojen huolimaton ylös laittaminen. (TENK 2012: 8–9.)

Noudatimme opinnäytetyössä TENKin ohjeistuksia mahdollisimman tarkasti. Kiinnitimme huomiota lähteiden alkuperään ja pidimme huolen, että käyttämämme lähteet ovat päteviä opinnäytetyötä kirjoittaessa, eivätkä ne ole liian vanhoja. Käytimme opinnäytetyössä ammattikirjallisuutta sekä mm. vertaisarvioituja artikkeleita. Haasteensa tutkimustuloksille toi se, että kaikki käyttämämme materiaali oli englanniksi, mikä aiheutti välillä ongelmia, kun käänsimme tekstejä suomeksi. Vierasta kieltä kääntäessä on aina pieni mahdollisuus jonkinlaisille käännösvirheille. Olemme raportoineet käyttämämme hakusanat tutkimustulosten löytämiseen ja tietokannat, mistä tutkimukset löytyivät. Lisäksi työssämme on tiivistelmä käyttämistämme tutkimusartikkeleista ja näiden keskeinen sisältö.

### 7.3 Ammatillinen kehittyminen

Aiheemme vaihtui prosessin aikana ja opinnäytetyön rajausta muutettiin muutamaan otteeseen. Ongelmana oli, että keskityimme jossain vaiheessa liikaa munuaissairauksiin ja munuaisten toimintaan, joten diabetes jäi tällöin vähemmälle huomiolle. Jossain vaiheessa opinnäytetyöprosessia olimme myös hylkäämässä ideaa, että käsitteisimme diabetesta ollenkaan, mutta tähän lopulta palasimme saadun palautteen ansiosta. Haasteena oli tutkimustiedon löytäminen, eikä diabetespotilaasta kuvantamistutkimuksissa ollut ennalta paljon tutkimustietoa tai kirjallisuutta. Lisäksi kaikki opinnäytetyössämme käyttämämme tutkimukset ovat englannin kielellä, joten vieraskielinen ammattisanasto asetti myös omat haasteensa.

Teoriatietoa aiheesta löytyi runsaasti ja hyödynsimme kirjoja ja internetin tiedonhaku kohteita. Tiedonhaku oli aluksi haastavaa, sillä oli vaikeaa rajata hakutulokset koskemaan kuvantamista. Diabeteksestä, sen hoitamiseen käytettävistä laitteista ja lääkkeistä oli paljon tietoa, mutta ne eivät liittyneet kuvantamiseen. Vaikka olemme pitkin opintoja joutuneet käyttämään ainakin jossain määrin tietokantoja oppimistehtävissä tiedon etsimiseen, niin opinnäytetyöprosessi toi paljon lisää oppia näiden käyttämiseen. Tiedonhaun työpaja on todella opettavainen opinnäytetyön kannalta, ja se olisikin ollut kannattavaa käydä jo hieman aikaisemmassa vaiheessa.

Olemme oppineet opinnäytetyötä tehdessä, kuinka diabetespotilas täytyy ottaa huomioon kuvantamistutkimuksissa ja mitkä asiat ovat merkityksellisiä kuvantamisen sujuvuuteen ja suorittamiseen liittyen. Työmme on saanut myös pohtimaan muiden pitkäaikaisairaiden huomioon ottamista tulevassa työssämme.

#### 7.4 Jatkotutkimus- ja kehittämis ehdotukset

Diabetesta sairastavasta potilaasta ei löytynyt paljon tutkimuksia kuvantamiseen liittyen. Lopullista tiedonhakua tehdessä oli yllättävää, miten vähän löysimme tutkimustietoa diabetespotilaista kuvantamistutkimuksissa. Mielestämme olisi tärkeää, että aihetta tutkittaisiin kokonaisuudessaan enemmän. Olisi mielenkiintoista lukea jatkossa erityisesti diabetespotilaista pidempikestoisten kuvantamistutkimusten ja -toimenpiteiden yhteydessä ja potilaiden kohtaamisesta ja hoidosta näiden yhteydessä.

## Lähteet

Accu-Chek 2015. Insuliinipumppu. Käyttöopas insuliinipumppu. <<https://www.accu-chek.fi/insuliinipumppujarjestelmat/combo>>. Viitattu 8.11.2023

Aronen, Hannu & Niemi, Pekka & Dean, Peter 2017. Kuvantamisessa käytettävät kontrastaineet. Teoksessa Sequeiros, Blanco & Koskinen, Seppo & Aronen, Hannu & Lundbom, Nina & Vanninen, Ritva & Tervonen, Osmo. Kliininen radiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim <<https://www.oppiportti.fi/op/krd01501/do>>. Viitattu 2.11.2023.

Assareh, Ahmdadreza & Yazdankhah, Saeed & Majidi, Shahla & Nasehi, Nasim & Mousavi, Seyed 2016. Contrast induced nephropathy among patients with normal renal function undergoing coronary angiography. Journal of Renal Injury Prevention 5 (1). 21-24. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4827381/pdf/jrip-5-21.pdf>>. Viitattu 3.11.2023

Dexcom G6 2021: 5. <<https://s3-us-west-2.amazonaws.com/dexcompdf/Downloads+and+Guides+Updates/LBL016322+G6+Using+your+G6+OUS+FI+mmolL.pdf>>. Viitattu 1.11.2023.

Dexcom G7 2023: 6. <[https://s3.us-west-2.amazonaws.com/dexcompdf/G7/AW-00046-37\\_UG\\_G7\\_OUS\\_fi\\_MMOL.pdf](https://s3.us-west-2.amazonaws.com/dexcompdf/G7/AW-00046-37_UG_G7_OUS_fi_MMOL.pdf)>. Viitattu 1.11.2023.

Diabetes. Käypä hoito 2018. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen sisätautilääkäreiden yhdistyksen ja Diabetesliiton lääkäriineuvoston asettama työryhmä. <<https://www.kaypahoito.fi/kht00063>>. Viitattu 8.11.2023.

FreeStyle Libre 2. Abbot. Flash-glukoosin seurantajärjestelmä. Käyttäjän ohjekirja. <<https://fimlab.fi/wp-content/uploads/fsl2-kayttajan-ohjekirja.pdf>>. Viitattu 1.11.2023.

Honkanen, Eero & Kööbi, Tiit & Metsärinne, Kaj & Mustonen, Jukka & Pasternack, Amos & Pörsti, Ilkka & Saha, Heikki & Salmela, Kaija & Soimakallio, Seppo 2012. Nefrologia. Diabeettinen nefropatia. Kustannus OY Duodecim. (10):321–335.

HUS Kuvantaminen, radiologia 2019. Potilasohje, Magneettitutkimus. <<https://www.hus.fi/sites/default/files/2021-04/magneettitutkimus.pdf>>. Viitattu 4.11.2023

Ilanne-Parikka 2019. Hypoglykemia. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim: 380–391.

Ilanne-Parikka, Pirjo 2021a. Tyypin 1 diabeteksen hoito. Duodecim terveyskirjasto. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00774>>. Viitattu 17.10.2023

Ilanne-Parikka, Pirjo 2021b. Tyypin 1 diabetes: hoito. Duodecim terveysportti. Lääkärin käsikirja. <<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/ltk/article/ykt00557>>. Viitattu 18.10.2023.

Jung, J. & Cho, Y.Y & Jung, J.H & Kim, K.Y & Kim, H.S & Baek, J. & Hahm, J.R & Cho, H.S & Kim, S.K 2019. Are patients with mild to moderate renal impairment on metformin or other oral anti-hyperglycaemic agents at increased risk of contrast-induced nephropathy and metabolic acidosis after radiocontrast exposure? *Clinical Radiology* 74 (8). 651.e1-651.e6. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0009926019302491>>. Viitattu 29.10.2023

Kangasniemi, Mari & Utriainen, Kati & Ahonen, Sanna-Mari & Pietilä, Anna-Maija & Jääskeläinen Petri & Liikanen Eeva 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. *Hoitotiede* 25 (4).

Lammentausta, Eveliina 2017. Magneettikuvaus. Teoksessa Sequeiros, Blanco & Koskinen, Seppo & Aronen, Hannu & Lundbom, Nina & Vanninen, Ritva & Tervonen, Osmo. *Kliininen radiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim <<https://www.oppiportti.fi/op/krd01406/do#s10>>. Viitattu 2.10.2023.

Lloyd, Lelainia & Godwin, Belinda 2022. Recognising and mitigating the potential for diabetic emergencies in MRI. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences* 53 (2022). 321–324. <<https://www.jmirs.org/action/showPdf?pii=S1939-8654%2822%2900164-3>>. Viitattu 4.10.2023

Magdaleno, Angela L. & Perilli, Gretchen A. & Vengrove, Marc A. 2019. How Many Grays to Get to the Malfunction on Insulin Pumps? Determining the Effects of Radiation on Insulin Pump Function. *Journal of Diabetes Science and Technology* 13 (2). 221–225. <[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6399791/pdf/10.1177\\_1932296818796481.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6399791/pdf/10.1177_1932296818796481.pdf)>. Viitattu 5.10.2023

Matievich, William & Kiaie, Namvar & Dunn, Timothy 2022. Safety and Functional Integrity of Continuous Glucose Monitoring Sensors When Used During Radiologic Procedures Under High Exposure Conditions. *Journal of Diabetes Science and Technology* 17 (6). 1634–1643.

Mustajoki, Pertti 2021.a Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus). Duodecim Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00656>>. Viitattu 14.11.2023

Mustajoki, Perttu 2021.b Diabeteksen munuaissairaus (diabeettinen nefropatia). Duodecim Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00563/diabeteksen-munuaissairaus-diabeettinen-nefropatia>>. Viitattu 9.2.2023.

MyLife YpsoPump. Käyttöopas insuliinipumppu. Ypsomed selfcare solutions. <[https://fimlab.fi/wp-content/uploads/ypu\\_kayttoohje\\_fi.pdf](https://fimlab.fi/wp-content/uploads/ypu_kayttoohje_fi.pdf)>. Viitattu 8.11.2023.

Niskanen, Leo 2019a. Diabeteksen toteaminen. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. *Diabetes*. Kustannus Oy Duodecim. <<https://www.oppiportti.fi/op/dbs00108/do>>. Viitattu 5.11.2023

Niskanen, Leo 2019b. Diabeteksen oireet. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. Diabetes. Kustannus Oy Duodecim. <<https://www.oppiporrtti.fi/op/dbs00201/do>>. Viitattu 2.10.2023

Niskanen, Leo 2019c. Tyypin 1 diabetes. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. Diabetes. Kustannus Oy Duodecim. <<https://www.oppiporrtti.fi/op/dbs02047/do>>. Viitattu 2.10.2023

Niskanen, Leo 2019d. Tyypin 2 diabetes. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. Diabetes. Kustannus Oy Duodecim. <<https://www.oppiporrtti.fi/op/dbs02049/do>>. Viitattu 5.10.2023

Niskanen, Leo & Ilanne-Parikka, Pirjo 2019. Mitä diabetes on? Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. Diabetes. Kustannus Oy Duodecim <<https://www.oppiporrtti.fi/op/dbs00101/do>>. Viitattu 5.11.2023

Omeh, Demian J & Shlofmitz, Evan 2023. Angiography. National Library of Medicine. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557477/>>. Viitattu 8.11.2023.

Pasternack, Amos & Metsärinne, Kaj 2012. Nefrologia. Kustannus Duodecim Oy: 321–326.

Pihlajalinnna. Tietokonetomografia eli TT-kuvaus. <<https://www.pihlajalinnna.fi/palvelut/yksityisasiakkaat/tutkimuspalvelut/kuvantaminen/tietokonetomografia-eli-tt-kuvaus>>. Viitattu 7.11.2023

Rönnemaa, Tapani & Mäkelä, Satu 2019. Diagnostiikka, nefropatian estäminen ja hoito. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim: 328–353.

Rönnemaa, Tapani 2019. Varjoainetutkimukset diabetesta sairastavalle. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim: 596.

Rönnemaa, Tapani & Mäkelä, Satu 2019. Metformiini. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim: 237

Rönnemaa, Tapani & Mäkelä Satu 2019. Diabetes ja munuaiset. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo & Niskanen, Leo & Rönnemaa, Tapani & Saha, Marja-Terttu. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim <<https://www.oppiporrtti.fi/op/dbs01707/do>>. Viitattu 14.10.2023.

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Vaasan yliopisto. <[https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)> Viitattu 22.2.2023.

Savontaus, Eriika 2023. Metformiini. Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia. Duodecim Oppiporrtti. <[https://www.oppiporrtti.fi/op/lft00299/do?p\\_haku=metformiini#q=metformiini](https://www.oppiporrtti.fi/op/lft00299/do?p_haku=metformiini#q=metformiini)>. Viitattu 15.10.2023



Sequeiros, Roberto Blanco & Lundbom, Nina 2017. Tutkimusmenetelmien erityispiirteitä. Teoksessa Sequeiros, Blanco & Koskinen, Seppo & Aronen, Hannu & Lundbom, Nina & Vanninen, Ritva & Tervonen, Osmo. Kliininen radiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim <<https://www.oppoportti.fi/op/krd00104/do>>. Viitattu 2.11.2023.

Soimakallio, Seppo & Kivisaari, Leena & Manninen, Hannu & Svedström, Erkki & Tervonen, Osmo 2005. Radiologia. Helsinki: WSOY: 72–75

STUK=säteilyturvakeskus

STUK 2018. Säteilyn käytön turvallisuus kardiologiassa. <<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136835/STUK-opastaa-Kardiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Viitattu 7.11.2023.

STUK 2022. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2021. Terveydenhuollon valvontaraportti. <<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/145428/STUK-B-295-Radiologisten-tutkimusten-m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t-vuonna-2021.pdf>>. Viitattu 6.11.2023.

Syväranta, Suvi & Vuorinen, Aino-Maija & Tokola, Anna 2021. Radiologisen kuvantamisen perusteet. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. 137 (9):969–976. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo16215#s5>>. Viitattu 10.10.2023

TENK=Tutkimuseettinen neuvottelukunta

TENK 2012. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. <[https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)>. Viitattu 19.10.2023

Thomas, Christopher & Welsh, John B. & Lu, Spencer & Gray, Michael 2021. Safety and Functional Integrity of Continuous Glucose Monitoring Components After Simulated Radiologic Procedures. Journal of Diabetes Science and Technology 15 (4). 781–785.

Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli 2017. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. E-kirja. Helsinki: Tammi. Luku 4.4–4.4.3.

Tyyppin 2 diabetes. Käypä hoito -suositus 2020. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen sisätautilääkäreiden yhdistyksen ja Diabetesliiton Lääkärineuvoston asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. <<https://www.kaypa-hoito.fi/hoi50056#K1>>. Viitattu 23.2.2023.

Whicher, Clare & Humayun, Malik & Jenkins, Emma & Brooks, Michael & Benbow, Matthew & Critop, Chris & Partridge, Helen 2017. Evaluating insulin pump functionality during ionising radiation exposure. Practical Diabetes 34 (9). 306–308. <<https://web-p-ebscohost-com.ezproxy.metropolia.fi/ehost/detail/detail?vid=2&sid=757b96f4-7b8f-411a-b166-45342b5719d5%40redis&bdata=JnN-pdGU9ZWWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=126564469&db=ccm>>. Viitattu 1.11.2023.

WHO=World Health Organization

WHO 2019. Classification of diabetes mellitus 2019. <<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/325182/9789241515702-eng.pdf>>. Viitattu 7.11.2023.

Wu, Xi & Yan, Ping & Duan, Shao-Bin & Luo, Xiao-Qin & Zhang, Ning-Ya & Deng, Ying-Hao 2023. Temporal trends of post-contrast acute kidney injury in patients with intravenous administration of iodinated contrast medium. *Renal Failure* 45 (2). <[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10512889/pdf/IRNF\\_45\\_2251588.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10512889/pdf/IRNF_45_2251588.pdf)>. Viitattu 9.10.2023.

Yang, Cun-mei & Ma, Yan-lan & Kang, Jun & Jia, Zhe & Wang, Yan-yan & Ma, Hong-ying & Wang, Jie 2015. Time and department distribution of hypoglycemia occurrences in hospitalized diabetic patients. *International journal of nursing sciences* 2. 263–267. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352013215000721>>. Viitattu 13.11.2023.

Yki-Järvinen, Hannele 2021. Tyypin 2 diabeteksen kokonaisvaltainen hoito ja seuranta. Duodecim terveysportti. Lääkärin käsikirja. <<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/ltk/article/ykt00561>>. Viitattu 8.11.2023.

Zaki, Tarek & Samir, Ayman & Rashid, Tarek, & Galal, Haitham & Samir, Wesam 2014. Assessment of estimated GFR and clinical predictors of contrast induced nephropathy among diabetic patients undergoing cardiac catheterization. *The Egyptian Heart Journal* 67 (3). 249–258.

## Aineiston analyysitaulukko

Tekijät, julkaisumaa, julkaisuvuosi, artikkeli	Tutkimuksen lähtökohdat ja tarkoitus/tavoite	Kohderyhmä	Aineiston keruu ja analysointimenetelmä	Keskeiset tutkimustulokset
<p>Magdaleno A. &amp; Perilli, G. &amp; Vengve M.</p> <p>Yhdysvallat. 2019</p> <p>How many grays to get to the malfunction of insulin pumps? Determining the effects of radiation on insulin pump function</p>	<p>Tarkoituksena selvittää onko säteilyllä vaikutusta insuliinipumppujen toimintaan. Toissijainen tavoite: kuinka paljon säteilyä vaaditaan toimintahäiriön aiheutumiseksi.</p>	<p>Neljä insuliini pumppua.</p>	<p>Seurantatutkimus</p>	<p>Yksi pumppu altistettiin kuudelle kuvaukselle, joista viidennellä pumppu koki toimintahäiriön. kaksi pumppua altistettiin 34:lle tt-kuvaukselle ja neljäs pumppu 40:lle tt-kuvaukselle, ilman toimintahäiriötä. Vain yksi pumppu koki toimintahäiriön tutkimusten aikana.</p> <p>2 kuukauden seuranta jaksolla kaikki pumput toimivat normaalisti. Pumppu, joka koki toimintahäiriön, ei tutkijoiden mukaan välttämättä johtunut säteilystä vaan pumpun ikään ja toistuvaan käyttöön.</p>
<p>Thomas C. &amp; Welsh J. &amp; Lu, S. &amp; Gray J.M</p> <p>Yhdysvallat 2021</p> <p>Safety and functional integrity of continuous glucose monitoring components after simulated radiologic procedures</p>	<p>Tarkoituksena Dexcom G6 jatkuvan glukoosi valvontajärjestelmän tutkiminen simuloituissa sädehoidossa ja diagnostisissa radiologisissa toimenpiteissä.</p>	<p>Tutkimuksessa 48 jatkuvan glukoosin seurannan järjestelmää (Dexcom G6) altistettiin 6 meV fotonille hiuk</p>	<p>Seurantatutkimus</p>	<p>G6 CGM-järjestelmän puettavat osat säilyttivät tallennetut tiedot ja toiminnallisen yhtenäisyyden säteilyaltistuksen jälkeen. MRI simulaatio tutkimus osoitti, että sensorin lähettimen tiedontallennus- ja viestintätoiminnot säilyivät ennallaan. Lämpenemisen voimakkuus 20 minuutin magneettitutkimuksen aikana oli alle 2°C, mikä ei todennäköisesti aiheuta lämpövaurioita.</p>

<p>Wu X. &amp; Yan P. &amp; Duan S-B. &amp; Luo X-Q. &amp; Zhang N-Y. &amp; Deng Y-H.</p> <p>Kiina 2023</p> <p>Temporal trends of post-contrast acute kidney injury in patients with intravenous administration of iodinated contrast medium</p>	<p>Tarkoituksena oli tutkia vuosittaisia suuntauksia liittyen varjoaineen annon jälkeiseen akuuttiin munuaisvaurioon sekä monisairauksia ja hoitokäytäntöjä joita liittyy PC-AKI:iin sairaalahoidossa olevilla potilailla, jotka ovat saaneet suonensisäistä jorivarjoainetta.</p>	<p>45013 potilasta Xiangya sairaalan potilasta 2015 – 2021 väliseltä ajalta, jotka saivat suonensisäisesti jorivarjoainetta.</p>	<p>Retrospektiivinen</p>	<p>2042 potilasta sai PC-AKI:n. Heistä 13,9 % oli diabetesta sairastavia verrattuna 11 % potilaista, jotka eivät saaneet PC-AKI:a. Diabeettinen nefropatia oli 2,5 % potilailla, jotka saivat PC:AKI verrattuna 1 % potilailla, jotka eivät saaneet PC-AKI:a. PC-AKI:en määrä vähentyi 2015-2021 välisellä ajalla.</p>
<p>Assareh A. &amp; Yazdankhah S. &amp; Majidi S. &amp; Nasehi N. &amp; Mousavi S.</p> <p>Iran 2016</p> <p>Contrast induced nephropathy among patients with normal renal function undergoing coronary angiography</p>	<p>Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia varjoaineen aiheuttamaa nefropatiaa diabeettisilla ja ei-diabeettisilla potilailla.</p>	<p>254 potilasta, joista 140 miehiä ja 114 naisia. Tutkimus suoritettiin aikavälillä 2010-2011. Ehtona tutkimukseen osallistuneille oli munuaisten normaali toiminta ja tuleva sepelvaltimoangiografia.</p>	<p>Prospektiivinen tutkimus, sekä poikkileikkaus tutkimus.</p>	<p>PC-AKI ilmeni 27 potilaalla eli 10,6% ilman eroa miesten ja naisten välillä. Tutkimuksesta ilmeni, että normaalin munuaisten toiminnan omaavilla potilailla varjoaineen aiheuttama nefropatia on alidiagnostoitua. Riskitekijöiksi selvisi varjoaineen suuri kokonaismäärä ja varjoaineen tilavuus.</p>
<p>Jung J. &amp; Cho Y.Y &amp; Jung J. H &amp; Kim K.Y &amp; Kim H.S &amp; Baek J. &amp;</p>	<p>Tavoitteena oli tutkia onkotiypin 2 diabeetikoilla,</p>	<p>Kohderyhmä si-joittuu 2015-2017 potilastietoihin.</p>	<p>Retrospektiivinen tutkimus.</p>	<p>Merkittävää eroa ei huomattu PC-AKI tapauksissa metformiinia käyttävien tai muita antihy-</p>

<p>Hahm J.R &amp; Cho H.S &amp; Kim S.K</p> <p>Etelä-Korea. 2019</p> <p>Are patients with mild to moderate renal impairment on metformin or other oral anti-hyperglycaemic agents at increased risk of contrast-induced nephropathy and metabolic acidosis after radiocontrast exposure?</p>	<p>jotka käyttävät metformiinia, suurentunut riski diabeettiseen nefropatiaan ja metaboliseen asidoosiin TT- tutkimuksen jälkeen.</p>	<p>Loppuanalysissa oli 374 potilasta, joista 157 käytti metformiinia ja 217 potilasta käytti muita oraalisia hypoglykemisiä aineita varjo- inetutkimuksen aikana. Potilastietoja tarkasteltiin takautuvasti.</p>		<p>perglykeemisiä lääkkeitä käyttäneillä. Metabolisen asidoosiin ja metformiinin käyttöön ei havaittu yhteyttä. Metabolisen asidoosin havaittiin liittyvän lähtötilanteen huonoihin albumiinitasoihin ja pahanlaatuiseen sairauteen.</p>
<p>Yang, C-m &amp; Ma, Y-l. &amp; Kang, J. &amp; Jia Z. &amp; Wang Y-y. &amp; Ma H. &amp; Wang J.</p> <p>Kiina 2015</p> <p>Time and department distribution of hypoglycemia occurrences in hospitalized diabetic patients</p>	<p>Tarkoituksena oli tutkia, milloin hypoglykemia todennäköisimmin tapahtuu ja millä osastolla on eniten hypoglykemia tapauksia diabetestä sairastavilla potilailla, jotka ovat sairaalahoidossa.</p>	<p>2013 tammikuu-2013 joulukuussa välillä sairaalassa olleet potilaat, joilla on 2-typin diabetes. Potilaat vähintään 18-vuotiaita. (835 miestä ja 537 naista)</p>	<p>Seurantatutkimus.</p>	<p>Ajankohdat, jolloin potilaat todennäköisemmin kokivat hypoglyemian olivat: 0:00–2:00, 22:00–24:00, 2:00–4:00, 8:00–10:00, ja 10:00–12:00. Eniten hypoglykemia tapauksia ilmaantui endokrinologisella, vanhusten, neurologian ja kardiologian osastoilla.</p>
<p>Lloyd L. &amp; Godwin B.</p>	<p>Tarkoituksena tuoda esille ongelmallinen tapahtuma</p>	<p>Yksittäinen potilas kertomus</p>	<p>Potilastapaustutkimus</p>	<p>Röntgenhoitajien kuuluisi olla paremmin selvillä diabeteksen aiheuttaman hypoglykemian</p>

<p>Australia. 2022</p> <p>Recognising and mitigating the potential for diabetic emergencies in MRI</p>	<p>diabeettistä sairastavan potilaan MRI kuvauksessa.</p>			<p>oireista ja ottaa diabetestä sairastava potilas paremmin huomioon.</p>
<p>Zaki T. &amp; Samir A. &amp; Rashid T. &amp; Galal H. &amp; Samir W.</p> <p>Egypti 2015</p> <p>Assessment of estimated GFR and clinical predictors of contrast induced nephropathy among diabetic patients undergoing cardiac catheterization</p>	<p>Tarkoituksena tutkia erilaisia varjoaineen aiheuttaman nefropatian riskitekijöitä diabeetikoilla, jolla on normaali seerumin kreatiiniarvo ja joille tehdään koronaariangiografia toimenpide.</p>	<p>250 diabetesta sairastavaa potilasta, joille tehtiin koronaariangiografia tutkimus tai pallolaajennus.</p>	<p>Poikittaistutkimus</p>	<p>Insuliinihoidon saaminen oli huomattava riskitekijä varjoaineen jälkeisen munuaisvaurion aiheutumisessa. 58: sta PC-AKI:n saaneesta potilaasta 89,7% käytti insuliinia. Loput noin 10 % PC-AKI:n saaneista potilaista käyttivät suunkautta otettavia hyperglykeemisiä lääkkeitä.</p>
<p>Whicher C. &amp; Humayun M. &amp; Jenkins E. &amp; Brooks M. &amp; Benbow M. &amp; Critop C. &amp; Partridge H.</p> <p>Iso-Britannia 2017</p> <p>Evaluating insulin pump functionality during ionising radiation exposure</p>	<p>Tavoitteena oli selvittää, miten säteily vaikuttaa insuliinipumpun toimintaan ja aiheutuuko siitä jonkinlaisia toimintahäiriöitä ja vikoja.</p>	<p>Kuusi insuliinipumppua.</p>	<p>Seurantatutkimus</p>	<p>Testaus ei aiheuttanut ongelmia insuliinipumpujen toiminnassa. Verensokerin seuranta suositellaan tekevän ennen ja jälkeen tutkimuksen, jotta saadaan varmuus.</p>

<p>Matievich W. &amp; Kiaie N. &amp; Dunn T.</p> <p>2023 Yhdysvallat.</p> <p>Safety and functional integrity of continuous glucose monitoring sensors when used during radiologic procedures under high exposure conditions</p>	<p>Tutkittiin kolmea eri jatkuvatoimista glukoosin-seurantajärjestelmää diagnostisissa radiologisissa tutkimuksissa (röntgen, MRI ja TT-tutkimus).</p>	<p>Abott diabetes care Freestyle libre 1, libre 2 ja libre 3 glukoosin seuranta järjestelmät.</p>	<p>Seurantatutkimus</p>	<p>Kaikki sensorit läpäisivät niille asetetut hyväksymisperusteet. Säteilyannos ei aiheuttanut toimintahäiriötä sensoreille. Myöskään Magneettikuvauksella ei ollut merkittäviä negatiivisia vaikutuksia sensoreiden toimintaan tai turvallisuuteen.</p>
---	--	---	-------------------------	--

