



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

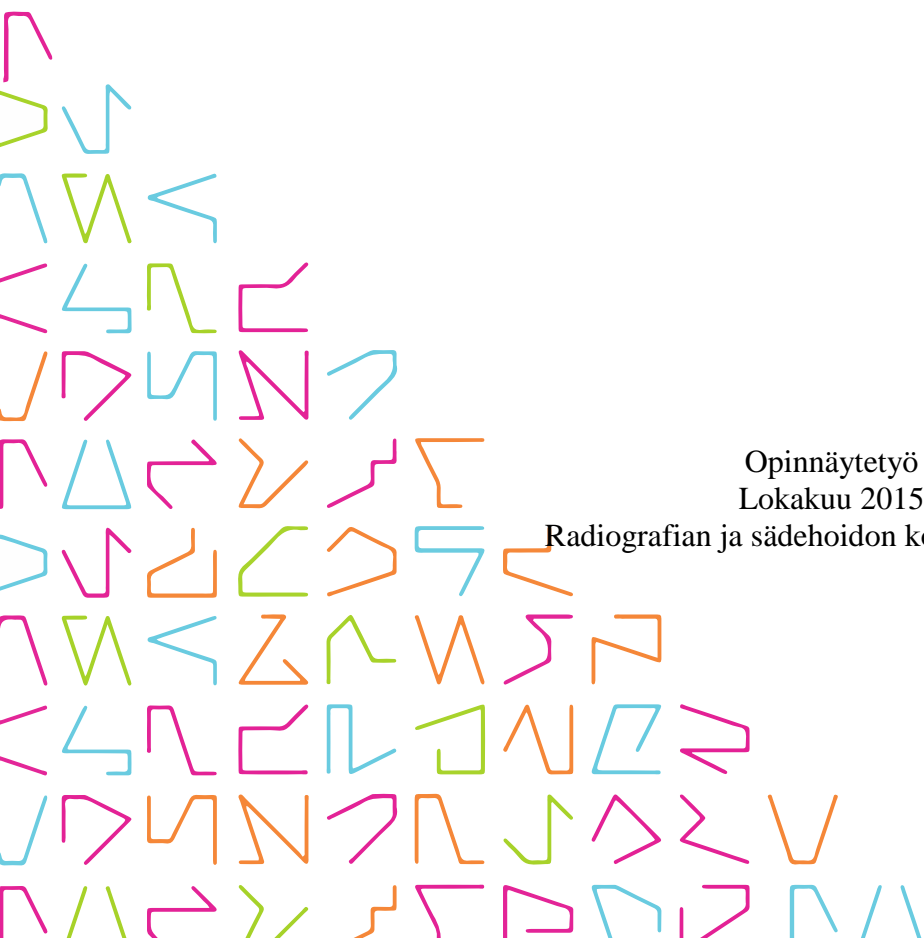
# KESKUSLASKIMOKATETRIEN SOVELTUVUUS VARJOAINEEN KÄYTTÖÖN TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSISSA

Krista Nikander

Anna-Sofia Toivakka

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2015

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

NIKANDER, KRISTA & TOIVAKKA, ANNA-SOFIA:

Keskuslaskimokatetrien soveltuvuus varjoaineen käyttöön tietokonetomografiatutkimuksissa

Opinnäytetyö 61 sivua, joista liitteitä 9 sivua  
Lokakuu 2015

---

Tietokonetomografiatutkimuksissa varjoaine annetaan potilaalle ensisijaisesti perifeerisen kanyylin kautta. Perifeerisen kanyylin asettaminen potilaalle saattaa joskus olla vaikeaa, jolloin voidaan harkita varjoaineen antoa keskuslaskimokatetrin kautta. Varjoaineen käyttö tietokonetomografiatutkimuksissa on tärkeää, koska sen avulla saadaan muuten huonosti erottuvat rakenteet paremmin näkyviin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä röntgenhoitajien tietoa erilaisten keskuslaskimoyhteyksien käytöstä. Tarkoituksena oli systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla kuvailla erilaisten keskuslaskimoyhteyksien soveltuvuutta varjoaineen käyttöön tietokonetomografiatutkimuksissa. Opinnäytetyön tutkimustehtävä oli selvittää: mitkä tekijät vaikuttavat siihen, että keskuslaskimokatetri soveltuu varjoaineruiskutukseen tietokonetomografiatutkimuksissa?

Aineiston analyysiin valikoitui 10 artikkelia, jotka analysoitiin teoriaohjaavalla sisällyslönanalyysillä. Keskuslaskimokatetrien varjoaineen ruiskutuksen soveltuvuuteen vaikuttavat tekijät jaettiin viiteen eri yläluokkaan: varjoaineen ruiskutukseen, keskuslaskimokatetrien ominaisuuksiin, henkilökunnan toimintaan ja potilaaseen liittyviin tekijöihin sekä käyttöön liittyviin riskitekijöihin.

Varjoaineen ruiskutus keskuslaskimokatetrin kautta on tulosten mukaan turvallista, mutta sitä ei ole suositeltavaa tehdä ilman keskuslaskimokatetrien valmistajien suosituksia. Turvallisuutta voidaan lisätä huomioimalla monia eri tekijöitä. Ruiskutusnopeutta ja -painetta voidaan tarvittaessa laskea, mutta tärkeää on huomioida riittävä varjoainetehostuma tutkimuksen onnistumisen kannalta. Keskuslaskimokatreja käytettäessä tulee huomioida keskuslaskimokatetrin käyttöikä ja materiaali, koska ne vaikuttavat sen kestävyys. Suurimmat riskit keskuslaskimokatetrin käytössä ovat keskuslaskimokatetrin hajoaminen tai dislokaatio varjoaineen ruiskutuksen seurauksena. Potilaalle ei yleensä aiheudu komplikaatioita. Henkilökunnan koulutus lisää varjoaineruiskutuksen turvallisuutta tietokonetomografiatutkimuksissa.

---

Asiasanat: tietokonetomografia, varjoaine, keskuslaskimokatetri.

## **ABSTRACT**

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

NIKANDER, KRISTA & TOIVAKKA, ANNA-SOFIA:

Feasibility of Central Venous Catheter for Contrast Media Injection during CT Examinations

Bachelor's thesis 61 pages, appendices 9 pages

October 2015

---

The aim of this study was to increase radiographers' knowledge of using central venous access during computed tomography examinations. The purpose of this study was to collect information on feasibility of central venous catheters during computed tomography examinations by using systematic literature review. The main question of this study was to determine which factors are essential when considering the use of central venous catheters for the power injection of contrast media.

The sample of the study consisted of 10 articles. The data were analyzed by means of qualitative content analysis. The results were divided into five upper categories: factors associated with contrast media, central venous catheters, staff, patient and risks.

The results reveal that it is safe to use central venous catheter using contrast media during computed tomography examination but it is not recommended without manufacturers' guidelines. There are many factors that should be noticed when using central venous catheters during computed tomography examinations. One of the main safety factors is to decrease the injection rate and pressure. The material and lifespan of a central venous catheter affect to its durability. The possible risks are that central venous catheter ruptures or dislocates caused by due to power injection. Usually the patients do not have any complications. Education of the staff is important when minimizing the risks.

---

Key words: computed tomography, contrast media, central venous catheter.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄT .....	6
3	NÄYTTÖÖN PERUSTUVUUS .....	7
	3.1 Näyttöön perustuvuuden lähtökohdat terveystieteissä.....	7
	3.2 Tutkimusnäytön haku .....	8
	3.3 Tutkimusnäytön arviointi.....	9
4	KESKUSLASKIMOYHTEYDET TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSISSA .....	11
	4.1 Laskimoyhteydet.....	11
	4.2 Keskuslaskimokatetrit.....	12
	4.3 Tietokonetomografiatutkimukset.....	16
	4.3.1 Varjoaineen käyttö .....	16
	4.3.2 Varjoaineen kemialliset ominaisuudet .....	17
	4.3.3 Paineinjektorit ja käsiruiskutus .....	19
5	SYSTEMAATTISEN KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTUS.....	21
	5.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus menetelmänä .....	21
	5.2 Aineiston keruu.....	22
	5.3 Aineiston analysointi .....	25
6	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET .....	28
	6.1 Varjoaineen ruiskutukseen liittyvät tekijät .....	29
	6.2 Keskuslaskimokatetriin ominaisuuksiin liittyvät tekijät .....	32
	6.3 Henkilökunnan toimintaan liittyvät tekijät .....	34
	6.4 Potilaaseen liittyvät tekijät.....	36
	6.5 Käyttöön liittyvät riskitekijät .....	38
7	POHDINTA.....	40
	7.1 Tulosten yhteenveto .....	40
	7.2 Opinnäytetyön luotettavuuden ja eettisyyden arvioiminen .....	43
	7.3 Opinnäytetyöprosessin arviointi ja oma oppimiskokemus .....	46
	LÄHTEET.....	48
	LIITTEET .....	53
	Liite 1. Opinnäytetyön aineisto .....	53
	Liite 2. Aineiston luokittelu.....	55

## 1 JOHDANTO

Parhaan ajan tasalla olevan tiedon arvioinnissa käytetään käsitettä näyttöön perustuvuus. Käsite ”näyttö” tarkoittaa todistetta ja todistusaineistoa. Suomessa alettiin laatia näyttöön perustuvia lääketieteellisiä hoitosuosituksia 1990-luvun loppupuolella. Niistä käytetään nimeä ”Käypä hoito”. (Lauri 2003, 3.) Näyttöön perustuvan toiminnan tarkoituksena on lisätä terveydenhuollon tuottavuutta ja vaikuttavuutta, turvata asiakaskeskeinen ja hyvä hoito sekä potilaan oikeudet (STM 2009, 33).

Tietokonetomografia on helposti saatava ja nopea tutkimus, jonka avulla voidaan tutkia huonokuntoinenkin potilas (Valenne 2005, 485). Vuonna 2011 Suomessa tehtiin 328 874 tietokonetomografiatutkimusta, joka on 9 % kaikista tehdyistä röntgentutkimuksista. Se vastaa noin 60 tietokonetomografiatutkimusta tuhatta asukasta kohti. Yleisimpiä tietokonetomografiatutkimuksia ovat pään, vartalon, vatsan ja thoraxin alueen tutkimukset. (Helasvuo 2013, 3, 12.) Tietokonetomografiatutkimuksissa voidaan käyttää suonensisäistä jodipitoista varjoainetta parantamaan kudosten kontrastia. Varjoaineen annossa käytettävä kanyyli on helpointa asettaa kyynärtaipeen, kyynärvarren tai kädenselän laskimoon. (Jensen & Peppers 2006, 100). Joskus perifeerisen kanyylin asettaminen on kuitenkin vaikeaa tai mahdotonta, jolloin varjoaine voidaan antaa keskuslaskimokatetrin kautta (Plumb & Murphy 2011).

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on lisätä röntgenhoitajien tietoa erilaisten keskuslaskimoyhteyksien käytöstä. Tarkoituksena on systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla kuvailla erilaisten keskuslaskimoyhteyksien soveltuvuutta varjoaineen käyttöön tietokonetomografiatutkimuksissa. Opinnäytetyö käsittelee perifeerisesti asetettua keskuslaskimokatetria, tunnelloitua ja tunnelloimatonta keskuslaskimokatetria sekä keskuslaskimoporttia. Kirjallisuudesta ei löydy kattavaa suomenkielistä tietoa muiden kuin perifeeristen laskimokanyylien käytöstä varjoainetutkimuksissa, minkä vuoksi aihe on tärkeä. Opinnäytetyön aihe saatiin yhteistyökumppanilta Argon Medicalilta.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄT

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä röntgenhoitajien tietoa erilaisten keskuslaskimoyhteyksien käytöstä. Tarkoituksena on systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla kuvailla erilaisten keskuslaskimoyhteyksien soveltuvuutta varjoaineen käyttöön tietokonetomografiatutkimuksissa.

Tutkimustehtävä:

1. Mitkä tekijät vaikuttavat siihen, että keskuslaskimokatetri soveltuu varjoaineruiskutukseen tietokonetomografiatutkimuksissa?

### 3 NÄYTTÖÖN PERUSTUVUUS

#### 3.1 Näyttöön perustuvuuden lähtökohdat terveystieteissä

Parhaan ajan tasalla olevan tiedon arvioinnissa ja käytössä potilaan, potilasryhmän tai väestön terveyttä ja hoitoa koskevissa päätöksissä ja itse toiminnan toteuttamisessa käytetään käsitettä näyttöön perustuvuus. Kaiken tämän perustana on käsite ”näyttö”, joka tarkoittaa todistetta ja todistusaineistoa. (Lauri 2003, 3.) Näyttö on siis jotain nähtävissä olevaa ja selvästi havaittavaa (Sarajärvi, Mattila & Rekola 2011, 11). Näyttöön perustuvuudella on monenlaisia määritelmiä, mutta useimmat niistä sisältävät seuraavat kolme asiaa: tutkimustieto, kliininen asiantuntijuus ja potilaan etu (Schmidt & Brown 2008, 3-4).

Suomessa alettiin laatia näyttöön perustuvia kansallisia lääketieteellisiä hoitosuosituksia 1990-luvun loppupuolella. Niistä käytetään nimeä ”Käypä hoito”. (Lauri 2003, 3; Sarajärvi ym. 2011, 16.) Näyttöön perustuva toiminta pyrkii käyttämään parasta saatavilla olevaa ajantasaista tutkimustietoa potilaan hoidossa, terveyden edistämisessä ja hänen läheistensä huomioimisessa (Sarajärvi ym. 2011, 11). Näyttöön perustuva toiminta jaetaan usein tieteellisesti havaittuun tutkimusnäyttöön, hyväksi havaittuun tutkimusnäyttöön ja kokemukseen perustuvaan näyttöön (Sarajärvi ym. 2011, 12).

Näyttöön perustuva radiografia voidaan jakaa kliiniseen asiantuntijuuteen, parhaaseen saatavilla olevaan tutkimusnäyttöön ja resursseihin sekä potilaan toiveisiin. Toimintamallien tulisi perustua hyvin suunniteltuihin ja suoritettuihin terveystieteellisiin tutkimuksiin. Radiografiassa paras ajankohtainen näyttö sisältää ALARA-periaatteen sekä asiantuntijuuden. Näyttöön perustuvan toiminnan ydin pohjautuu päätösten perusteluun parhaan saatavilla olevan ja arvioidun näytön avulla. Näyttöön perustuvalla toiminnalla mahdollistuu jatkuva oppiminen ja kehitys. (Metsälä ym. 2012, 5, 10.)

Terveydenhuollon toimintaympäristö muuttuu jatkuvasti, minkä vuoksi potilaat tulevat yhä tietoisemmiksi terveyteensä liittyvistä kysymyksistä ja hoitoaan koskevista päätöksistä (Sarajärvi ym. 2011, 15). Hoitajien odotetaan toimivan potilaiden puolestapuhujina varmistaen heidän oikeutensa (Schmidt & Brown 2008, 52). Näyttöön perustuvan toimin-

nan tarkoituksena on lisätä terveydenhuollon tuottavuutta ja vaikuttavuutta, turvata asiakaskeskeinen ja hyvä hoito sekä potilaan oikeudet. Näyttöön perustuva toiminta yhtenäistää potilaiden hoitoa ja eri toimintayksiköiden toimintatapoja. Terveystieteiden tutkimus tuottaa tietoa vaikuttavista toimintamenetelmistä ja niiden hyödyntämisestä käytännössä, johtamisessa ja koulutuksessa. (STM 2009, 33, 53–54; Sarajärvi ym. 2011, 10–11.) Tutkimusnäyttö voi parantaa hoitokäytäntöjä, kun kliinisessä työssä esiin nouseviin kysymyksiin löydetään vastauksia (Sarajärvi ym. 2011, 1, 16). Hoitokäytäntöjä pyritään muuttamaan niin, että osaaminen vastaa potilaiden tarpeisiin (Sarajärvi ym. 2011, 9).

Näyttöön perustuva terveystiede on vahvistumassa terveydenhuollon organisaatioiden ja hoitajien välisen yhteistyön vaikutuksesta. Näyttöön perustuva tieto leviää yksittäiseltä tutkijalta organisaatiotasolle, sieltä alueelliselle tasolle, kansalliselle tasolle ja ennen pitkää kansainväliselle tasolle. (Schmidt & Brown 2008, 33.) Hoitotyön huippuosaamisen edistämiseksi voidaan hyödyntää näyttöön perustuvaa tietoa muokkaamalla standardeja ja politiikkaa sekä lääketieteellisiä lomakkeita, ylläpitämällä vanhempien työntekijöiden ammattitaitoa koulutuksella sekä uusien työntekijöiden perehdytyksessä. (Schmidt & Brown 2008, 51.) Maailman terveysjärjestön yleiskokous kehotti kaikkia jäsenvaltioitaan hyväksymään näyttöön perustuvan lähestymistavan terveyden edistämiseksi politiikassa ja käytännössä (WHO 1998).

### **3.2 Tutkimusnäytön haku**

Tutkimus on suunniteltua ja systemaattista toimintaa, joka johtaa uuteen tietoon ja ratkoo ongelmia tai keksii ratkaisuja kysymyksiin. Hoitotyössä tutkimusta käytetään yleistämään, tarkentamaan ja arvioimaan uutta tietoa, mikä vaikuttaa käytännön hoitotyöhön. (Schmidt & Brown 2008, 11–12.) Tutkimusnäyttö on korkealaatuinen lähde käytännön suositusten ja ohjeiden perustelemiseen (Cullum ym. 2009, 1–2). Tutkimusnäytön lajeja ovat systemaattiset kirjallisuuskatsaukset, hoitosuosituksien, terveydenhuollon menetelmien arviointitieto, alkuperäistutkimukset, asiantuntija-artikkelit ja oppikirjat (Elomaa & Mikkola 2008, 18).

Tutkimuksen tuloksena syntyy tieteellistä tietoa. Tutkimustieto on koottu järjestelmällisesti ja sitä tarkastellaan kriittisesti. Tulos on selitettävä ja tulkittava, ennen kuin sitä voi-



daan kutsua tiedoksi. Tieteellisen tiedon kriteerejä ovat julkisuus, objektiivisuus, perusteltavuus ja kommunikoitavuus. Tiedon on oltava kaikkien saatavilla ja arvioitavissa. Tutkijan tulee toimia mahdollisimman ulkopuolisesti ja puolueettomasti. Tutkimustulokset täytyy voida todistaa paikkansa pitäviksi, mitä edistää esimerkiksi käytettyjen tietolähteiden merkitseminen. Tiedon tulee olla selkeää ja ymmärrettävää, jotta se on lukijan ymmärrettävissä. (Sarajärvi ym. 2011, 25–26.)

Kun toiminta perustuu näyttöön, tärkeää on löytää luotettavin ja ajankohtaisin tieto. Eri-laisia näytön lähteitä ovat muun muassa terveysalan viite- ja kokotekstitietokannat, www-sivut sekä julkaisut ja lehdet. (Salanterä & Hupli 2003, 21; Elomaa & Mikkola 2008, 23, 34.) Näyttöön perustuvassa hoitotyössä haku kannattaa rajata terveystieteiden viitetietokantoihin (Elomaa & Mikkola 2008, 61). Terveystieteellistä tietoa sisältäviä tietokantoja on useita. Esimerkiksi PubMed on Yhdysvalloissa perustettu viitetietokanta, jossa on kansainvälisiä lääketieteen ja muiden terveystieteiden alan lehtiä. (Salanterä & Hupli 2003, 23.) Cochrane Collaboration -tietokannassa julkaistaan kansainväliset moniammatilliseen yhteistyöhön perustuvat katsaukset. Cinahl on viitetietokanta, johon on kerätty kansainvälisiä artikkeleita. (McKibbon & Marks 2009, 38.)

### 3.3 Tutkimusnäytön arviointi

Tutkimuksesta saadun tiedon soveltuvuutta käytäntöön arvioidaan ja analysoidaan (Sarajärvi ym. 2011, 32). Näytön luotettavuuden arviointi vaatii ja edellyttää tietoja esimerkiksi tutkimusmenetelmistä, tilastotieteistä ja tiedonlähteistä. Erilaisen tiedon käyttö edellyttää tiedon lähteen, sisällön ja soveltuvuuden kriittistä arviointia. (Elomaa & Mikkola 2008, 61.) Näytön sisällön ja soveltuvuuden arvioinnissa tulee ottaa huomioon julkaisun kokonaisrakenteen selkeys, millä tavoin se on tehty, millaisia suosituksia tai vastauksia saatiin, mihin ne perustuvat, kuinka luotettavaa näyttö on ja miten näyttö soveltuu kyseessä olevaan tilanteeseen (Elomaa & Mikkola 2008, 62–63). Tutkimustiedon tulee olla peräisin asiantuntevilta kirjoittajilta, julkaistu luotettavassa lähteessä, kuten tieteenalan teoksissa tai lehdissä, ja oltava riittävän ajankohtaista. Tutkimuksen sisällön tulisi aina olla arvioitu kriittisesti. (Schmidt & Brown 2008, 84.)

Käytettäessä lehtiä tiedonlähteenä on tärkeää arvioida, onko lehti tieteellinen vai ammattijulkaisu. Lisäksi on arvioitava, mihin artikkelin tiedot perustuvat ja mikä on kirjoittajan

ammattillinen asiantuntevuus tai tieteellinen pätevyys kirjoittaa asiasta. (Elomaa & Mikkola 2008, 62.) Tietyissä lehdissä alan asiantuntijat tekevät artikkeleille esitarkastuksen (Salanterä & Hupli 2003, 21). Kirjoista saatava tieteellinen tieto on usein melko pysyvää (McKibbon & Marks 2009, 31). Uutta tietoa kuitenkin tuotetaan jatkuvasti lisää, minkä vuoksi kirjoja hyödynnettäessä on oltava kriittinen. Kirjojen tieto voi olla vanhentunutta, mikä rajoittaa niiden käyttöä tiedonlähteenä. (Salanterä & Hupli 2003, 21.)

Internet on mahdollistanut terveydenhuollon ammattilaisille pääsyn moniin arvokkaisiin tiedonlähteisiin. Internetin käytöstä tiedonlähteenä tulee olla kriittinen. (McKibbon & Marks 2009, 33–34.) Etenkin haku erilaisilla avoimilla hakukoneilla vaatii erityistä kriittisyyttä haun tuloksia kohtaan, koska sivustoilla voidaan julkaista mitä tahansa tietoa. Hakuja on suositeltavaa tehdä luotettavan ylläpitäjän sivustoilta, jolloin tulee selvittää, kuka on sivun ylläpitäjä, milloin sivua päivitetään ja kenelle kyseinen tieto on kohdistettu. Kun käytetään terveystieteiden tietokantoja, hakutulos rajautuu toiminnan kannalta oikeisiin aihealueisiin ja voidaan luottaa, että tietokannan viitteet ovat ainakin jonkinlaisen valvonnan läpikäyneitä. (Elomaa & Mikkola 2008, 61.)

Tutkimustiedon vahvuutta ja luotettavuutta kuvataan näytön asteilla (Sarajärvi ym. 2011, 12). Näytön asteen määrittämiseen on erilaisia tapoja. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön (2009, 56) mukaan näytön asteen arviointikriteerit jaetaan vahvaan, kohtalaiseen, niukkaan ja heikkoon tutkimusnäyttöön. Vahvaa näyttöä tuottavat useat menetelmällisesti tasokkaat ja tuloksiltaan samansuuntaiset tutkimukset. Kokeelliset tutkimusmenetelmät antavat vahvempaa näyttöä kuin esimerkiksi kuvailevat tutkimukset. Kohtalaista näyttöä saadaan ainakin yhdestä menetelmällisesti tasokkaasta tutkimuksesta tai useista kelvollisista tutkimuksista. Jos aiheesta on pääasiassa vain suuntaa antavaa tutkimusnäyttöä, näyttö on niukkaa. Asiantuntijoiden tulkintaan perustuva näyttö määritellään heikoksi. Heikko näyttö ei perustu tutkimustietoon. (Elomaa & Mikkola 2008, 15; STM 2009, 56.) Työkokemukseen ja havaintoihin perustuvat asiantuntijoiden mielipiteet tuottavat kuitenkin tärkeää näyttöä, kun tutkimusnäyttöä on saatavilla vähän tai ei ollenkaan (Sarajärvi ym. 2011, 13).

## 4 KESKUSLASKIMOYHTEYDET TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSISSA

### 4.1 Laskimoyhteydet

Laskimo on rakenteeltaan kolmikerroksinen ja neste kulkee siinä vain yhteen suuntaan. Laskimon uloin kerros on kaikista kerroksista paksuin. Keskimäinen kerros ohenee luumenin paineen ollessa matala, koska laskimo painuu kokoon. (Finlay 2004, 32–33.) Luumenilla tarkoitetaan usein onton elimen sisätilaa, eli tässä tarkoitetaan laskimon sisällä olevaa onttoa tilaa (Mäkelä & Lepäntalo 1997, 113; Lääketieteen termit 2015). Laskimon keskimäinen kerros on herkkä pH:n ja lämpötilan vaihteluille, kemikaaleille tai mekaaniselle ärsytykselle, mikä voi aiheuttaa verisuonen kouristuksen. Sisän verisuonen kerros on kaikista kerroksista haurain ja taipuvaisin vaurioitumaan laskimon kanyloinnissa. Sisän kerros mahdollistaa veren tasaisen virtauksen verenkiertojärjestelmässä. Se on myös herkkä pH:n, kemikaalien ja lämpötilan vaihteluille. (Finlay 2004, 32–33.)

Laskimoyhteyden kautta voidaan antaa nesteitä, lääkkeitä ja verituotteita suoraan verenkiertoon, seurata keskuslaskimopaineita ja sydämen toimintaa, tehdä munuaiskorvaushoitoja sekä diagnooseja ja toimenpiteitä esimerkiksi angiografiassa (Finlay 2004, 37; Lindén & Ilola 2013, 52). Laskimoyhteyden valinta riippuu potilaan hoidosta, sairauden vakavuudesta ja hoidon oletetusta kestosta. Pistokohdan valintaan vaikuttavat potilaan käytettävissä olevien laskimoiden kunto, pistämisen kiireellisyys, suonten koko ja joissakin tapauksissa potilaan omat toiveet. Kanylointi kannattaa tehdä mahdollisimman perifeerisesti eli kaukana potilaan keskustasta infektioriskin vuoksi. (Pratt ym. 2007, 39; Rautava-Nurmi ym. 2010, 123.) Suonensisäisen varjoaineen annossa kanyyli on helpointa asettaa kyynärtaipeen, kyynärvarren tai kädenselän laskimoon. Yleisimmin kanyloitavia laskimoita ovat käsivarren sisempi ja ulompi laskimo. (Jensen & Peppers 2006, 100, 104.)

Varjoainetta annettaessa laskimo voi puhjeta kovan paineen ja ruiskutusnopeuden vaikutuksesta. Laskimon puhkeaminen aiheuttaa ekstravasaation eli aineen tunkeutumisen verisuonen ulkopuoliseen kudokseen. Usein vauriot ovat pieniä ja helposti hoidettavissa. Vaikeassa turvotuksessa on kuitenkin vaarana ihon haavaumat ja pehmytkudosnekroosi. (Manner 2009, 61; Romans 2010, 71; ESUR Guidelines on Contrast Media 2012b.) Ekst-

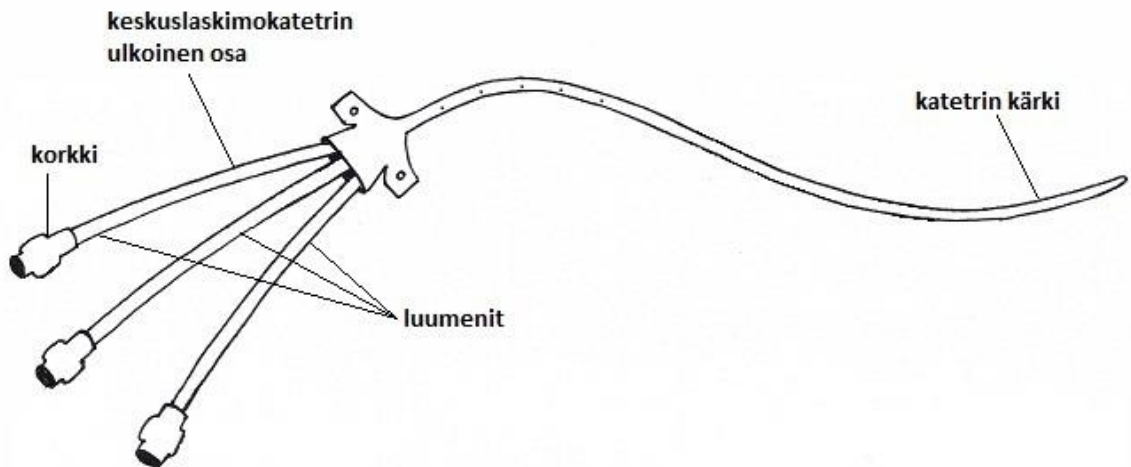
ravasaation estämiseksi kannattaa ennen varjoaineen antoa tehdä testiruiskutus keittosuolalla. Kanyyli suositellaan asetettavaksi mahdollisimman suureen laskimoon, joka kestää käytetyn ruiskutusaineen. (ESUR Guidelines on Contrast Media 2012b.)

## 4.2 Keskuslaskimokatetrit

Erityyppisiä keskuslaskimokatetreja käytetään teho- ja valvontaosastoilla, suurten leikkauksien yhteydessä sekä trauma- ja syöpäpotilaiden hoidossa. Keskuslaskimoon laitettava katetri valitaan käyttötarkoituksen mukaan. Keskuslaskimokatetrin käyttöindikaatioita ovat pitkäkestoisen nestehoidon ja parenteraalisen ravitsemuksen tarve, verisuoniin vaikuttavan lääkehoidon toteuttaminen, ääreislaskimoita ärsyttävien lääkkeiden tai nesteiden anto, hankala tai mahdoton perifeerisen kanyylin laitto ja keskuslaskimopaineen mittaaminen. (Kassara ym. 2006, 208; Duodecim 2011.) Pitkäaikaisissa hoidoissa kuten solunsalpaajahoidossa tai parenteraalisen ravitsemuksen tarpeessa voidaan käyttää erikoiskatetreja tai infuusioportteja (Rautava-Nurmi ym. 2010, 132).

Keskuslaskimokatetrin materiaali vaikuttaa sen kestävyYTEEN. Silikonisissa keskuslaskimokatetreissa on pienempi sisäinen lumen, joten ne eivät kestä kovaa ruiskutusnopeutta ja hajoavat helpommin paineen kasvaessa. Polyuretaani on vahvempaa kuin silikoni, mikä mahdollistaa ohuemmat lumenin seinät ja isomman lumenin halkaisijan, mikä puolestaan vähentää keskuslaskimokatetrin hajoamisen tai tukkeutumisen riskiä. (Dougherty 2006, 46.)

Keskuslaskimokatetrin valintaan vaikuttavat useat eri asiat. Luumeneita keskuslaskimokatetreissa on yhdestä viiteen. Kuva 1 esittää kolmeluumenista keskuslaskimokatetria. Luumenien määrä valitaan katetrin käyttötarkoituksen mukaan. Luumenien määrän lisääntyessä potilaan riski saada infektio suurenee. Keskuslaskimokatetri valitaan sen mukaan, mikä on potilaan hoidon kannalta välttämätöntä. (Duodecim 2011.)

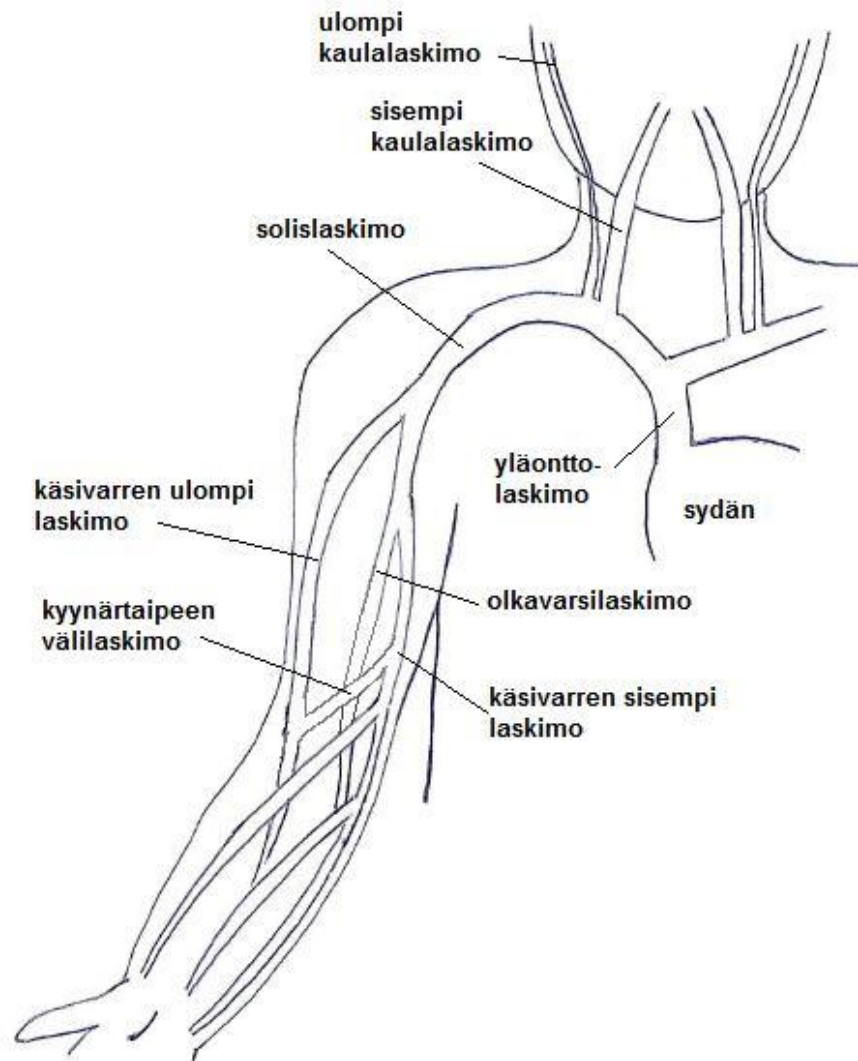


KUVA 1. Kolmeluumenisen keskuslaskimokatetrin osat (mukaillen Bard Access Systems 2015).

Keskuslaskimokatetrin materiaali vaikuttaa infektioiden esiintyvyyteen. Keskuslaskimokatetreja on päällystämättömiä tai päällystettyjä. Päällystetyillä keskuslaskimokatetreilla pyritään ehkäisemään mikrobien kulku iholta injektioporttiin. Keskuslaskimokatetrien pituudet vaihtelevat, ja etenkin lapsilla katetrin pituus valitaan potilaan koon mukaan. (Duodecim 2011.)

Katetrien halkaisijasta käytetään yleisesti kahta eri yksikköä, French (Fr) ja gauge (G). Molemmilla yksiköillä tarkoitetaan katetrin ulkohalkaisijaa. (Ruiter 2011.) Sovitun käytännön mukaan neuloista ja yksiluumenisista katetreista käytetään yksikköä gauge ja moniluumenisista katetreista käytetään yksikköä French. Kun käytetään yksikköä French, halkaisija kasvaa luvun kasvaessa, kun taas yksiköllä gauge halkaisija pienenee luvun kasvaessa. (Ahn, Bahk & Lim 2002.) Yhden Frenchin halkaisija on 0,33 mm, jolloin kolmen Frenchin halkaisija on noin 1,00 mm. Kolmen Frenchin halkaisija vastaa 19 gaugen halkaisijaa. (Ruiter 2011).

Keskuslaskimokateetri on turvallisinta laittaa sisempään kaulalaskimoon (kuva 2). Tavallisimmin käytettyjä suonia ovat sisempi kaulalaskimo, solislaskimo ja reisilaskimo. Keskuslaskimokatetrin kärki pyritään saamaan yläonttolaskimoon. Mikäli käytetään reisilaskimoa, kärki laitetaan alaonttolaskimoon. Reisilaskimoa käytetään hätätilanteessa tai jos potilaalla on jokin hyytymisongelma. Reisilaskimo sopii parhaiten keskuslaskimokatetrin lyhytaikaiseen käyttöön. (Duodecim 2011; Hoppu, Ahonen & Kuitunen 2013.) Perifeerisesti asetetuissa keskuslaskimokatetreissa (PICC) käytetään käsivarren laskimoa (Dougherty 2006, 5).



KUVA 2. Oikean käden ja kaulan laskimot (mukaillen Finlay 2004, 41).

CDC eli Centers for Disease Control and Prevention on tehnyt vuonna 2011 ohjeistuksen suonensisäisten infektioiden ennaltaehkäisystä. Ohjeet ovat kehitetty terveydenhuollon henkilöstölle. Ohjeistuksessa käsitellään neljää eri keskuslaskimokatetria, jotka on esitetty taulukossa 1. (O’Grady ym. 2011, 7–9, 22.) Taulukossa kerrotaan keskuslaskimokattorien materiaali, laskimo, luumenien määrä, katetrin pituus, käyttöaika, mahdolliset komplikaatiot ja käyttötarkoitus. Taulukon teossa on käytetty viittä eri lähdettä soveltuvien osien. (Dougherty 2006, 5, 46; Duodecim 2011, 20; O’Grady ym. 2011, 22; Ahonen & Kuitunen 2013; Hoppu 2013, 1001–1097.)

TAULUKKO 1. Keskuslaskimokatetrien ominaisuuksia

	<b>PICC ELI PERIFEERISESTI ASETETTU KESKUSLASKIMOKATETRI</b>	<b>TUNNELOITU KATETRI</b>	<b>TUNNELOIMATON KATETRI</b>	<b>IMPLANTOITU PORTTI</b>
<b>Materiaali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• polyuretaani</li> <li>• silikoni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• polyuretaani</li> <li>• silikoni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• polyuretaani</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porttiosa titaania tai muovia</li> <li>• katetri silikonia</li> </ul>
<b>Laskimo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• käsivarren ulompi tai sisempi laskimo</li> <li>• kynärtaipeen välilaskimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sisempi kaulalaskimo</li> <li>• solislaskimo</li> <li>• reisilaskimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sisempi kaulalaskimo</li> <li>• solislaskimo</li> <li>• reisilaskimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sisempi kaulalaskimo</li> <li>• solislaskimo</li> <li>• asennetaan ihon alle</li> </ul>
<b>Luumenit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1–2</li> <li>• 3 tehohoidossa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1–3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1–5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1–2</li> </ul>
<b>Pituus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 20cm</li> <li>• riippuu potilaan koosta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 8cm</li> <li>• riippuu potilaan koosta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 8cm</li> <li>• riippuu potilaan koosta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 8cm</li> <li>• riippuu potilaan koosta</li> </ul>
<b>Käyttöaika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2–12 kk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1–12 kk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10–14 vrk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1–12 kk</li> </ul>
<b>Mahdolliset komplikaatiot</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laskimotulehdus</li> <li>• infektiot</li> <li>• tromboosi</li> <li>• virheasento</li> <li>• tukkeutuminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• infektiot</li> <li>• tromboosi</li> <li>• tukkeutuminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tukkeutuminen</li> <li>• infektiot</li> <li>• tromboosi</li> <li>• ilmarinta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• infektiot</li> <li>• tromboosi</li> <li>• veren purkautuminen suonien ulkopuolelle</li> <li>• Twiddlerin syndrooma</li> </ul>
<b>Käyttötarkoitus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• parenteraalinen ravitus</li> <li>• syöpähoidot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pitkäaikainen lääke- tai parenteraalinen hoito erityisesti syöpäpotilailla</li> <li>• pitkäaikaisen munuaiskorvaushoitosten yhteydessä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ensiaputilanteet, leikkaukset ja tehohoito</li> <li>• lyhytaikaisen katetrin tarve</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ei suositella parenteraalissa ravituksessa</li> <li>• lääkehoidon toteuttaminen ja verinäytteiden ottaminen</li> </ul>

### 4.3 Tietokonetomografiatutkimukset

Tietokonetomografiatutkimuksella muodostetaan kolmiulotteisia leikekuvia kohteesta. Leikekuva saadaan aikaiseksi, kun kohde kuvataan röntgensäteilyllä useista eri kulmista. (Jurvelin 2005, 39.) Verrattuna tavallisiin kaksiulotteisiin kuviin, joissa elimet projisoituvat päällekkäin, kolmiulotteiset poikkileikekuvat tuottavat paljon yksityiskohtaisempaa tietoa elimistä. Kuvauksen aikana potilassänky liikkuu, ja röntgenlähde sekä detektori pyörivät potilaan ympäri. (Kalender 2005, 77.)

Tietokonetomografiatutkimus on suositeltavaa tehdä ilman varjoainetta vain tutkittaessa luonnostaan korkean kontrastin omaavia rakenteita, kuten luuta, keuhkokudosta, virtsaja sappikiviä sekä etsittäessä hematoomia eli verenpurkauksia (Prokop & Molen 2003, 84). Varjoaineen avulla voidaan saada paremmin esiin röntgenkuvauksella muuten huonosti näkyvät rakenteet, kuten verisuonet, munuaiset, maha-suolikanava ja sappitiet (Jensen & Peppers 2006, 64). Tietokonetomografiaan liittyy kuvausparametri, jota kutsutaan TT- tai Hounsfieldin luvuksi. TT-luku kuvaa jokaisen kuvasolua vastaavan absorptiokerroimen arvoa, minkä tietokonetomografialaite mittaa. Ilman TT-luku on -1000 ja veden nolla. (Jurvelin 2005, 40; Kalender 2005, 30.) Esimerkiksi pehmeän kudoksen, kuten rasvan ja lihaksen TT-luku vaihtelee -100 ja 60 välillä. Luiden kuorikerroksen TT-luku vaihtelee 250 ja 1000 välillä. (Hsieh 2003, 35.) Varjoaineen käyttö suurentaa TT-lukua, jolloin tutkittava kohde saadaan erottumaan paremmin muusta kudoksesta (Prokop & Molen 2003, 103).

#### 4.3.1 Varjoaineen käyttö

Kuvauskohteen mukaan varjoainetta voidaan juoda, annostella letkun kautta esimerkiksi suoleen tai ruiskuttaa boluksena verisuoneen. Varjoainetta voidaan myös antaa injektiona tutkittavaan kohteeseen, kuten niveliin. Lähes aina varjoaine ruiskutetaan laskimoon, mutta valtimoon ruiskutus on myös mahdollista. (Mustajoki & Kaukua 2008.) Yleisin tapa on antaa varjoaine nopeana boluksena kyynärtaipeen laskimosta (Jensen & Peppers 2006, 64). Ennen varjoaineen antoa tulee huolehtia, että potilas on identifioitu sekä aika, varjoaine, reitti ja varjoaineen määrä ovat oikein (Jensen & Peppers 2006, 100, 112).



Munuaisten toiminta voi vaikuttaa varjoaineen käyttöön tietokonetomografiatutkimuksissa. Varjoaine erittyy esteettä terveiden munuaisten kautta. Ennen varjoaineen antoa on tärkeää tietää munuaisten toimintakyky ja potilaan mahdollisesti käyttämät munuaisia kuormittavat lääkkeet. Potilaan tulisi olla hyvin nesteytetty. Munuaisten toiminta tarkistetaan aina ennen tutkimusta plasman kreatiniiniarvosta. (Tervahartiala 2005, 75.) Munuaisten toimintaa voidaan arvioida myös GFR-arvolla, joka lasketaan tarvittaessa ennen varjoaineen antoa (ESUR Guidelines on Contrast Media 2012a). Muita varjoaineen käyttöön vaikuttavia tekijöitä voivat olla potilaan varjoaineyliherkkyys ja kilpirauhassairaudet kuten kilpirauhasen liikatoiminta (Prokop & Molen 2003, 84–87).

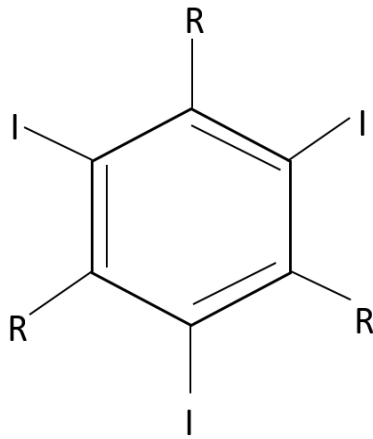
Varjoaine leviää ruiskutettaessa kaikkialle verenkiertoon ja sen jakautumistilavuus vaihtelee potilaan koon mukaan. Verisuonissa näkyvää tehostumaa voidaan parantaa lisäämällä varjoaineruiskutuksen nopeutta. (Sipola 2012, 90.) Varjoaine ruiskutetaan tietokonetomografiatutkimuksissa yleensä nopeudella 3–5 ml/s. Nopeimmin ja kirkkaimmin tehostuvat verekkäät kudokset. Potilaan saama annos lasketaan painon mukaan. Annos on yleensä 80–150 ml ja se sisältää 300–400 mg/ml jodia. (Tervahartiala 2005, 72.)

Hopper ym. (1997) tekivät tutkimuksen, jossa varjoaineen määrää pienennettiin korvaamalla osa varjoaineesta keittosuolalla. Tutkimuksessa selvitettiin tekniikan vaikutuksia kuvan laatuun. Tekniikka perustui siihen, että 150 ml varjoaineen sijaan käytettiin 100 ml varjoainetta ja 50 ml keittosuolaa. Keittosuolan käytön tarkoituksena on pitää annettava bolus yhtenäisenä ja näin hidastaa sen sekoittumista verenkierrossa. Tutkimuksessa todettiin, että käyttämällä keittosuolaa heti varjoaineruiskutuksen jälkeen kuvan laatu ei huonontunut, vaikka varjoaineen määrä olikin pienempi. Tekniikan hyötyjä ovat kustannustehokkuus ja potilaan saaman varjoainemäärän vähentäminen. (Hopper ym. 1997; Dorio ym. 2003.)

#### **4.3.2 Varjoaineen kemialliset ominaisuudet**

Tietokonetomografiatutkimuksissa käytettävä röntgenvarjoaine sisältää jodia. Jodi absorboi tehokkaasti säteilyä ja on tiheämpää kuin ihmisen pehmytkudokset ja elimet, joten se erottuu hyvin kudoksista ja soveltuu röntgenvarjoaineeksi. (Jensen & Peppers 2006, 64.) Varjoaineet voidaan luokitella monella eri tavalla niiden kemiallisen rakenteen mukaan

(kuva 3). Varjoainemolekyylien toiminnallisilla ryhmillä on erilainen kemiallinen rakenne, joten niiden ominaisuudet poikkeavat toisistaan. Merkittäviä rakenteesta seuraavia varjoaineen ominaisuuksia ovat viskositeetti, osmolaliteetti ja varauksellisuus. (Almén 1990; Voeltz ym. 2007, 3A.)



KUVA 3. Yksinkertaistettu varjoaineen kemiallinen rakenne. Varjoaine koostuu yhdestä tai useammasta bentseenirenkaasta, sivuketjujen toiminnallisista ryhmistä (R) ja jodista (I). (Speck 1999, 14–17; Voeltz ym. 2007, 2A.)

Viskositeetti on yksi varjoaineen ominaisuuksista, joka vaikuttaa sen käyttöön. Viskositeetilla tarkoitetaan nesteiden sitkeyttä tai tahmeutta. (Romans 2010, 53.) Se vaikuttaa olennaisesti injektionopeuteen (Speck 1999, 26). Varjoainemolekyylin koko vaikuttaa viskositeettiin. Molekyylin koon kasvaessa viskositeetti kasvaa. Nesteen lämpötila vaikuttaa viskositeettiin, joka on kääntäen verrannollinen virtausnopeudelle. (Voeltz ym. 2007, 1A–2A, 4A.) Varjoaineen viskositeetti laskee lämpötilan noustessa, minkä vuoksi tietokonetomografiatutkimuksissa varjoaine lämmitetään lämpökaapissa 37-asteiseksi ennen käyttöä (Fimea 2004, 1, 12). Matalan viskositeetin varjoaineiden käyttö parantaa kontrastia sekä turvallisuutta mahdollistamalla suuremman virtausnopeuden pienemmällä ruiskutuspainella (Voeltz ym. 2007, 8A).

Suurin osa lääkkeistä on veren kanssa isotonisia eli niissä on sama määrä partikkeleita kuin veressä. Varjoaineissa partikkeleita voi olla jopa seitsemän kertaa enemmän kuin veressä. (Romans 2010, 52–53.) Osmolaliteetilla tarkoitetaan liuenneiden partikkeleiden määrää liuoksessa ja sen yksikkö on lääketieteessä mOsm/kg. Normaali veren osmolaliteetti on 280–295 mOsm/kg. (Voeltz ym. 2007, 1A.) Osmolariteetti tarkoittaa liuenneiden

partikkeleiden määrää litraa kohden ja sen yksikkö on mOsm/l. Veren plasmassa on lukuisia eri partikkeleita, kuten proteiineja, glukoosia ja lipideitä, minkä vuoksi ero osmolalisuuden ja osmolarisuuden välillä on merkittävämpi. Varjoaineiden osmolaliteetti vaihtelee 290–2016 mOsm/kg välillä. (Voeltz ym. 2007, 2A.)

Hyperosmolaalinen varjoaine voi aiheuttaa verenkierrossa nesteen kulkeutumisen verisuonen ulkopuolelta suonen sisäpuolelle, koska osmoosin seurauksena suonensisäinen ja suonen ulkopuolinen väkevyys tasapainottuu. Lopulta suonen sisäinen hydrostaattinen paine kasvaa, mikä aiheuttaa hättävaihtuksia sydämelle ja munuaisille. (Jensen & Peppers 2006, 65–66.) Tämän vuoksi on suositeltavaa käyttää hypo-osmolaalisia varjoainevalmisteita (Romans 2010, 53).

Varjoaineet voidaan luokitella niiden varauksellisuuden tai varauksettomuuden mukaan. Varauksettomat ja varaukselliset varjoaineet reagoivat kemiallisen rakenteensa vuoksi eri tavalla, kun ne liuotetaan veteen. Varauksellisten varjoaineiden molekyylit hajoavat vesiliuoksessa. Varauksettomat varjoaineet eivät hajoa vesiliuoksessa, vaan koko molekyyli säilyy ennallaan. (Romans 2010, 53.) Varjoaineen bentseenirenkaan rakenne ja sen sivuryhmät vaikuttavat varauksellisuuteen (Voeltz ym. 2007, 1A). Varauksellisilla varjoaineilla vesiliukoisuus saavutetaan karboksyyli-ryhmällä (Almén 1990). Nykyisin käytössä olevat yhdisteet ovat varauksettomia yhdisteitä (Voeltz ym. 2007, 1A).

### 4.3.3 Paineinjektorit ja käsiruiskutus

Varjoaine voidaan ruiskuttaa tietokonetomografiatutkimuksissa boluksena paineinjektorin avulla tai käsiruiskutuksena. Käsiruiskutuksen haittapuolia ovat henkilökunnan saama sädealtistus, ruiskutuksen työläys, toistettavuuden heikkous ja kahden työntekijän tarve. Lisäksi vaativampien tutkimusten edellyttämät monivaiheruiskutukset eivät onnistu käsiruiskutuksella. Käsiruiskutuksen etuna on, että ruiskutuksen voi lopettaa haluamallaan hetkellä ja henkilökunta pystyy tarkkailemaan injektiokohtaa. Käsiruiskutukseen ei tarvita erityisiä välineitä, joten se on edullinen vaihtoehto. (Romans 2010, 70–71.)

Paineinjektorin etuja ovat muun muassa ruiskutuksen toistettavuus, varjoaineen tasainen virtaus, ruiskutusohjelmat eri elimille, varjoaineen lämmön ylläpito ja keittosuolaboluksen käytön mahdollisuus heti ruiskutuksen jälkeen. Tämän vuoksi paineinjektorin käyttö

on vakiintunut tapa. Injektoreissa voi olla yksi tai kaksi ruiskutuspäätä, jolloin toisen ruiskun avulla keittosuola voidaan ruiskuttaa heti varjoaineen perään. Injektoreissa on erilaisia turvallisuusominaisuuksia, kuten ekstravasaation havaitseminen. Injektorissa voi olla myös esimerkiksi painerajoitus, jossa ruiskutusnopeus hidastuu paineen noustessa liian korkeaksi. (Romans 2010, 70–71.)

Paineinjektorin käyttö varjoaineen antoon laskimonsisäisesti on tutkimusten mukaan turvallinen vaihtoehto käsiruiskutukselle. Milesin tutkimuksessa (1990) paineinjektorilla suoritettiin 0,5–5,0 ml/s nopeudella 5280 injektiota, joista kuudesta aiheutui ekstravasaatiota. Yhdestäkään ei aiheutunut jälkihaittoja. Paineinjektorin komplikaatoriski on tutkimuksen mukaan 0,1 %. (Miles 1990, 69.) Federlen (1998) tutkimuksessa 5016 henkilölle ruiskutettiin mekaanisella paineruiskulla varjoainetta. Injektionopeuksien keskiarvo oli 2,8 ml/s. Kaikista injektioista 0,9 %:ssa potilaalla ilmeni ekstravasaatiota. Yhdellekään potilaalle ei seurannut vakavia tai pitkäaikaisia haittavaikutuksia. Ekstravasaatiota ilmenee useammin, kun varjoainetta ruiskutetaan injektorilla käsiruiskutuksen sijaan. Ruiskutusnopeuden ja ekstravasaation välillä ei kuitenkaan ole riippuvuutta. (Federle 1998.)

Paineinjektorin käytössä on huomioitava kaikkien käytettävien tuotteiden painerajat. Katetrien, kanyyliin ja letkujen liittimien on oltava yhteensopivia paineinjektorin kanssa. (Eakle & Lange 2013.) Paineen SI-järjestelmän mukainen yksikkö on pascal (Pa). Yksi pascal on paine, jonka yhden newtonin suuruinen voima aiheuttaa neliömetrin pinta-alalle. Kaasun ja nesteen paineesta puhuttaessa käytetään yksikköä baari (bar), joka vastaa 100 kPa. (Suomen standardisoimisliitto 2001, 17; Saxholm & Rantanen 2011, 6.) Psi eli naula neliötuumaa kohti on paineen yksikkö, jota käytetään erityisesti Yhdysvalloissa. Yksi psi on 6,894 kPa. (Suomen standardisoimisliitto 2001, 28.)

Markkinoilla on keskuslaskimokatetreja, jotka on hyväksytty paineinjektorin käyttöön. Niihin on merkittynä rajat joko paineensietokyvylle tai ruiskutusnopeudelle. Rajat ovat useimmiten merkittynä psi-yksikkönä tai ml/s -merkinnöillä. Monilla paineruiskutukseen soveltuvilla tuotteilla paineensietoraja on 300 psi. (LSU Health Shreveport 2012; Bard Access Systems 2015; Navilyst Medical 2015.)

## 5 SYSTEMAATTISEN KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTUS

### 5.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus menetelmänä

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan tutkia olemassa olevia tarkasti valikoituja ja rajattuja tutkimuksia ja syventää niiden avulla tietoa tutkittavasta ilmiöstä (Johansson 2007, 4; Tuomi & Sarajärvi 2009, 123). Menetelmän päämääränä on koota aineistosta tietoa mahdollisimman kattavasti (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 46). Kirjallisuuskatsauksen lähtökohtana on ongelma, jonka ratkaisemiseksi haetaan tietoa. Aiheen sisältämät käsitteet määritellään ja ne muunnellaan hakusanoiksi. Hakusanoja valittaessa on tärkeää ajatella niiden yhdistelemistä, synonyymeja, rinnakkaistermejä ja rajausta. (Elomaa & Mikkola 2008, 35.) Haku kannattaa aloittaa laajoista käsitteistä, ja vähitellen rajata hakusanoja tarkemmiksi (Salanterä & Hupli 2003, 28).

Systemaattiseen tiedonhakuun kuuluu olennaisesti eri vaiheet (Elomaa & Mikkola 2008, 35). Tiedonhaun vaiheet on kirjattava tarkasti, jotta haku olisi toistettavissa. Hakumenetelmien ja tietokantojen kattavuus on tärkeää huomioida. (Sarajärvi ym. 2011, 30, 32.) Näyttöön perustuvassa tiedonhaussa on keskeistä, mistä ja millaista näyttöä haetaan. Potilastyössä haku kannattaa rajoittaa terveystieteiden viitetietokantoihin. (Elomaa & Mikkola 2008, 13, 61.)

Aineiston keruussa tulee käyttää tarkkoja sisäänotto- ja poissulkukriteereitä (Johansson 2007, 6). Artikkeleiden valinnassa kannattaa ensin tarkastella pelkät otsikot, joiden perusteella voidaan tehdä ensimmäinen karsinta. Seuraava karsinta voidaan tehdä tiivistelmien perusteella. Tiivistelmien perusteella valitaan sopivat artikkelit. (Salanterä & Hupli 2003, 30.) Viimeiseksi arvioidaan hakutulosten soveltuvuus käytäntöön (Sarajärvi ym. 2011, 30, 32).

Tietokantahaun lisäksi tehokas aineistonkeruukeino on aikaisemman aineiston perusteella haettu uusi aineisto (citation chasing). Hyvässä tutkimuksessa tai artikkelissa käytettyjä lähteitä voidaan hyödyntää etsimällä niistä tutkimusaiheeseen liittyvää uutta aineistoa. Hakutekniikalla voidaan löytää myös aikaisempaa kirjallisuutta aiheesta. (Mileham 2008, 91.)

Tiedonhaun onnistuminen edellyttää hyvää suunnittelua, huolellisuutta ja kurinalaista toteutusta, jotta tulokset olisivat luotettavia ja vääristymättömiä (Salanterä & Hupli 2003, 24–25). Valitun aineiston laatua ja luotettavuutta arvioidaan, jotta kirjallisuuskatsauksen tulokset olisivat relevantteja. Opinnäytetyön tekijöitä tulisi olla kaksi tutkimuksen luotettavuuden lisäämiseksi. (Johansson 2007, 6; Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 49–50.)

## 5.2 Aineiston keruu

Opinnäytetyön aineisto valittiin tietokannoista opinnäytetyön tutkimustehtävän perusteella. Koehakuja tehtiin syksyllä 2014 informaation avustuksella ja itsenäisesti ennen varsinaisia hakuja. Koehaut tehtiin neljästä eri tietokannasta, joita olivat PubMed, Cinahl, ProQuest ja Cochrane. Koehakujen perusteella Cochrane jätettiin pois varsinaisesta tietokantahausta, koska sieltä ei löytynyt aineistoa. Koehauissa käytetyt tietokannat ovat terveystieteiden kansainvälisiä viitetietokantoja, joista löytyy artikkeleita ja tutkimuksia. Koehaut tehtiin hakusanoilla contrast media, central venous catheter ja computed tomography. Koehakuja tehtiin myös muilla hakusanoilla, kuten CVC, central venous access devices, PICC, peripherally inserted central catheter, tunneled catheter, non-tunneled catheter, implanted port, power injectable central lines ja non-power injectable central lines.

Varsinaiset tietokantahaut toteutettiin 26.1.2015–15.2.2015. PubMed – tietokannasta löydettiin 36 artikkelia, joista otsikoiden perusteella 19 valittiin mukaan. Cinahl -tietokannasta tuloksia saatiin kolme, joista otsikoiden tarkastelun jälkeen kaikki otettiin mukaan. ProQuest – tietokannasta saatiin 51 tulosta, joista kaksi valittiin mukaan. Käytetyt hakusanojen yhdistelmät on esitetty taulukossa 2. Kaikilla käytetyillä hakusanoilla ei saatu aineistoa. Samoja artikkeleita löytyi myös käyttämällä useita hakusanoja.

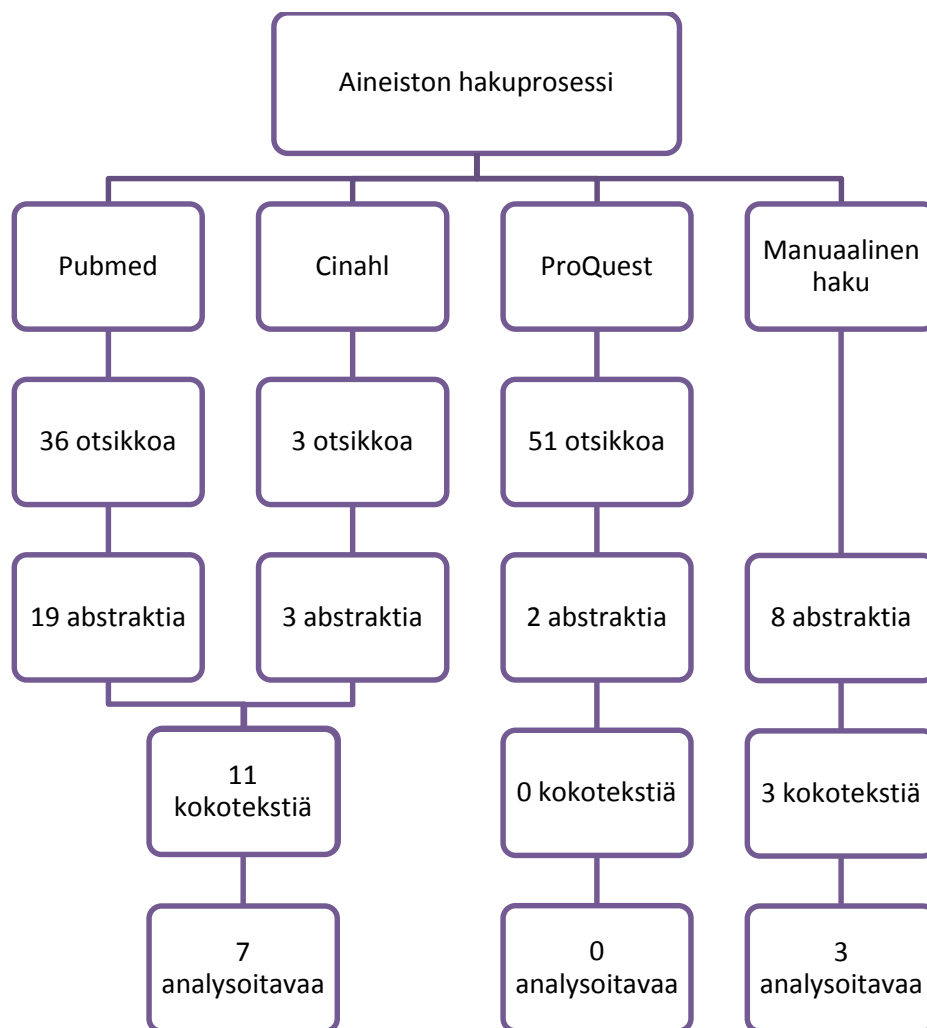
TAULUKKO 2. Käytetyt hakusanat

Hakusanat		Tulokset
<b>computed tomography</b> <b>AND contrast media</b>	AND central venous catheter	20
	AND CVC	0
	AND central venous access devices	0
	AND PICC	0
	AND peripherally inserted central catheter	3
	AND tunneled catheter	1
	AND non-tunneled catheter	0
	AND implanted port	2
	AND power injectable central lines	0
	AND non-power injectable central lines	0

Aineisto valitaan etukäteen laadittujen sisäänotto- ja poissulkukriteerien perusteella (Johansson 2007, 6–7). Opinnäytetyön sisäänottokriteereinä olivat enintään kymmenen vuotta vanhat tieteelliset artikkelit, jotka olivat saatavilla englanninkielellä. Ensisijaisesti käytettiin hakutuloksia, joista oli saatavana kokotekstit. Otsikon perusteella aineistoa valittaessa kriteerinä oli, että siinä esiintyi ainakin kaksi seuraavista termeistä: varjoaine, tietokonetomografiatutkimus tai keskuslaskimoyhteys.

Poissulkevia kriteereitä olivat aineiston maksullisuus tai muu kuin englanninkielisyys. Aineistosta jätettiin pois myös sellaiset artikkelit, jotka eivät käsitelleet valittuja laskimoyhteyksiä tai tietokonetomografiatutkimuksissa tehtävää varjoaineruiskutusta, olivat yli kymmenen vuotta vanhoja tai jotka olivat tiivistelmiä kokonaisista artikkeleista. Sisäänotto- ja poissulkukriteerien perusteella aineistoon valittiin yhteensä 21 artikkelia. Cinahl-tietokannasta löytyivät samat artikkelit kuin PubMedistä.

Valituista 21 artikkelista abstraktin perusteella mukaan otettiin 11 artikkelia. Kokoteksteistä aineistoon valittiin seitsemän artikkelia. Aineiston vähäisyyden vuoksi hakua päätettiin jatkamaan manuaalisesti. Manuaalinen haku toteutettiin citation chasing -hakutekniikalla, jossa aikaisemmissa artikkeleissa käytettyjä lähteitä hyödynnettiin uuden aineiston etsinnässä. Manuaalisessa haussa mukaan hyväksyttiin artikkeleita myös sisäänotto- ja poissulkukriteerien ulkopuolelta. Artikkelit olivat enintään 20 vuotta vanhoja ja käsitelivät tutkittua aihetta. Aineiston valinnassa käytettiin muutoin samoja sisäänotto- ja poissulkukriteerejä kuin tietokantahaussa. Manuaalisella haulla mukaan valittiin 3 analysoitavaa artikkelia. Aineiston hakuprosessi kokonaisuudessaan on kuvattu kuviossa 1.



KUVIO 1. Aineiston hakuprosessi



### 5.3 Aineiston analysointi

Aineisto analysoitiin sisällönanalyysillä, jolla pyritään saamaan tutkittavasta ilmiöstä kuvaus tiivistetyssä ja yleisessä muodossa. Sisällönanalyysillä aineisto saadaan järjestettyä johtopäätösten tekoa varten. Ensin aineisto hajotetaan osiin, jonka jälkeen se käsitteellistetään ja kootaan uudelleenlaiseksi kokonaisuudeksi. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 103, 108.) Opinnäytetyön aineisto analysoitiin teoriaohjaavalla sisällönanalyysimenetelmällä.

Teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä aineiston analysointi tehdään ensin aineistolähtöisesti, ja analyysin edetessä tuodaan teoriasta käsitteitä ohjaamaan analyysiä (Tuomi & Sarajärvi 2009, 117). Teoriaohjaavan sisällönanalyysin avulla pystytään ratkaisemaan aineistolähtöisen analyysin ongelmia (Tuomi & Sarajärvi 2009, 97). Aikaisempi tieto ohjaa aineiston analyysiä, jolloin analyysistä tulee ilmi aikaisemman tiedon vaikutus (Tuomi & Sarajärvi 2009, 97, 117). Teoriaohjaavan ja aineistolähtöisen analyysitavan ero syntyy siitä, miten abstrahoinnissa empiirinen aineisto liitetään teoreettisiin käsitteisiin (Tuomi & Sarajärvi 2009, 117). Teoreettisen viitekehyksen perusteella aineistoa analysoitiin teoriaohjaavasti varjoaineen ja keskuslaskimokatetrien osalta. Myös henkilökunnan toimintaan ja käytön riskeihin liittyviä tekijöitä analysoitiin teoriaohjaavasti. Aineistosta nousi kuitenkin esiin myös uusia tekijöitä, jotka analysoitiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä.

Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä muodostetaan uutta teorian tietoa aineiston pelkistämällä, ryhmittelyllä ja käsitteellistämällä (Tuomi & Sarajärvi 2009, 108). Aineisto puretaan ensin osiin, jonka jälkeen sisällöllisesti samankaltaiset asiat yhdistetään. Tämän jälkeen aineisto tiivistetään kokonaisuudeksi niin, että se vastaa tutkimuksen tarkoitusta ja tutkimustehtäviä. Analyysin avulla pyritään siis kuvaamaan tutkittua ilmiötä tiivistetyssä muodossa. (Kylmä & Juvakka 2007, 112–116.) Kuviossa 2 on esitetty analyysin päävaiheet.



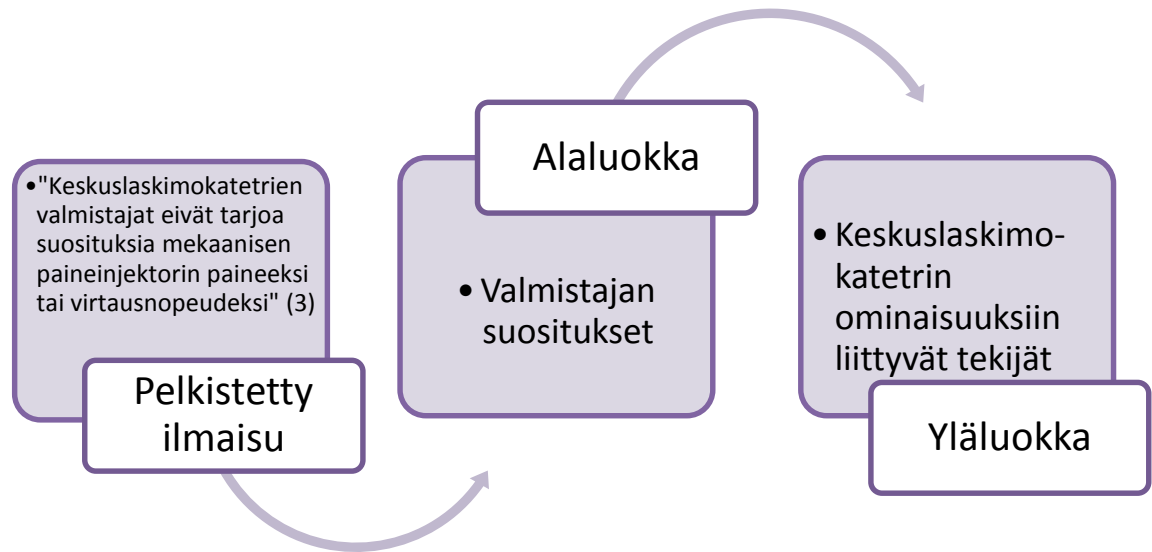
KUVIO 2. Analyysin päävaiheet (mukaillen Kylmä & Juvakka 2007, 116, 120).

Redusoinnissa eli aineistoa pelkistämällä saatu aineisto kirjoitetaan auki, ja sieltä poistetaan kaikki epäolennaiset asiat (Tuomi & Sarajärvi 2009, 109). Seuraavassa vaiheessa pelkistetyt käsitteet kootaan erilliselle listalle. Käsitteiden ryhmittelystä käytetään nimitystä klusterointi. Tämän jälkeen pelkistetyistä käsitteistä etsitään sisällöllisesti samankaltaisia käsitteitä, jotka voidaan yhdistää samaan luokkaan. Yhdistämisen jälkeen luokat nimetään niin, että se kattaa kaikki sen alle tulevat käsitteet. Ryhmittelyssä voi muodostua ylä- ja alaluokkia. (Kylmä & Juvakka 2007, 118.)

Klusteroinnin jälkeen aineisto abstrahoidaan eli luodaan teoreettisia käsitteitä aineistosta (Tuomi & Sarajärvi 2009, 109). Abstrahoidut lauseet pyritään luomaan mahdollisimman pelkistetyiksi ja niiden tarkoituksena on esittää aiheen olennainen sisältö (Virtanen & Salanterä 2007, 74). Abstrahointia jatketaan yhdistelemällä käsitteitä niin kauan, kuin se on sisällön kannalta mahdollista. Käsitteitä yhdistelemällä saadaan vastaus tutkimustehtäviin. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 111–112.)

Opinnäytetyön aineiston pelkistäminen tapahtui etsimällä vastausta kysymykseen ”Mitkä tekijät vaikuttavat siihen, että keskuslaskimokatetri soveltuu varjoaineruiskutukseen tietokonetomografiatutkimuksissa?”. Esiin nousseet ilmaisut alleviivattiin erivärisillä värikynillä. Molemmat opinnäytetyön tekijät lukivat aineiston läpi useaan kertaan ja tekivät merkinnät artikkeleihin itsenäisesti. Ilmaisut suomennettiin yhdessä ja pelkistetyt käsitteet koottiin listoiksi paperille. Alaluokat luotiin kokoamalla samanlaiset käsitteet yhteen. Alaluokat nimettiin niin, että ne kattoivat kaikki niiden alle jäävät käsitteet. Opinnäytetyöntekijät pohtivat yhdessä alaluokkien samankaltaisuuksia ja määrittelivät niistä laajemmat yläluokat. Yläluokkia saatiin kaiken kaikkiaan viisi. Yläluokista saatuja käsitteitä

yhdistelemällä luotiin pääluokka, joka yhdistää kaikki käsitteet. Esimerkki ryhmittelystä on esitetty kuviossa 3.

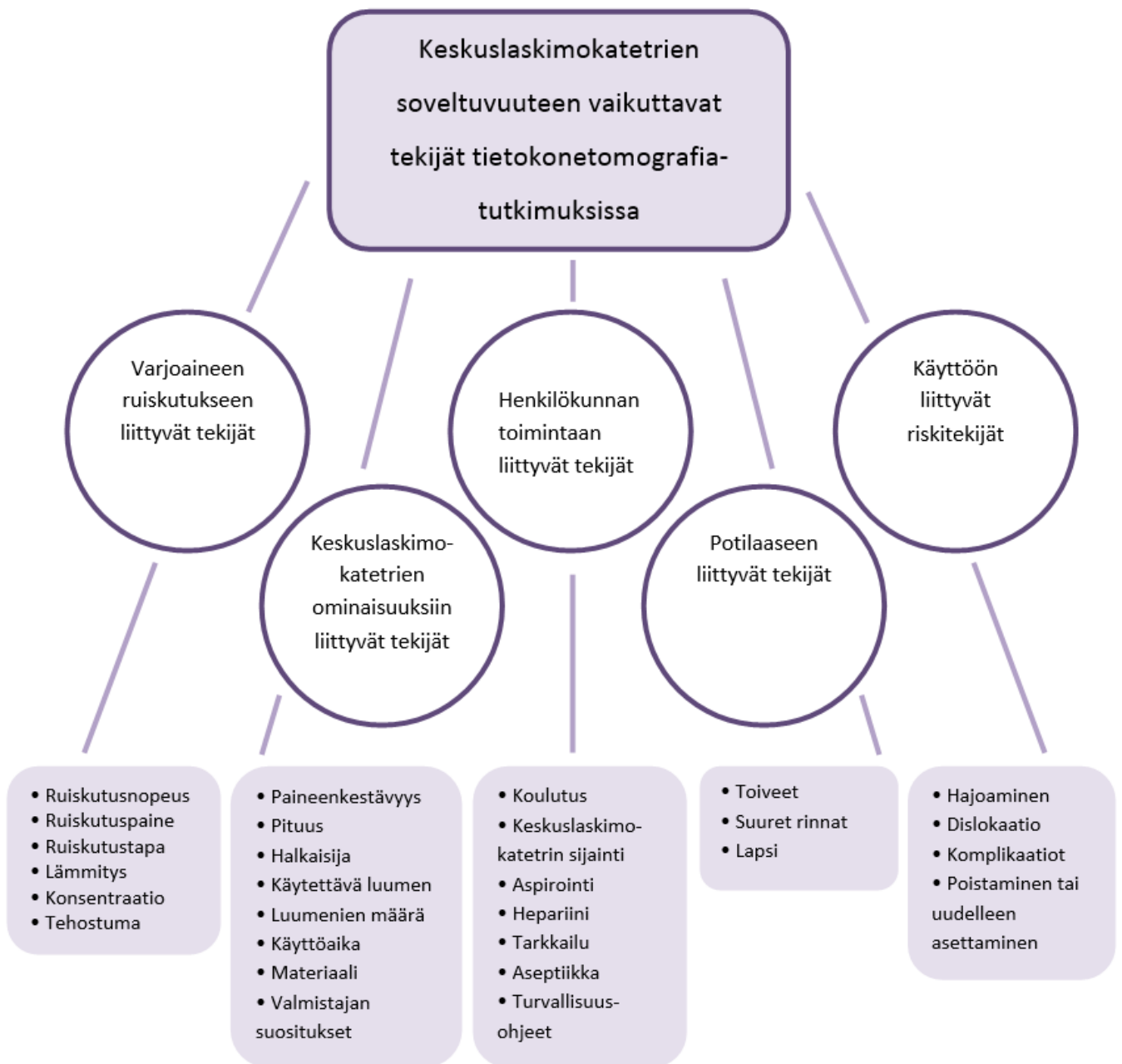


KUVIO 3. Esimerkki ryhmittelystä

## 6 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET

Aineisto koostuu yhteensä 10 kansainvälisestä artikkelista. Niistä viisi on julkaistu Yhdysvalloissa, kolme Saksassa ja kaksi Iso-Britanniassa. Artikkelit ovat vuosilta 1997–2012. Eniten niitä on vuodelta 2012. Artikkelit käsittelevät varjoaineen ruiskutusta eri keskuslaskimoyhteyksien kautta tietokonetomografiatutkimuksissa. Useissa artikkeleissa käsitellään useampaa kuin yhtä laskimoyhteyttä. Artikkeleista seitsemässä käsitellään perinteisiä keskuslaskimokatetreja, neljässä perifeerisesti asetettuja keskuslaskimokatetreja ja neljässä keskuslaskimoportteja. Artikkeleiden tutkimustulokset on saatu pääsääntöisesti testaamalla Arrow-, Bard- ja Cook-merkkisiä keskuslaskimokatetreja. Tutkimukset kohdistuvat sekä aikuis- että lapsipotilaisiin. Yksi artikkeleista on kirjallisuuskatsaus, ja muiden artikkeleiden tulokset on saatu testaamalla keskuslaskimokatetreja joko potilastutkimuksissa (in vivo) tai testiolosuhteissa (in vitro).

Keskuslaskimoyhteyden käytön soveltavuuteen vaikuttavat tekijät on eritelty luokittain (kuvio 4). Yläluokat ovat varjoaineen ruiskutukseen liittyvät tekijät, keskuslaskimokatetrien ominaisuuksiin liittyvät tekijät, henkilökunnan toimintaan liittyvät tekijät, potilaaseen liittyvät tekijät ja käyttöön liittyvät riskitekijät. Yläluokat on jaettu alaluokkiin. Kunkin luokitukseen on tehty havainnollistava kuvio. Aineiston artikkelit (liite 1) on numeroitu tekijän nimen mukaan aakkosjärjestykseen, ja artikkeliin viitattaessa käytetään sen järjestyslukua lähdemerkintöjen yksinkertaistamiseksi. Manuaalisella haulla kerätty aineisto on numerojärjestyksessä viimeisenä.



KUVIO 4. Aineiston luokittelu

### 6.1 Varjoaineen ruiskutukseen liittyvät tekijät

Varjoaineen ruiskutukseen liittyvät tekijät (kuvio 5) ovat merkittäviä, kun arvioidaan keskuslaskimokatetrien soveltavuutta tietokonetomografiatutkimuksiin. *Ruiskutusnopeus* (5; 8) ja ruiskutuksessa syntyvä *paine* (1; 4; 6; 8; 9; 10) vaikuttavat katettrin kestävyteen. Ruiskutusnopeuden kasvaessa paine kasvaa, mikä voi aiheuttaa katettrin vaurioitumisen. Sen vuoksi keskuslaskimokatetreja käytettäessä ruiskutusnopeutta voidaan laskea. (5; 8.)

Ruiskutusnopeudet vaihtelivat noin 3–9 ml/s (1; 2; 3; 4; 7; 10). Esimerkiksi kaksiluume-nisella 7 Frenchin (Fr) keskuslaskimokatetreilla ruiskutusnopeudet olivat 2–3 ml/s suu-reen luumeniin ja 1–1,4 ml/s pieneen luumeniin. Halkaisijaltaan 6,6 Fr keskuslaskimoka-tetriin ruiskutettiin varjoainetta 0,7–1,2 ml/s nopeudella. Sen sijaan 4,2 Fr keskuslaski-mokatetri ei kestänyt yli 0,2 ml/s ruiskutusnopeuksia. Perifeerisesti asetetuilla halkaisijal-taan 3–4 Fr keskuslaskimokatetreilla ruiskutusnopeudet olivat 0,2–0,4 ml/s ja 0,8–1,2 ml/s. Keskuslaskimoportin todettiin kestävän jopa 9 ml/s ruiskutusnopeus. (9.) Paineen-kestävillä keskuslaskimoporteilla käytettiin ruiskutusnopeutta 5 ml/s, kun käytössä oli 19 G tai 20 G neula. 22 G neulalla käytettiin ruiskutusnopeutta 2 ml/s. (7.) Hertsin ym. (8) mukaan varjoainetta ruiskutettiin paineinjektorilla valmistajan suositusten mukaisilla no-peuksilla 1,5–2,4 ml/s kaikissa tietokonetomografiatutkimuksissa.

Paineinjektoreita käytettäessä on suositeltavaa asettaa painerajoitus, joka hidastaa ruisku-tusnopeutta paineen noustessa liian korkeaksi (1; 6; 8; 9; 10). Painerajoitus asetettiin 100–300 psi:hin (1; 4; 6; 7; 8; 9). Hertsin ym. (8) sekä Ruessin ym. (9) mukaan painerajoi-tukseksi asetettiin ainoastaan 100 psi. Ruiskutuspainetta on pienempi, kun katetri on lyhy-empi. Lapsilla käytettiin matalampaa ruiskutuspainetta. (9.) Rigsbyn ym. (6) mukaan lap-silla painerajoitus asetettiin 25 psi:hin. Matalin ruiskutuspainetta, jossa katetri petti, oli 213 psi (3). Toisaalta Plumb ja Murphy (5) osoittivat, että alimmillaan keskuslaskimokatetri kesti 274 psi ja korkeimmillaan se kesti jopa 320 psi. Ruiskutuspaineteiden keskiarvo oli paineenkestävillä porteilla 214 psi (1). Käsiruiskutuksella saatiin suurimmaksi ruiskutus-paineeksi 55 psi:tä, kun tavoiteltiin 4 ml/s ruiskutusnopeutta (3).

Varjoaineen *ruiskutustapa* (1; 2; 3; 5; 6; 9; 10) eli paineinjektorin käyttö tai käsiruiskutus vaikuttaa keskuslaskimokatetrien käyttöön varjoaineen annossa. Käsiruiskutuksen hyöty on kiisteltyä, vaikka joissakin tapauksissa sitä suositellaan. Käsiruiskutuksen aikana ta-pahtuneita keskuslaskimokatetrien vahingoittumisia on kirjattu (5) vaikka Machan ym. (3) tapauksessa yksikään katetri ei pettänyt tutkimuksen aikana. Käsiruiskutusta käyttä-mällä ruiskutuspainetta voi vaihdella suuresti (3). Plumb ja Murphy (5) totesivat, että ruis-kutuspainetta saattaa olla käsiruiskutuksessa suurempi kuin käytettäessä paineinjektoria. Paineinjektoria käyttämällä paine pystytään määrittämään tarkasti (5). Paineinjektoria käytettiin kaikissa varjoaineen ruiskutuksissa (2; 6; 10; 9). Ennen paineinjektoriin yhdis-tämistä paineenkestävä keskuslaskimokatetri on tunnistettava (2). Keskuslaskimoportit tulee yhdistää tarkoitukseen sopiviin välineisiin (7). Keskuslaskimoportit läpäistään 19 G

tai 20 G erikoishiotulla laskimoportti- tai koukkuneulalla (1; 6; 8) ja yhdistetään paineinjektoriin Luer-lock-liitännällä (1; 9).

Korkean viskositeetin varjoaineet aiheuttavat katetriin suuremman paineen (9). Varjoaineen *lämmitys* (2; 3; 4; 6; 8; 9; 10) ja *konsentraatio* (1; 3; 4; 8; 10) vaikuttavat sen viskositeettiin. Keskuslaskimokatetria käytettäessä alhaisen konsentraation varjoaine on todettu paremmaksi kuin korkean konsentraation varjoaine. Sen viskositeetti on pienempi, mikä taas vähentää syntyvää painetta samoilla virtausnopeuksilla. (8.) Käytetyt varjoaineen jodipitoisuudet vaihtelivat, mutta yleisimmin käytetyt konsentraatiot olivat 300–400 mgI/ml (1; 3; 4; 9; 10). Varjoaine lämmitettiin ennen tietokonetomografiatutkimusta 37-asteiseksi viskositeetin pienentämiseksi (2; 4; 6; 8). Huoneenlämpöistä varjoainetta käytettiin, jotta saatiin testattua, mitä olisi voinut tapahtua pahimmassa mahdollisessa tapauksessa (3; 9; 10).

Kun varjoainetta ruiskutetaan keskuslaskimokatetriin, kuvissa näkyvä *tehostuma* (1; 5; 6) voi vaikuttaa katetrin käyttökelpoisuuteen tietokonetomografiatutkimuksissa. Tehostuma on huonompi, jos ruiskutusnopeutta lasketaan. Tehostumasta on kuitenkin mahdollista saada riittävä tai jopa parempi keskuslaskimoyhteyttä käytettäessä. (1; 5.) Goltzin ym. (1) mukaan boluksen seuranta (bolus triggering) pystytään suorittamaan paineenkestävän keskuslaskimoportin kautta ruiskutettaessa tehokkaasti, jolloin keuhkoveritulpat ja syövän etäispesäkkeet pystytään havaitsemaan riittävän aortan tehostuman ansiosta. Varjoainetehostumassa ei todettu merkittävää eroa eri laskimoyhteyksien välillä (1; 6). Sen sijaan Hertsin ym. (8) mukaan aortan, keuhkovaltimoiden ja maksan tehostuma oli vähäisempää keskuslaskimoportteja ja kolmeluumenista keskuslaskimokatetria käytettäessä perifeeriseen kanyyliin verrattuna, mutta tehostumaa pidettiin riittävänä. Syyksi arveltiin madallettua ruiskutusnopeutta ja varjoaineen konsentraatiota. Esimerkiksi maksan tehostuman TT-luvuksi saatiin 40. Vatsan tehostumassa ei havaittu eroa. (8.) Käsi-ruiskutuksella on vaikeaa saavuttaa haluttu varjoainetehostuman vaihe (5).



KUVIO 5. Varjoaineruiskutukseen liittyvät tekijät

## 6.2 Keskuslaskimokatetrien ominaisuuksiin liittyvät tekijät

Keskuslaskimokatetrien ominaisuudet (kuvio 6) voivat määrittää niiden soveltuvuuden varjoaineen ruiskutukseen. Keskuslaskimokatetreja on valmistettu ja testattu *paineenkestäviksi* (1; 2; 5; 7). Paineenkestävyys on tunnistettavissa keskuslaskimokatetreista merkintöjen ja värityksen perusteella. Keskuslaskimoporteista paineenkestävyys voidaan tunnistaa myös palpaatiolla. Keskuslaskimoportti voi olla esimerkiksi kolmion muotoinen, väriltään violetti ja siitä voidaan palpoida ihon läpi kolme reunaa. Lisäksi siinä voi olla röntgenpositiivinen merkintä. (5; 7.) Paineenkestävä keskuslaskimoporttikapseli on painavampi kuin tavanomaiset porttikapselit. Bardin paineenkestävä keskuslaskimoportti on hyväksytty varjoaineruiskutukseen 5 ml/s nopeudella. (7.) Tavallisten keskuslaskimoporttien vaihtamista paineenkestäviin portteihin suositellaan (1).

Keskuslaskimokatetrin koko eli *pituus* ja *halkaisija* vaikuttavat varjoaineen ruiskutusnopeuteen (6). Lozanon, Marnin ja Goodmanin (2) mukaan perifeerisesti asetettujen keskuslaskimokatetrien pituudet vaihtelivat välillä 21–53 cm. Machan ym. (3) mukaan perinteiset keskuslaskimokatetrit olivat 20 cm pitkiä. Lapsipotilailla katetrin pituus vaihtelee lapsen koon mukaan. Suuremmilla lapsilla katetrit ovat pidempiä kuin pienemmällä



lapsilla. (6.) Halkaisijaltaan varjoaineen ruiskutuksessa käytetyt keskuslaskimokatetrit olivat 4–7 Fr (1; 9; 10). Machtin ym. (4) mukaan varjoaineen ruiskutuksessa käytettiin 16 G luumenia.

*Luumenien määrä* (2; 3; 4; 8; 9) ja *käytettävä luumen* (3; 4; 5; 6) vaikuttavat keskuslaskimokatetrien soveltuvuuteen varjoaineruiskutuksessa. Varjoaineen jakautuminen useamman luumenin välille vähentää varjoaineen aiheuttamaa painetta ja ulosmenonopeutta. Ruiskutuksessa voidaan käyttää varjoaineen samanaikaisesti kaikkiin luumeneihin jakavaa laitetta, jolloin voidaan minimoida ruiskutuksesta syntyvä mekaaninen paine. Tämä voi kuitenkin kasvattaa keskuslaskimokatetrin repeämisen riskiä. (3.) Perifeerisesti asetetut keskuslaskimokatetrit olivat yksi- tai kaksiluumenisia (2) ja perinteiset keskuslaskimokatetrit kaksi-, kolme- ja viisiluumenisia (3; 4; 8; 9). Plumb ja Murphy (5) suosittelevat varjoaineen ruiskutuksessa käytettävän distaalista luumenta, ellei se ole liian kapea. Distaalista luumenta tulisi käyttää, koska se on kooltaan suurin ja ainoa luumen, jonka asento voidaan osoittaa oikeaksi keuhkokuvasta. Sillä on myös pienin riski vaurioitua moniluumenisista katetreista. (5.) Proksimaalisen luumenin käyttö voi johtaa varjoaineen ekstrasasaatioon (4). Jos keskuslaskimokatetrissa on useampia luumeneita, voidaan käyttää suurinta luumenta (6).

Keskuslaskimokatetrin *käyttöaika* (3; 5) vaikuttaa materiaalin kestävyYTEEN, koska materiaali heikentyy käytön myötä. Heikentymistä ei välttämättä huomaa ulkoisesti. Pienelläkin nopeudella ruiskutettu varjoaine voi aiheuttaa katetrin hajoamisen, jos sitä on käytetty pitkään. (3.) Polyuretaani on katetrin valinnan kannalta parempi *materiaali* (2; 9) kuin silikoni. Silikoni on äärimmäisen kimmoisaa ja voi venyttyä pienimmästäkin liikkeestä, mikä voi aiheuttaa katetrin kiertymisen ja repeytymisen. Perifeerisesti asetetut keskuslaskimokatetrit voivat olla valmistettu silikonista tai polyuretaanista. Paineenkestävät perifeerisesti asetetut keskuslaskimokatetrit valmistetaan polyuretaanista, koska materiaalina se kestää korkeita ruiskutusnopeuksia. (2; 9.) Keskuslaskimoportit on valmistettu yleensä titaanista tai muovista (7).

Keskuslaskimokatetrin soveltuvuuteen vaikuttavat *valmistajan suositukset* (3; 4; 9). Monet valmistajat eivät ole testanneet tuotteidensa soveltuvuutta varjoaineen ruiskutukseen, minkä vuoksi ne eivät voi suositella tuotteitaan käytettäväksi varjoaineen ruiskutuksessa (3; 4; 9). Valmistajien painerajoituksia tulee noudattaa (8; 9). Valmistajilla ei välttämättä

ole suosituksia paineinjektoreiden ja keskuslaskimokatetrien käyttöön yhdessä. Valmistajan laatimia suosituksia noudatetaan, jotta katetri tai potilaan verisuoni eivät vahingoituisi. (8.) Plumb ja Murphy (5) havaitsivat paineenkestävyyteen liittyviä tekijöitä, kun käytettiin 10–50 psi:tä kestävä keskuslaskimokatteja. Kun varjoaineruiskun painerajoi-  
 tukseksi asetetaan valmistajan suosittelema ruiskutusaine, paine saattaa olla todellisuu-  
 dessa paljon haluttua suurempi. Liitäntöihin kohdistuva paine voi olla viisinkertainen  
 kuin itse katetrissa. Keskuslaskimokatetrin paineensietokyky saattaa olla paljon suurempi  
 kuin mitä valmistaja on ilmoittanut. Korkeiden ruiskutusnopeuksien todettiin aiheuttavan  
 hyvin vähän komplikaatioita. (5.)



KUVIO 6. Keskuslaskimokatetrien ominaisuuksiin liittyvät tekijät

### 6.3 Henkilökunnan toimintaan liittyvät tekijät

Keskeinen vaikuttava tekijä keskuslaskimokatetrien soveltuvuuteen varjoaineruiskutuk-  
 sessa on henkilökunnan osaaminen (kuvio 7). *Koulutus* on tärkeää, jotta henkilökunta  
 olisi mahdollisimman pätevää (1; 8). Henkilökunnan on noudatettava tiukkoja ohjeistuk-  
 sia, jotta komplikaatioita esiintyisi niin vähän kuin mahdollista (10). Henkilökunnan tulee

valita ja tarkistaa oikea paineinjektorin painerajoitus, osata tarkistaa keskuslaskimokatetrin toimivuus ja työskennellä aseptisesti (4; 5; 10). Henkilökunnan perehtymättömyys tai tottumattomuus keskuslaskimoporttien käyttöön voi olla ratkaiseva tekijä laskimoyhteyden valinnassa. Perinteisen neulan vaihtaminen paineruiskutukseen sopivaksi voi viedä aikaa. (7.) Kanyloinnissa taitavan hoitajan kannattaa yrittää asettaa ensisijaisesti perifeerinen kanyyli keskuslaskimokatetrin käytön sijaan (8).

Keskuslaskimokatetrin *sijainti* on osattava tarkistaa (1; 2; 4; 5; 7; 10). Keskuslaskimoportti on asetettava ja kiinnitettävä huolellisesti siirtymisen välttämiseksi (7). Keskuslaskimokatetrin pään oikea sijainti varmistetaan tietokonetomografiakuvauksella tai keuhkojen natiiviröntgentutkimuksella (1; 2; 4; 5; 10). Tietokonetomografiatutkimuksen AP-suunnan scout-kuvalla tai aksiaalisuunnan leikkeillä voidaan varmistaa keskuslaskimokatetrin oikea paikka. Paikkaa varmistettaessa potilaan käsivarsien on oltava samassa asennossa kuin tutkimuksen aikana (5). Jos keskuslaskimokatetrin asento ei ole kohdallaan, tulee sen asentoa muuttaa tai asettaa kokonaan uudelleen. Myös tietokonetomografiatutkimuksen jälkeen keskuslaskimokatetrin sijainti määritetään scout-kuvasta. Mikäli scout-kuvassa huomataan, että keskuslaskimokatetri on mennyt pois paikaltaan, dislokaation voi korjata ruiskuttamalla hitaasti 20 ml keittosuolaa katetriin. Tämä on helppo tapa korjata dislokaatio, koska se ei ole niin invasiivinen toimenpide kuin uuden keskuslaskimokatetrin asettaminen. (2.)

Keskuslaskimoyhteyden toimivuus on tarkistettava *aspiroimalla* verta laskimosta (1; 4; 5; 10). Aspiroinnin lisäksi laskimoyhteyteen tulee ruiskuttaa keittosuolaliuosta (1; 6). *Hepariinia* voi ruiskuttaa ennen tutkimusta. Jos keskuslaskimokatetrin ei tule verta aspiroimalla, laskimoyhteyttä ei voi käyttää varjoaineen ruiskutukseen. Hepariinin ruiskuttaminen keskuslaskimokatetriin olisi suositeltavaa tehdä myös tutkimuksen jälkeen. (8; 10.) Potilasta tulee *tarkkailla* tutkimuksen jälkeen mahdollisten komplikaatioiden, kuten ekstravasaation ja allergisten reaktioiden havaitsemiseksi (10). Keskuslaskimokatetria käytettäessä tulee huolehtia erityisen hyvästä *aseptiikasta* (8).

Jokaisella laitoksella tulee olla omat *turvallisuusohjeet* (4; 8). Keskuslaskimokatetrien käyttö tietokonetomografiatutkimusten varjoaineruiskutuksessa on turvallista ja tarkoitukseen soveltuvaa, kun sairaalan laatimia ohjeistuksia seurataan. Ennen kuin laitos käyttää keskuslaskimokatetreja varjoaineen ruiskutuksessa, sen pitää tehdä ohjeet keskuslas-

kimokatetrien käyttöön, komplikaatioiden seurantaan ja ruiskutuksessa käytettäviin välineisiin. (8.) Machtin ym. (4) mukaan tiukkoja turvallisuusohjeita noudattamalla komplikaatioita ei esiinny.



KUVIO 7. Henkilökunnan toimintaan liittyvät tekijät

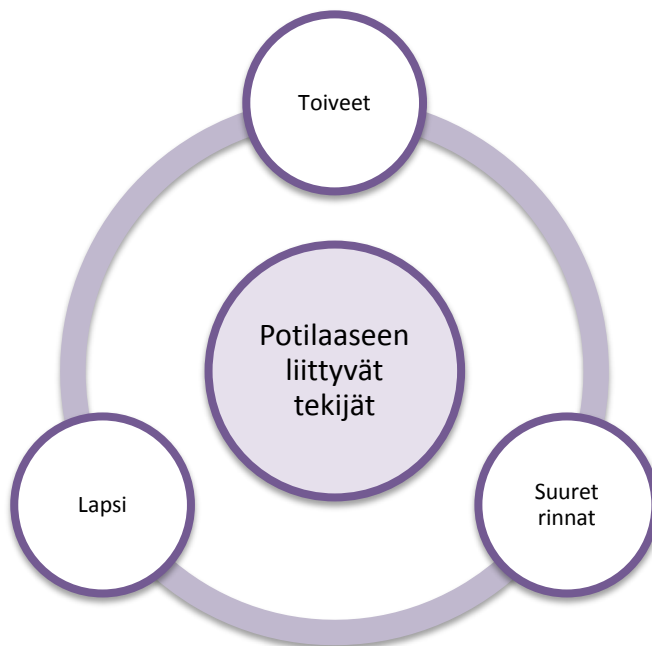
#### 6.4 Potilaaseen liittyvät tekijät

Potilaaseen liittyvät tekijät voivat vaikuttaa keskuslaskimokatetrin käyttöön varjoainetehosteisissa tietokonetomografiatutkimuksissa (kuvio 8). Potilaan *toiveita* (1; 7) kuunnellaan henkilökunnan päätöksenteossa. Potilas voi toivoa, että keskuslaskimokatetria käytetään uuden kanyylin asettamisen sijaan, erityisesti jos se on paineenkestävä. Perifeerisen laskimokanyylin käyttö voi olla kivuliasta ja vaikeaa, koska monet potilaat joutuvat käymään usein tutkimuksissa pahanlaatuisen tai kroonisen sairauden vuoksi (7.) Keskuslaskimoporttien käyttö voi lisätä potilaan mukavuutta varjoainetehosteisissa diagnostisissa tietokonetomografiatutkimuksissa (1).

Keskuslaskimoportin dislokoitumisia havaittiin enemmän naisilla kuin miehillä. *Suuri-rintaisilla* (7) naisilla keskuslaskimoportti saatetaan asettaa rinnan kudokseen, mikä ai-

heuttaa portin suuremman dislokoitumisen riskin erityisesti potilaan noustessa seiso-  
maan. Sen vuoksi on suositeltavaa asettaa keskuslaskimoportti lateraalisemmin kauem-  
mas rinnan kudoksesta. Porttikapseli tulisi asettaa ja kiinnittää huolellisesti portin siirty-  
misen estämiseksi. (7.) Hertsin ym. (8) mukaan potilaan sukupuolella ei kuitenkaan ha-  
vaittu olevan merkitystä.

*Lapsipotilailla* käytetään pienempää ruiskutusnopeutta ja varjoaineen määrää (6; 9). Kak-  
siluumenisen 7 Fr katetrin suurempaan luumeniin ruiskutettiin varjoainetta valmistajan  
suositusten mukaisesti 1,0–1,4 ml/s nopeudella. Lapsipotilailla keskuslaskimokatetri re-  
peytyy helpommin, koska katetreissa on pienempi sisäinen luumen. Toisaalta lapsipoti-  
laiden keskuslaskimokatetrit ovat lyhempiä kuin aikuisilla, jolloin niihin ei kohdistu yhtä  
suurta ruiskutuspainetta. Sen vuoksi myös suuremmilla ruiskutusnopeuksilla voidaan py-  
syä valmistajan suositusten rajoissa, kun katetria on lyhennetty. (9.) Lapsilla painerajoitus  
on turvallista asettaa 25 psi:hin. Varjoainetehostuma on riittävä alle 30 kg painavilla lap-  
silla, kun varjoaineen määrä on 2 ml/kg. Tehostumassa ei ole merkittävää eroa keskus-  
laskimoporttien ja perifeerisesti asetettujen keskuslaskimokatetrien välillä. Tehostuma on  
kuitenkin parempi tunneloiduilla keskuslaskimokatetreilla, koska niiden halkaisija on  
suurempi. (6.)



KUVIO 8. Potilaaseen liittyvät tekijät

## 6.5 Käyttöön liittyvät riskitekijät

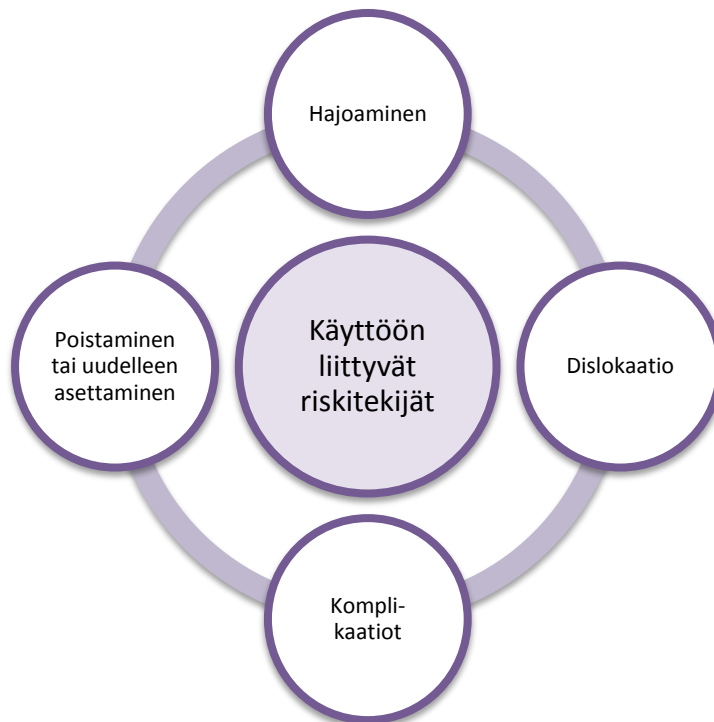
Keskuslaskimokatetrien käyttöön voi liittyä riskejä (kuvio 9). Varjoaineen ruiskutus keskuslaskimokatetrin kautta voi aiheuttaa katetrin *hajoamisen* (2; 3; 5; 9). Rigsby ym. (6), Herts ym. (8) ja Sanelli ym. (10) eivät havainneet yhdenkään keskuslaskimokatetrin hajoamiseen. Ruess ym. (9) havaitsivat kaksi yksiluumenisen 4,3 Fr keskuslaskimokatetrin repeytymistä 0,2 ml/s ruiskutusnopeudella. Keskuslaskimokatetrin hajoaminen voi olla mahdollista matalilla ruiskutusnopeuksilla, kun sitä käsitellään toistuvasti kovalla paineella (9). Macha ym. (3) totesivat, että kolmeluumeniset Arrow-keskuslaskimokatetrit hajoavat yleensä katetrin navan ja kolmen luumenin yhtymäkohdassa. Tunneloitujen katetrien ongelmana taas on, että hajoaminen voi tapahtua ihonalaisessa osassa, jolloin sitä ei paljaalla silmällä huomaa (5). Hajoamispaikka on perifeerisesti asetetuilla keskuslaskimokatetreilla useimmiten lähellä katetrin päätä potilaan ulkopuolella, mikä rajoittaa suonensisäisen embolisaation mahdollisuutta (2).

Varjoaine ruiskutetaan tietokonetomografiatutkimuksissa suurella nopeudella hyvän tehostuman aikaansaamiseksi. Sen vuoksi keskuslaskimokatetrien *dislokaatiot* (2; 3; 7) eli paikaltaan siirtymiset voivat olla mahdollisia. Katetrin pään siirtyminen on kuitenkin epätodennäköistä, kun ruiskutusnopeudet ovat asianmukaiset (3). Goltz ym. (1), Herts ym. (8) ja Sanelli ym. (10) eivät havainneet yhtäkään dislokaatiota. Lozanon ym. (2) mukaan testiolosuhteissa kuitenkin tapahtui keskuslaskimokatetrien siirtymisiä varjoaineen ruiskutuksen jälkeen. Perifeerisesti asetetut keskuslaskimokatetrit muuttivat sijaintiaan yli 15 % ruiskutuksista. Katetrin sijainti ennen ruiskutusta voi ennustaa sen dislokoitumisen. (2.) Teichgräberin ym. (7) mukaan noin 37 % paineenkestävistä keskuslaskimoporteista vetäytyi yli 3 cm sisäänpäin. Paineenkestävän porttikatetrin suurempi paino voi selittää portin siirtymisen (7).

Keskuslaskimokatetrien käyttö ei pääsääntöisesti aiheuta *komplikaatioita* (1; 4; 6; 8; 10). Ekstravasaatiota ei havaittu (1; 6; 10), ongelmia ei ilmennyt ja ruiskutuksen todettiin olevan turvallista (4; 8; 10). Implantoituja keskuslaskimoportteja voidaan käyttää paineruiskutukseen ilman suurentunutta riskiä komplikaatioihin (1). Sen sijaan paineenkestäviä keskuslaskimoportteja käytettäessä Teichgräber ym. (7) havaitsivat komplikaatioita noin 15,4 %:lla potilaista. Komplikaatioita olivat yksi ilmarinta, yhdeksän infektiota, yksi verihyytymiä aiheuttavan fibriinin muodostuminen katetriin ja yksi katetrin tukkeutuminen. Keskuslaskimoporttien lisääntyvä käyttö voi johtaa kasvavaan infektioiden määrään. (7.)

Herts ym. (8) havaitsivat yhden infektion. Useimmat välittömistä komplikaatioista olivat pieniä varjoainereaktioita. Onnistuneita varjoaineruiskutuksia oli 94 %:lla potilaista. (8.) Varjoaineen ruiskutus keskuslaskimokatetriin on turvallista (4; 8; 10).

Joskus keskuslaskimokatetri on *poistettava tai asetettava uudelleen* varjoaineen ruiskutuksen seurauksena (4; 7). Jos keskuslaskimoportti on vetäytynyt varjoaineen ruiskutuksen takia vaikeasti sisäänpäin, se voi olla syytä poistaa (7). Katetri on asetettava uudelleen, mikäli se ei toimi (5).



KUVIO 9. Käyttöön liittyvät riskitekijät

## 7 POHDINTA

### 7.1 Tulosten yhteenveto

Keskuslaskimokatetriin soveltuvuuteen varjoainetehosteiseen tietokonetomografiatutkimukseen vaikuttavat monet tekijät. Tärkeimpinä esiin nousivat varjoaineen ruiskutusnopeus ja ruiskutusaine. Opinnäytetyön tuloksissa ei ilmennyt tiettyä suositeltavaa ruiskutusnopeutta, koska aineiston artikkelit käsitelivät monenlaisia keskuslaskimokatetreja. Ruiskutusnopeutta laskettaessa varjoainetehostuma voi heikentyä. Varjoainetehostuma voi kuitenkin olla riittävä keskuslaskimokatetria käytettäessä.

Osa keskuslaskimokatetreista on valmistettu ja testattu paineenkestäviksi, joten niitä voidaan käyttää valmistajien ohjeiden mukaan turvallisesti. Useiden keskuslaskimokatetriin soveltuvuutta varjoaineruiskutukseen ei ole tutkittu, joten niitä käytettäessä otetaan riski. Vaikka joitakin keskuslaskimokatetreja ei suositella varjoaineen ruiskutukseen, tulosten mukaan monet katetreista kestävät suuren ruiskutusaineen. Henkilökunnan on arvioitava päätöksissään keskuslaskimokatetrin käytön hyötyjä ja haittoja tietokonetomografiatutkimuksen suorittamiseksi.

Keskuslaskimokatetrin sijainnin ja toimivuuden varmistaminen on tärkeää. Keskuslaskimokatetrin on oltava oikealla paikalla laskimossa, eikä siinä saa olla tukoksia, jotta varjoainetta voidaan ruiskuttaa turvallisesti. Ennen varjoaineen ruiskutusta keskuslaskimokatetria on suositeltavaa aspiroida katetrin toimivuuden selvittämiseksi. Aspiroinnin jälkeen keskuslaskimokatetriin kannattaa ruiskuttaa keittosuolaa. Aspiroinnin ja keittosuolaruiskutuksen lisäksi keskuslaskimokatetriin voidaan ruiskuttaa hepariinia tukosten ehkäisemiseksi. Jos aspirointi tai keittosuolaruiskutus ei onnistu, keskuslaskimokatetriin ei saa ruiskuttaa varjoainetta.

Henkilökunnan tulee toimia mahdollisimman aseptisesti keskuslaskimokatetria käsiteltäessä. Keskuslaskimokatetrin sijainti voidaan varmistaa keuhkokuvasta, tietokonetomografiassa otetusta scout-kuvasta tai aksiaalisuunnan leikkeistä. Sijainti pitää varmistaa myös tietokonetomografiatutkimuksen jälkeen. Henkilökunnan on hyvä tarkkailla potilasta varjoaineen ruiskutuksen aikana ja sen jälkeen, jotta mahdolliset komplikaatiot havaittaisiin.



Ennen laskimoon ruiskutusta varjoaine voidaan lämmittää ja säilyttää lämpökaapissa 37°C lämpötilassa (Fimea 2004, 1, 12). Varjoaineen lämmittämällä on suuri merkitys. Lämmittäminen vaikuttaa varjoaineen viskositeettiin ja tekee varjoaineesta juoksevampaa. Viskositeetin laskiessa katetrin riski vahingoittua pienenee.

Keskuslaskimokatetrin pituus ja halkaisija vaikuttavat varjoaineen ruiskutusnopeuteen. Tiettyä suositeltavaa keskuslaskimokatetrin pituutta ja halkaisijaa ei ilmennyt. Keskuslaskimokatetria käytettäessä varjoaineen annossa ruiskutusnopeus valitaan suhteessa katetrin kokoon. Varjoaine kannattaa ruiskuttaa keskuslaskimokatetrin distaalisesta luumenista. Distaalisen luumenin ollessa halkaisijaltaan hyvin kapea, voidaan käyttää myös moniluumenisen keskuslaskimokatetrin suurinta lumentä.

Keskuslaskimokatetrin materiaali vaikuttaa varjoaineen ruiskutuksen soveltuvuuteen. Polyuretaani on silikonia vahvempaa materiaalia, joten siitä valmistettujen keskuslaskimokatetrien käyttö on suositeltavampaa. Paineenkestävät keskuslaskimokatetrit ovat yleensä valmistettu polyuretaanista ja niitä on turvallisinta käyttää varjoaineen ruiskutuksessa. Keskuslaskimokatetrin materiaali heikkenee käyttöajan pidentyessä. Sen vuoksi keskuslaskimokatetrin suositellaan olevan mahdollisimman vähän aikaa käytetty. Monien keskuslaskimokatetrien käyttöaika on kuitenkin pitkä. Tuloksissa ei nouse esille tarkkaa käyttöaika, jolloin keskuslaskimokatetri ei enää sovellu varjoaineruiskutukseen.

Keskuslaskimokatreja käsiteltäessä on tärkeää, että henkilökunta tietää varjoaineen ruiskutukseen liittyvät haasteet keskuslaskimokatetria käytettäessä. Henkilökunnan on osattava tunnistaa erilaiset keskuslaskimokatetrit, jotta katetrin sopivuudesta paineeringin ruiskutukseen voidaan olla varmoja. Henkilökunnan tiedon puute keskuslaskimokatreista ja niiden käytöstä on melko yleistä. Koulutuksen on keskuslaskimokatetrien turvallisessa käytössä hyvin tärkeää.

Potilaaseen liittyvät tekijät vaikuttavat tietokonetomografiatutkimuksen kulkuun. Potilaille, joille on asetettu keskuslaskimokatetri, voi olla haastavaa saada perifeerinen laskimoyhteys. Heillä keskuslaskimokatetrin käyttö varjoaineruiskutuksessa voi olla tarpeellista ja käytännön kannalta helpompaa kuin perifeerisen laskimon kanylointi. Tuloksissa nousee esiin lasten erityisasema varjoainetehosteisessa tietokonetomografiatutkimuk-

sessä. Keskuslaskimokatetrit ovat lapsilla pienempiä, minkä on todettu vaikuttavan katetriin kohdistuvaan paineeseen. Lasten pienikokoisuuden vuoksi varjoainetta ei tarvitse ruiskuttaa yhtä kovalla nopeudella kuin aikuisilla.

Keskuslaskimokatetrin käyttöön varjoaineen ruiskutuksessa saattaa liittyä erilaisia riskitekijöitä. Keskuslaskimokatetrin hajoaminen on merkittävä tekijä. Hajoaminen voidaan välttää monilla edellä mainitun tavoilla. Keskuslaskimokatetrin käyttö voimakkaassa varjoaineruiskutuksessa voi aiheuttaa katetrin hajoamisen lisäksi sen dislokoitumisen. Dislokoituminen voidaan yrittää korjata ruiskuttamalla hitaasti 20 ml keittosuolaa keskuslaskimokatetriin.

Artikkeleissa oli havaittu infektiota ja laskimon vaurioitumisesta aiheutunutta ekstravaasatiota. Kaiken kaikkiaan komplikaatioiden määrä oli pieni. Monissa artikkeleissa ei havaittu yhtäkään komplikaatiota, ja keskuslaskimokatetrin käytön todettiin olevan turvallista varjoaineruiskutuksessa. Kuviossa 10 esitetään yhteenveto tuloksissa nousseista toimintatavoista, joilla voidaan ehkäistä keskuslaskimokatetrin käytön riskejä tietokonetomografiatutkimuksissa.



KUVIO 10. Esimerkki mahdollisesta toimintaohjeesta keskuslaskimokatetrien käyttöön varjoaineen annossa tietokonetomografiatutkimuksissa

## 7.2 Opinnäytetyön luotettavuuden ja eettisyyden arvioiminen

Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida monilla eri tavoilla. Yksi tapa luotettavuuden arvioimiseksi on käyttää kriteereitä uskottavuus, vahvistettavuus, refleksiivisyys ja siirrettävyys. Uskottavuudella tarkoitetaan tutkimuksen ja sen tulosten uskottavuutta. Vahvistettavuudella tarkoitetaan, että toinen tutkija voi suorittaa tutkimusprosessin samalla tavalla. Tutkimuksen tulokset eivät saa olla sattumanvaraisia. Refleksiivisyydellä tarkoitetaan tutkijan vaikutusta aineistoon. Tutkija suodattaa tiedon oman ymmärryksensä ja kokemustensa kautta, mutta tieto on pyrittävä raportoimaan puolueettomasti. Siirrettävyydellä tarkoitetaan tutkimuksen tulosten siirtämistä muihin vastaaviin tilanteisiin. (Kylmä & Juvakka 2007, 127–129; Tuomi & Sarajärvi 2009, 135–139.)

Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta lisää tutkijan tarkka kertomus tutkimusprosessin kaikista vaiheista. Tutkimuksen eri vaiheiden toteutus tulisi kertoa totuudenmukaisesti ja selvästi. Aineiston analyysin luokittelu on tärkeää perustella. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1996, 231–232). Tutkimuksen tulosten pätevyys määritellään arvioimalla tutkimuskysymyksiä, tutkimusaineistoa sekä tutkimuksen toistettavuutta. On suositeltavaa pohtia, ovatko tutkimuksen tulokset samanlaisia kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Tutkimuksen pätevyteen vaikuttaa, voidaanko tuloksia soveltaa päätöksenteossa. Tutkimuksen arvioinnissa tulisi miettiä, ovatko kaikki tulosten hyödyt ja haitat otettu huomioon. (Malmivaara & Komulainen 2014, 1637.) Opinnäytetyö on toistettavissa, koska sen toteutus on raportoitu tarkasti. Opinnäytetyön tuloksissa ei ole merkittävää eroa verrattuna aiheesta tehtyihin tutkimuksiin.

Tutkimuksen etiikassa on kyse valinnoista, joita tutkija tekee prosessin eri vaiheissa (Kylmä & Juvakka 2007, 137). Hyvin tehtyä tutkimusta ohjaa eettinen sitoutuminen. Eettisyys on tutkimuksen luotettavuuden toinen puoli ja se vaikuttaa tutkimuksen laatuun. Tutkimuksen etiikan ongelmat voivat liittyä tutkimustoimintaan, kuten esimerkiksi aineiston valintaan ja analyysin menetelmien luotettavuuteen ja tutkimustulosten esittämiseen. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 125–128.)

Yhteistyön tuloksena työn jälki on huolellisempaa ja tarkempaa ja esiin voi nousta uusia ajatuksia (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 54–55). Opinnäytetyön tekemiseen osallistui kaksi tekijää, ja se eteni eri vaiheita yhdessä pohtien ja niistä keskustellen. Opinnäytetyö suunniteltiin ja toteutettiin huolellisesti ja raportoitiin mahdollisimman yksityiskohtaisesti. Opinnäytetyötä ohjasi opinnäytetyösuunnitelma, jonka mukaan edettiin. Opinnäytetyöprosessin vaiheet kirjattiin muistiin, jotta ne pystyttiin raportoimaan rehellisesti ja tarkasti. Opinnäytetyön tulosten kirjoittamisessa pyrittiin selkeyteen ja huolellisuuteen. Englanninkielisissä käännöksissä tähdättiin tarkkoihin ja täsmällisiin suomennoksiin. Tulokset kirjoitettiin mahdollisimman totuudenmukaisesti ja alkuperäisten ilmaisujen mukaisesti. Käännöksissä voi kuitenkin esiintyä huolellisuudesta huolimatta virheitä, mikä saattaa heikentää tulosten luotettavuutta.

Tutkimuksen luotettavuutta arvioidessa tulisi miettiä, kuinka kattavasti kaikki aihetta koskevaa tietoa on koottu tutkimukseen. Tutkimuksessa on suositeltavaa käyttää monella eri kielellä tehtyjä tutkimuksia, jotta voidaan välttyä kieliharhalta. (Pudas-Tähkä & Axelin 2007, 53.) Opinnäytetyön aineistoon valittiin ainoastaan englanninkielisiä artikkeleita.

Kaikki tärkeät artikkelit eivät välttämättä ole mukana katsauksessa, koska osa poissuljetuista artikkeleista oli maksullisia tai kirjoitettu muulla kuin englannin kielellä. Systemaattisella haulla löydettiin esimerkiksi saksankielisiä artikkeleita, mutta niitä ei otettu mukaan aineistoon.

Artikkeleissa oli pääsääntöisesti samankaltaisia tuloksia. Opinnäytetyön tulosten taustalla oli useita eri artikkeleita. Tällaisia olivat esimerkiksi ruiskutusnopeuden ja ruiskutuspaineen vaikutukset keskuslaskimokatetrin soveltuvuuteen sekä keskuslaskimokatetrin sijainnin varmistaminen tietokonetomografiatutkimuksissa. Osa opinnäytetyön tuloksista nousi ainoastaan yhdestä tai kahdesta artikkelista. Monista artikkeleista nousseita samankaltaisia tuloksia voidaan pitää luotettavana.

Opinnäytetyössä oli yksi tutkimustehtävä. Aineistoon hyväksyttiin tutkimustehtävään parhaiten vastaavat artikkelit, jotka sopivat sisäänotto- ja poissulkukriteereihin. Artikkeleiden pätevyyttä ei erikseen arvioitu, mikä saattaa heikentää opinnäytetyön tulosten luotettavuutta. Tutkimustiedon vahvuutta ja luotettavuutta kuvataan näytön asteella (Sarajärvi ym. 2011, 12). Opinnäytetyön tulokset tuottivat vahvaa näyttöä, koska menetelmä on kirjattu tarkasti ylös, opinnäytetyö on toistettavissa ja saadut opinnäytetyön tulokset ovat samankaltaisia kuin aiheesta aikaisemmin tehdyt tutkimukset. Artikkelit ovat julkaistu terveysalan tieteellisissä lehdissä, mikä vahvistaa opinnäytetyön luotettavuutta. Näytön vahvuutta lisää, että monet artikkeleiden tutkimuksista olivat suoritettu kokeellisella menetelmällä.

Sisäänottokriteereistä poiketen aineistoon hyväksyttiin myös yli kymmenen vuotta vanhoja artikkeleita (8; 9; 10), koska aiheesta löytyi vain vähän uudempaa tutkittua tietoa, ja artikkeleita haluttiin enemmän. Näiden artikkeleiden tuloksia tulee arvioida kriittisesti. Keskuslaskimokatetrit ovat kehittyneet ja ovat nykypäivänä aiempaa kestävämpiä, joten ne soveltuvat paremmin varjoaineen ruiskutukseen. Nykyään käytettävät varjoaineet ovat varauksettomia ja erittäin hyvin siedettyjä. Artikkeleiden tulokset oli saatu testaamalla Arrow-, Bard- ja Cook-merkkisiä keskuslaskimokatetreja. Nämä kolme merkkiä ovat merkittäviä keskuslaskimokatetrien valmistajia.

Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu muiden tutkijoiden kunnioittaminen ja arvostus viittaamalla aikaisempiin tutkimustuloksiin asianmukaisesti (Tuomi & Sarajärvi 2009, 133). Opinnäytetyössä käytetyt tietolähteet merkittiin Tampereen ammattikorkeakoulun

ohjeiden mukaisesti. Lähteiksi valittiin korkeatasoista ja luotettavaa kirjallisuutta aiheesta. Käytetyt lähteet olivat sekä kotimaisia että kansainvälisiä. Opinnäytetyöhön otettiin mukaan mahdollisimman uutta lähdekirjallisuutta. Tieteenalalla pysyvänä pidetyn tiedon lähteeksi hyväksyttiin myös vanhempaa kirjallisuutta.

### **7.3 Opinnäytetyöprosessin arviointi ja oma oppimiskokemus**

Opinnäytetyön aihe saatiin maaliskuussa 2014 yhteistyökumppanilta Argon Medicalilta. Aihe valittiin, koska se tuntui mielenkiintoiselta ja uudelta aikaisempiin opinnäytetöihin verrattuna. Suomenkielistä kirjallisuutta aiheesta ei löytynyt. Opinnäytetyö päätettiin toteuttaa kirjallisuuskatsauksena, jotta aiheesta saataisiin koottua mahdollisimman paljon tietoa. Aluksi tietoa haettiin kirjallisuuskatsauksen menetelmästä sekä teoreettiseen viitekehukseen vaadittavista asioista. Opinnäytetyösuunnitelman ja tutkimustehtävän kehittämiseksi opinnäytetyön tekijöiden oli perehdyttävä tarkasti tutkittavaan aiheeseen. Alussa aiheen rajaus oli haastavaa, mutta se tarkentui tiedonhaun, yhteistyöpalaverien sekä opinnäytetyön ohjauksen myötä. Yhteistyösopimus tehtiin joulukuussa 2014 opinnäytetyösuunnitelman hyväksymisen jälkeen.

Opinnäytetyön suunnitelma ohjasi opinnäytetyöprosessia. Opinnäytetyön teoreettista viitekehystä kirjoitettiin jo syksyllä 2014, jolloin aiheen rajaus helpottui. Teoreettinen viitekehys valmistui helmikuussa 2015. Aineiston haku tehtiin tammi-helmikuussa 2015. Samaan aikaan opinnäytetyön tekijät kirjoittivat systemaattisen kirjallisuuskatsauksen toteutuksesta. Kevään 2015 aikana suoritettiin aineiston manuaalinen haku ja aineisto analysoitiin. Aineiston analysointia jatkettiin syksyyn 2015 asti. Tulokset kirjoitettiin syksyllä 2015. Pohdintaan kirjattiin uusia esiin nousevia asioita koko opinnäytetyöprosessin ajan. Opinnäytetyö valmistui aikataulussa lokakuussa 2015.

Opinnäytetyön tekijät oppivat prosessin aikana tiedonhakumenetelmiä, lähteiden hakeamista sekä ajankäytön hallintaa. Molempien englanninkielentaito parani ja aiheeseen liittyvä sanavarasto kasvoi, koska teoriassa ja aineistossa käytettiin paljon englanninkielistä kirjallisuutta.

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää ja soveltaa tietokonetomografiatutkimusten suorittamisessa. Ne voivat helpottaa päätöksiä varjoaineen käytöstä tietokonetomografiatutkimuksissa, jos potilaalla on valmiina keskuslaskimokatetri. Keskuslaskimokate-rien valmistajien toivotaan alkavan testata tuotteidensa soveltuvuutta varjoaineen ruisku- tukseen. Kun valmistajat ovat selkeästi maininneet tuotteidensa soveltuvuudesta tietoko- netomografiatutkimuksiin, sairaaloiden on helpompaa valita potilailleen mahdollisimman sopivat tuotteet. Sairaalat kykenevät myös huomioimaan paremmin toiminnan taloudel- lisuuden ja tehokkuuden vaatimukset hankkimalla mahdollisimman tarkoituksenmukai- sia tuotteita.

Keskuslaskimokateerien käyttö tietokonetomografiatutkimuksissa vaatii moniammatil- lista yhteistyötä. Keskuslaskimokatereja käytetään pääasiassa anestesiologiassa ja teho- hoidossa, minkä vuoksi radiologian henkilökunnan olisi hyödyllistä toimia yhteistyössä heidän kanssaan. Radiologian henkilökunnan tulee huomioida anestesiologian ja tehohoi- don vaatimukset ja tarpeet käyttäessään keskuslaskimokatereja tietokonetomografiatut- kimuksissa varjoaineen ruiskutukseen. Lisäksi anestesiologian ja tehohoidon henkilö- kunta voivat kouluttaa radiologian henkilökuntaa käyttämään keskuslaskimokatereja tur- vallisesti ja asianmukaisesti. Jatkotutkimusehdotuksena on tehdä opas keskuslaskimoka- tetrien käytöstä tietokonetomografiatutkimuksissa. Opinnäytetyö voidaan toteuttaa rönt- genhoitaja- sekä sairaanhoitajaopiskelijan yhteistyönä.

## LÄHTEET

Almén, T. 1990. Relations between chemical structure, animal toxicity and clinical adverse effects of contrast media. *The American Journal of Cardiology* 66 (14), 2F–8F.

Ahn, W., Bahk, JH. & Lim, YJ. 2002. The “Gauge” System for the Medical Use." *Anesthesia and Analgesia* 25 (4), 1125.

Bard Access Systems. 2015. Products. Luettu 22.1.2015.

<http://www.bardaccess.com/products/cvcs>

Cullum, N., Cilicka, D., Haynes, R.B. & Marks, S. 2009. Evidence-based nursing. Teoksessa Cullum, N., Cilicka, D., Haynes, R.B. & Marks, S. (toim.) Evidence-based nursing. 2009. 5. painos. Blackwell Publishing Ltd. 1–7.

Dorio, P., Lee, F., Henseler, K., Pilot, M. Pozniak, M., Winter, T. & Shock, S. 2003. Using a Saline Chaser to Decrease Contrast Media in Abdominal CT. *American Journal of Rontgenology* 180 (4), 929–934.

Dougherty, L. 2006. Central venous access devices: Care and management. Oxford: Blackwell Publishing.

Duodecim. 2011. Keskuslaskimokatetrin (CVK) laitto ja käyttö. Julkaistu 28.6.2011. Luettu 28.10.2014.

[http://www.duodecim.fi/kotisivut/sivut.nayta?p\\_sivu=124739](http://www.duodecim.fi/kotisivut/sivut.nayta?p_sivu=124739)

Eakle, M. & Lange, S. 2013. Power injector put I.V. lines under pressure. FDA. U.S. Food and Drug Administration. Päivitetty 21.3.2013. Luettu 25.1.2015. <http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/TipsandArticlesonDeviceSafety/ucm225493.htm>

Elomaa L, & Mikkola H. 2008. Näytön jäljillä. Tiedonhaku näyttöön perustuvassa hoitotyössä. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 12. 3. uudistettu painos. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

ESUR Guidelines on Contrast Media. 2012a. 02 Renal adverse reactions. Luettu 1.2.2015. <http://www.esur.org/guidelines/>

ESUR Guidelines on Contrast Media. 2012b. 03 Miscellaneous. Luettu 25.1.2015. <http://www.esur.org/guidelines/>

Federle, M. P. 1998. Frequency and effects of extravasation of ionic CT contrast media during rapid bolus injection. *Radiology* 206 (3), 637–40.

Fimea. 2004. Valmisteyhteenveto. OMNIPAQUE 350 mg I/ml injektioneste, liuos. Luettu 26.9.2014.

<http://spc.fimea.fi/indox/nam/html/nam/humspc/1/14146501.pdf>

Finlay, T. 2004. Essential clinical skills for nurses: Intravenous therapy. Oxford: Blackwell Publishing.



Goltz, J., Noack, C., Petritsch, B., Kirchner, J., Hahn, D. & Kickuth, R. 2012. Totally implantable venous power ports of the forearm and the chest: initial clinical experience with port devices approved for high-pressure injections. *The British Journal of Radiology* 85 (1019), 72–966.

Helasvuo, T. (toim.) 2013. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011. STUK-B 161. Helsinki: STUK. 3–79.

Herts, B., O'Malley C., Wirth, S., Lieber, M. & Pohlman, B. 2001. Power Injection of Contrast Media Using Central Venous Catheters: Feasibility, Safety and Efficacy. *American Journal of Roentgenology* 176 (2), 53–447.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1996. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Hopper, K., Mosker, T., Kasales, C., TenHave, T., Tully, D. & Weaver, J. 1997. Thoracic spiral CT: delivery of contrast material pushed with injectable saline solution in a power injector. *Radiology* 205 (1), 269–271.

Hoppu, S., Ahonen, T. & Kuitunen, A. 2013. Parenteraalinen ravitseminen vuodeosastolla. *Katsaus. Suomen lääkärilehti* 15/2013. 1001–1097a.

Hsieh, J. 2004. *Computed Tomography. Principles, Design, Artifacts, and Recent Advances.* Washington: SPIE PRESS.

Jensen, S. & Peppers, M. 2006. *Pharmacology and drug administration.* 2. painos. St. Louis: Mosby Elsevier.

Johansson, K. 2007. Kirjallisuuskatsaukset – huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L. (toim.) *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen.* Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. 3–9.

Jurvelin, J. S. 2005. Röntgenkuvaus. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) *Radiologia.* Helsinki: WSOY. 32–42.

Kalender W. 2005. *Computed Tomography. Fundamentals, System technology, Image quality, Applications.* 2. painos. Erlangen: Publicis Corporate Publishing.

Kassara, H., Palokoski, S., Holmia, S., Murtonen, I., Lipponen, V., Ketola, M-L. & Hietanen, H. 2006. *Hoitotyön osaaminen.* 1.-2. painos. Helsinki: WSOY.

Kylmä, J. & Juvakka, T. 2007. *Laadullinen terveystutkimus.* 1. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Lauri, S. (toim.) 2003. *Näyttöön perustuva hoitotyö.* Helsinki: WSOY. 3–4.

Lindén, H. & Ilola, T. 2013. Kanyloinnit ja invasiivinen monitorointi. Teoksessa Ilola, T., Hoikka, A., Heikkinen, K., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) *Anestesiahoitotyön käsikirja.* Helsinki: Duodecim. 51–76.

Lozano, L., Marn, C. & Goodman, L. 2012. Power Injectable Peripherally Inserted Central Venous Catheter Lines Frequently Flip After Power Injection of Contrast. *Journal of Computer Assisted Tomography* 36 (4), 30–427.

LSU Health Shreveport. 2012. The Use of Central Venous Lines, PICC Lines, Ports for the Power Injection of Contrast. Luettu 25.1.2015.  
<http://www.sh.lsuhs.edu/raddept/pdf/sec6/Rad%20Proc%206.10.pdf>

Lääketieteen termit. 2015. Terminologian tietokannat. Duodecim. Luettu 22.1.2015.  
[http://www.terveysportti.fi.elib.tamk.fi/terveysportti/rex\\_terminologia.koti](http://www.terveysportti.fi.elib.tamk.fi/terveysportti/rex_terminologia.koti)

Macha, D., Nelson, R., Howle, L., Hollingsworth, J. & Schindera, S. 2009. Central Venous Catheter Integrity during Mechanical Power Injection of Iodinated Contrast Medium. *Radiology* 253 (3), 8–870.

Macht, S., Beseoglu, K., Eicker, S., Rybacki, K., Braun, S., Mathys, C., Antoch, G. & Turowski, B. 2012. Safety and feasibility in highly concentrated contrast material power injections for CT-perfusion studies of the brain using central venous catheters. *European Journal of Radiology* 81 (8), 5–1883.

Malmivaara, A. & Komulainen, J. 2014. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 130 (16), 1635–41.

Manner, I. 2009. Suonensisäiset varjoaineet – kenelle ja millaiset varotoimet ovat tarpeen? Abstraktit. Sädeturvapäivät 5.-6.9.2009. Luettu 2.11.2014.  
<http://www.sadeturvapaivat.fi/>

McKibbin, A. & Marks, S. 2009. Evidence-based nursing. Teoksessa Cullum, N., Cilicka, D., Haynes, R.B. & Marks, S. (toim.) Evidence-based nursing. 2009. 5. painos. Blackwell Publishing Ltd. 33–34.

Metsälä, E., Strom B., Kurtti, J., Wedfall, L., Pulkkinen, M. & Hafslund, B. 2012. Evidence-based radiography in education. *Kliininen radiografiatiede* 6 (1), 4–11.

Mileham, P. 2008. Finding Sources of Evidence. Teoksessa Schmidt, N.A. & Brown, J. M. (toim.) Evidence-Based-Practice for nurses. Canada: Jones and Bartlett Publishers. 95–123.

Miles, S G.1990. Safe use of an intravenous power injector for CT: experience and protocol. *Radiology* 176 (1), 69–70.

Mustajoki, P. & Kaukua, J. 2008. Varjoainekuvaukset. Terveyskirjasto. Luettu 19.5.2014.  
<http://www.terveyskirjasto.fi>

Mäkelä, A. & Lepäntalo, M. 1997. Verisuonikirurgian sanastoa. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 113 (20), 2121.

Navilyst Medical. 2015. Products. Luettu 22.2.2015.  
<http://www.navilystmedical.com/products/>

O’Grady, N., Alexander, M., Burns, L., Dellinger, P., Garland, J., Heard, S., Lipsett, P., Masur, H., Mermel, L., Pearson, M., Raad, I., Rupp, M. & Sains, S. 2011. Guidelines for

the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. The Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HISPAAC). Departure of Health and Human Services. (DCD)

Plumb, A. & Murphy, G. 2011. The use of central venous catheters for intravenous contrast injection for CT examination. *British Institute of Radiology*. 84 (999), 197–203.

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

Pratt, R., Pellowe, V., Wilson, J., Loveday, H., Harper, P., Jone, S., McDougall, C. & Wilcox, M. 2007. National Evidence-Based Guidelines for preventing healthcare-Associated infections on NHS Hospitals in England. *The journal of hospital infections* 65; suppl. 1, S1–S59.

Prokop, M. & Molen, A. 2003. Patient Preparation and Contrast Media Application. Teoksessa Prokop, M & Galanski (toim.) *Computed Tomography of the Body*. Stuttgart: Thieme. M. 83–108.

Rautava-Nurmi, H., Sjövall, S., Vaula, E., Vuorisalo, S. & Westergård, A. 2010. Neste- ja ravitsemushoito, 4. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.

Rigsby, C., Gasber, E., Seshadri, R., Sullivan, C., Wyers, M. & Ben-Ami, T. 2007. Safety and Efficacy of Pressure-Limited Power Injection of Iodinated Contrast Medium Through Central Lines in Children. *American Journal of Roentgenology* 188 (3), 32–726.

Romans, L. 2010. *Computed tomography for technologists: an exam review*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Ruess, L., Bulas, D., Rivera, O. & Markle, B. 1997. In-line Pressures Generated in Small-Bore Central Venous Catheters during Power Injection of CT Contrast Media. *Radiology* 203 (3), 9–625.

Ruiter, M. 2011. French, Gauge, OD/ID, mm, inches: what does it all mean? Luettu 2.2.2015.

<http://www.alnmag.com/articles/2011/08/french-gauge-od-id-mm-inches-what-does-it-all-mean>

Salanterä, S. & Hupli, M. 2003. Tutkitun tiedon hankinta ja arviointi. Teoksessa Lauri, S. (toim.) *Näyttöön perustuva hoitotyö*. Helsinki: WSOY. 21–39.

Sanelli P., Deshmukh, M., Ougorets, I., Caiati, R. & Heier, L. 2004. Safety and Feasibility of Using a Central Venous Catheter for Rapid Contrast Injection Rates. *American Journal of Roentgenology* 186 (6), 1829–1834.

Sarajärvi, A., Mattila, L-R. & Rekola, L. 2011. *Näyttöön perustuva toiminta. Avain hoitotyön kehittämiseen*. Helsinki: WSOYpro Oy.

- Saxholm, S. & Rantanen, M. 2011. Paineen mittaus. Espoo: Mikes Mittatekniikan keskus. Luettu 5.11.2014.  
[http://www.mikes.fi/mikes/Oppaat/J1\\_2011\\_Paineen\\_mittaus.pdf](http://www.mikes.fi/mikes/Oppaat/J1_2011_Paineen_mittaus.pdf)
- Sipola, P. 2012. Varjoaineen käytön optimointi TT:ssä. Abstraktit. Sädeturvapäivät 8.10.2012. Luettu 2.11.2014. <http://www.sadeturvapaivat.fi/>
- Speck, U. 1999. Contrast Media. Overview, Use and Pharmaceutical Aspects. 4. painos. Berliini: Springer.
- STM. 2009. Johtamisella vaikuttavuutta ja vetovoimaa hoitotyöhön. Toimintaohjelma 2009–2011. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2009:18. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö.
- Suomen standardisoimisliitto. SI-opas. 2001. Helsinki. Päivitetty 9.2.2001. Luettu 22.1.2015.  
<http://web.archive.org/web/20120831234747/http://www.sfs.fi/files/70/si-opas.pdf>
- Teichgräber, U., Nagel, S., Kausche, S. & Enzweiler, C. 2012. Clinical benefit of power-injectable port systems: A prospective observational study. *European Journal of Radiology* 81 (3), 33–528.
- Tervahartiala, P. 2005. Varjoaineet. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) *Radiologia*. Helsinki: WSOY. 72–76.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Tammi: Helsinki.
- Virtanen, H. & Salanterä, S. 2007. Kirjallisuuskatsaukset – huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L. (toim.) *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen*. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. 71–83.
- Voeltz, M., Nelson, M., McDaniel, M. & Manoukian, S. 2007. The Important Properties of Contrast Media: Focus on Viscosity. *The Journal of Invasive Cardiology* 19 (3), 1A–9A.
- WHO. 1998. Fifty-First World Health Assembly WHA51.12: Health Promotion. Geneva: WHO.

## LIITTEET

### Liite 1. Opinnäytetyön aineisto

Tietokantahaku			
	Tekijät ja julkaisuvuosi	Otsikko	Lehti
1.	Goltz, J. ym. 2012	Totally implantable venous power ports of the forearm and the chest: initial clinical experience with port devices approved for high-pressure injections	The British Journal of Radiology
2.	Lozano, L. ym. 2012	Power Injectable Peripherally Inserted Central Venous Catheter Lines Frequently Flip After Power Injection of Contrast	Journal of Computer Assisted Tomography
3.	Macha, D. ym. 2009	Central Venous Catheter Integrity during Mechanical Power Injection of Iodinated Contrast Medium	Radiology
4.	Macht, S. ym. 2012	Safety and feasibility in highly concentrated contrast material power injections for CT-perfusion studies of the brain using central venous catheters	European Journal of Radiology
5.	Plumb, A. ym. 2011	The use of central venous catheters for intravenous contrast injection for CT examinations	The British Journal of Radiology
6.	Rigsby, C. ym. 2007	Safety and Efficacy of Pressure-Limited Power Injection of Iodinated Contrast Medium Through Central Lines in Children	American Journal of Roentgenology
7.	Teichgräber, U. ym. 2012	Clinical benefit of power-injectable port systems: A prospective observational study	European Journal of Radiology

Manuaalinen haku			
	Tekijät ja julkaisuvuosi	Otsikko	Lehti
8.	Herts, B. ym. 2001	Power Injection of Contrast Media Using Central Venous Catheters: Feasibility, Safety and Efficacy	American Journal of Roentgenology
9.	Ruess, L. ym. 1997	In-line Pressures Generated in Small-Bore Central Venous Catheters during Power Injection of CT Contrast Media	Radiology
10.	Sanelli P. ym. 2004	Safety and Feasibility of Using a Central Venous Catheter for Rapid Contrast Injection Rates	American Journal of Roentgenology

## Liite 2. Aineiston luokittelu

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ruiskutus laskimoporttiin toteutettiin 3 ml/s (1)</li> <li>• ruiskutusnopeudet vaihtelivat 3-5 ml/s (2)</li> <li>• alin ruiskutusnopeus, jossa katetri petti, oli 9 ml/s 16 G porttikatetrilla (3)</li> <li>• keskimääräinen käsiruiskutuksen injektionopeus oli 1,5 ml/s (3)</li> <li>• komplikaatioita ei havaittu enintään 5 ml/s ruiskutusnopeudella (4)</li> <li>• jos varjoainetehoste on pakollinen, voidaan alentaa ruiskutusnopeutta (5)</li> <li>• lapsilla maksimiruiskutusnopeus oli 2 ml/s (6)</li> <li>• paineenkestävillä keskuslaskimoporteilla ruiskutusnopeus 5 ml/s kun 19 tai 20 G:n neula, 22 G:n neulalla 2 ml/s (7)</li> <li>• käytettiin 1,5–2,5 ml/s ruiskutusnopeuksia (8)</li> <li>• pienemmät ruiskutusnopeudet vähentävät vaurioita (8)</li> <li>• keskuslaskimokatetria käytettäessä pienempi ruiskutusnopeus (8)</li> <li>• 2-3 ml/s isoon luumeniin, 1-1,4 ml/s pieneen luumeniin 7 Fr kaksiluumenisissa katetreissa (9)</li> <li>• 0,2-0,4 ml/s ruiskutusnopeudella käytettiin 3-4 Fr Perifeerisesti asetettua keskuslaskimokatetria (9)</li> <li>• 0,7-1,2 ml/s ruiskutusnopeudella käytettiin 6,6 Fr keskuslaskimokatetria (9)</li> <li>• 0,2 ml/s ruiskutusnopeudella käytettiin 4,2 Fr keskuslaskimokatetria (9)</li> <li>• ruiskutusnopeudet 3,0–9,9 ml/s (10)</li> </ul>	Ruiskutusnopeus	<b>Varjoaineruiskutukseen liittyvät tekijät</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ruiskutuspaineen rajoitus asetettiin 300 psi:hin (1; 7; 10)</li> <li>• suurin saatu ruiskutuspainee käsiruiskutuksella oli 55 psi (3)</li> <li>• alin ruiskutuspainee, jossa katetri petti, oli 274 psi (3)</li> <li>• ruiskutuspaineen rajoitus asetettiin 200 psi:hin (4)</li> <li>• voidaan pienentää maksimipainerajoitusta (5)</li> <li>• lapsilla painerajoitus asetettiin 25 psi:hin (6)</li> <li>• noudatetaan valmistajan painerajoituksia (8)</li> <li>• paineraja asetettiin 100 psi:hin (8; 9)</li> <li>• painerajoituksia asettaessa noudatettiin valmistajan ohjeita (9)</li> <li>• painee pienempi kun katetri on lyhyempi (9)</li> </ul>	Ruiskutuspainee	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• paineinjektori yhdistettiin porttineulaan käyttäen Luer-lock -liitäntää (1)</li> <li>• keskuslaskimoportti läpäistiin 20 G noncoring neulalla (1)</li> <li>• Power-PICC tunnistettiin ennen paineinjektoriin yhdistämistä (2)</li> <li>• paineinjektoriä käytettiin kaikissa varjoaineen ruiskutuksissa (2; 6; 10; 9)</li> <li>• yksikään katetri ei pettänyt käsiruiskutuksen aikana (3)</li> <li>• käsiruiskutuksessa tapahtuneita katetrin vahingoittumisia on myös dokumentoitu (5)</li> <li>• portit läpäistiin 19 G noncoring neuloilla (6)</li> <li>• portteja käytettiin tarkoituksenmukaisen infuusiosetin kanssa (7)</li> <li>• portteja käytettäessä koukkuneula (hook-type needle) (8)</li> </ul>	Ruiskutustapa	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• varjoaine lämmitettiin ennen ruiskutusta (2; 8)</li> <li>• varjoaine huoneen lämpöistä ennen ruiskutusta (3; 9; 10)</li> <li>• varjoaine oli esilämmitetty 37 Celsius-asteeseen (4; 6)</li> </ul>	Lämmitys	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• laskimoportteihin ruiskutettiin Imeron 300mg/ml (1)</li> <li>• keskuslaskimokatetreihin ruiskutettiin Isovue 300 mg/ml tai 370 mg/ml (3)</li> <li>• TT-tutkimus suoritettiin 30 ml:lla Imeron 400 mg/ml (4)</li> <li>• varjoaineena käytettiin Optiray 320 mg/ml (6)</li> <li>• keskuslaskimokatetria käytettäessä pienemmän konsentraation omaava varjoaine käytössä parempi (8)</li> <li>• Visipaque 320 mg/ml (10)</li> </ul>	Konsentraatio	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• keuhkovaltimoiden tehostumaan oltiin tyytyväisiä (1)</li> <li>• arteria-vaiheen varjoainetehostuma oli parempi porttien kuin perifeeristen kanyyleiden kautta ruiskutettuna (1)</li> <li>• on mahdollista saada riittävä varjoainetehostuma (5)</li> <li>• käsiruiskutuksella on vaikeaa kuvata tietty varjoainetehostuman vaihe (5)</li> <li>• varjoainetehostumassa ei merkittävää eroa eri laskimoyhteyksien välillä (6)</li> </ul>	Varjoainetehostuma	



Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka
<ul style="list-style-type: none"> <li>• käytettiin täysin implantoituja Bardin paineenkestäviä keskuslaskimoportteja (1)</li> <li>• tavalliset portit tulisi korvata paineenkestävillä porteilla (1)</li> <li>• käytettiin Bardin paineenkestäviä perifeerisesti asetettuja keskuslaskimokatetreja (2)</li> <li>• käytettiin Arrowin tunneleimattomia keskuslaskimokatetreja (3)</li> <li>• tutkimuksessa testattiin Arrow-merkkisiä 3- ja 5-luumenisia keskuslaskimokatetreja (4)</li> <li>• erityisiä paineenkestäviä keskuslaskimokatetreja on saatavilla (5)</li> <li>• paineenkestävät implantoituneet portit voidaan tunnistaa tietyistä muodosta, palpaation avulla tai röntgenpositiivisesta merkistä (5)</li> <li>• paineenkestäviä Bardin keskuslaskimoportteja (7)</li> <li>• porttikapseli on kolmion muotoinen, sen reunoilla on kolme palpoitavaa kohtaa ja portti sekä sen lisälaitteet ovat violetteja (7)</li> <li>• paineenkestävä porttikapseli on painavampi kuin tavanomaiset portit (7)</li> <li>• erilaisia Bardin ja Arrowin valmistamia keskuslaskimokatetreja ja portteja (8)</li> <li>• Arrow-Howes (multilumen) (10)</li> </ul>	Paineenkestävyys	Keskuslaskimokatetrien ominaisuuksiin liittyvät tekijät
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 Fr, 5 Fr ja 6 Fr PICC (1)</li> <li>• keskuslaskimokatetreissa on 16 G distaalinen luumen (4,9 Fr) sekä kaksi proksimaalisempaa 18 G luumenia (3,7 Fr) (3)</li> <li>• varjoaineen ruiskutus 16 G distaalisen luumenin kautta (4)</li> <li>• tunneloidut katetrit ovat läpimitaltaan suurempia ja mahdollistavat suuremman ruiskutusnopeuden kuin perifeerisesti asennetut keskuslaskimokatetrit (6)</li> <li>• 7 Fr, 6,6 Fr ja 4,5 Fr (9)</li> <li>• 3 Fr ja 4 Fr PICC (9)</li> <li>• 7 Fr, 18 G:n proksimaalinen ja keskimäinen luumen ja 16 G:n distaalinen luumen (10)</li> </ul>	Halkaisija	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• perifeerisesti asetettujen keskuslaskimokatetrien pituudet vaihtelivat välillä 21–53 cm (2)</li> <li>• keskuslaskimokatetrit olivat 20 cm pitkiä (3)</li> <li>• katetrin pituus vaikuttaa ruiskutusnopeuteen (6)</li> <li>• suuremmilla lapsilla on pitemmät katetrit (6)</li> <li>• täysipituisia ja puolikkaita, koska mukana myös lapsipotilaita (9)</li> </ul>	Pituus	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• silikoniset painetta kestävämmät PICC:it repeytyvät helpommin (2)</li> <li>• paineenkestävät PICC:it on valmistettu polyuretaanista, joka kestää korkeampia ruiskutusnopeuksia (2)</li> </ul>	Materiaali	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• PICC silikonia (9)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kauan käytetty katetri rikkoutuu pienemmällä ruiskutuspainella (3)</li> <li>• katetrin materiaalin kestävyys muuttuu käyttöajan myötä (3)</li> <li>• vanhemmilla katetreilla saattaa olla suurempi riski vahingoittua (5)</li> </ul>	Käyttöaika
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PICC:it olivat yksi- tai kaksiluumenisia (2)</li> <li>• 3-luumenisia keskuslaskimokatetreja (3)</li> <li>• varjoaineen jakautuminen kaikkien kolmen luumenin välillä vähensi sekä liitinpäiden painetta että ulosmenonopeutta verrattuna yksiluumeniseen katetriin (3)</li> <li>• 3- ja 5-luumenisia keskuslaskimokatetreja (4)</li> <li>• 2- ja 3-luumenisia keskuslaskimokatetreja (8)</li> <li>• 2-luumenisia keskuslaskimokatetreja (9)</li> </ul>	Luumenien määrä
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ruiskutuksessa käytettävä jakajan avulla varjoaine voidaan jakaa samanaikaisesti kaikkiin luumeneihin, jolloin voidaan minimoida ruiskutuksesta syntyvä mekaaninen paine (3)</li> <li>• distaalinen 16 G luumen yhdistettiin paineinjektoriin (4)</li> <li>• proksimaalisen luumenin käyttö voi johtaa varjoaineen ekstravasaatioon (4)</li> <li>• distaalista luumenta tulee käyttää, ellei se ole läpimitaltaan liian kapea (5)</li> <li>• kahdesta luumenista ruiskutukseen käytettiin suurempaa luumenta (6)</li> </ul>	Käytettävä luumen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• katetrien valmistajat eivät tarjoa suosituksia mekaanisen paineinjektorin paineeksi tai virtaukseksi (3)</li> <li>• keskuslaskimokatetrit ovat käyttökelpoisia ja turvallisia, kun seurataan valmistajien ohjeita (3)</li> <li>• toimenpidettä ei voida suositella Arrow-keskuslaskimokatetreille ennen kuin valmistaja sulkee pois turvallisuusriskit (4)</li> </ul>	Valmistajan suositukset

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka
<ul style="list-style-type: none"> <li>• henkilökunnan on oltava pätevää (1; 8)</li> <li>• koko henkilökunnan tulee olla koulutettu tarkistamaan katetrin vetävyys aspiroimalla verta ennen yhdistämistä (4)</li> <li>• henkilökunnan tulee valita ja tarkistaa oikea painerajoitus (4)</li> <li>• laskimoyhteyden käsittelijän tulee olla saanut riittävä koulutus infektioiden välttämiseksi (5)</li> <li>• katetrin testaus hoitoyksikössä (10)</li> <li>• tiukan protokollan noudattaminen minimoi mahdolliset komplikaatiot (10)</li> </ul>	Koulutus	<b>Henkilökunnan toimintaan liittyvät tekijät</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• AP-suunnan scout-kuvalla arvioidaan katetrin pään oikea sijainti (1; 5; 10)</li> <li>• katetrin pään sijainti arvioidaan ennen ja jälkeen ruiskutuksen joko TT-kuvauksella tai thoraxin natiiviröntgentutkimuksella (1; 5)</li> <li>• jos ei sijainti väärä, varjoaineen ruiskutusta lykätään, kunnes PICC on asetettu uudelleen tai valmiina on uusi laskimoyhteys (2)</li> <li>• tutkimuksen jälkeen PICC:in sijainti määritettiin välittömästi scout-kuvasta (2)</li> <li>• asetimme katetrin uudelleen paikalleen ruiskuttamalla hitaasti 20 ml keittosuolaa (2)</li> <li>• katetrin oikea paikka tarkistettiin scout-kuvasta ennen varjoaineruiskutusta (2; 4)</li> <li>• katetrin pään oikea paikka superior vena cavassa varmistetaan aksiaalisuunnan TT-leikkeillä (4)</li> <li>• katetrin paikka tulee varmistaa siten, että potilaan käsivarret ovat samassa asennossa kuin tutkimuksen aikana (5)</li> <li>• porttikapseli tulee asentaa ja kiinnittää huolellisesti siirtymisen välttämiseksi (7)</li> </ul>	Sijainnin varmistaminen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• katetrin toiminta määritellään veren aspiraatiolla ja keittosuolaruiskutuksella (1; 6)</li> <li>• veren aspirointi, kun laskimoportti on läpäisty neulalla (1; 10)</li> <li>• veren aspirointi keskuslaskimokatetrasta (4)</li> <li>• varmistetaan, että laskimoyhteys toimii eikä ole tukossa (4; 5)</li> </ul>	Aspiointi	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• potilaan tarkkailu mahdollisten komplikaatioiden varalta (10)</li> </ul>	Potilaan tarkkailu	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• keskuslaskimokatetria käytettäessä käytetään aseptista tekniikkaa (8)</li> </ul>	Aseptiikka	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• keskuslaskimokatetria käytettäessä tulisi katetriin ruiskuttaa hepariinia ennen ja jälkeen tutkimuksen (8)</li> <li>• hepariini tutkimuksen jälkeen (10)</li> </ul>	Hepariini	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• tiukkoja turvallisuusohjeita noudattaen komplikaatioita ei esiintynyt (4)</li> <li>• olisi suositeltavaa, että jokaisella laitoksella olisi omat turvallisuusohjeet (8)</li> </ul>	Ohjeet	

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka
<ul style="list-style-type: none"> <li>• laskimoporttien käyttö saattaa lisätä potilaan mukavuutta diagnostisen kuvantamisen aikana (1)</li> <li>• perifeerisen laskimoyhteyden asettaminen voi olla kivuliasta ja vaikeaa (7)</li> <li>• potilaat toivovat käytettävän paineenkestävää keskuslaskimoporttia perifeerisen laskimoyhteyden sijaan (7)</li> </ul>	Potilaan toiveet	<b>Potilaaseen liittyvät tekijät</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• porttikapseli voi dislokoitua helpommin, jos portti on asetettu rintakudokseen (7)</li> <li>• suuririntaisilla naisilla dislokoitumisen riski korkeampi (7)</li> </ul>	Suuret rinnat	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• keskuslaskimokatetrit ovat lapsipotilailla helpommin rupturoituvia, koska niiden luumen on pienempi (9)</li> </ul>	Lapsipotilas	

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka
<ul style="list-style-type: none"> <li>• porttikatetrin pään dislokaatioita ei havaittu (1)</li> <li>• porttikammiot eivät muuttaneet asentoaan (1)</li> <li>• 15,4 % injektioista PIPICC:in sijainti muuttui (2)</li> <li>• katetrin paikaltaan siirtyminen on yleistä, jos PIPICC (2)</li> <li>• on epätodennäköistä, että katetrin pää liikkuu kliinisesti asianmukaisilla ruiskutusnopeuksilla (3)</li> <li>• 36,6 % porteista vetäytyi sisäänpäin yli 3 cm (7)</li> <li>• porttikapselin paino voi vaikuttaa portin siirtymiseen (7)</li> <li>• ei dislokaatioita (8; 10)</li> </ul>	Dislokaatio	Käyttöön liittyvät riskitekijät
<ul style="list-style-type: none"> <li>• hajotessaan 3-luumeniset Arrow-katetrit rikkoutuivat navan ja kolmen luumenin yhtymäkohdassa (3)</li> <li>• yksikään laskimoyhteys ei vaurioitunut (6; 10)</li> <li>• ei katetrin rikkoutumisia (8)</li> <li>• kaksi keskuslaskimokatetreista repeytyi (4,3 Fr yksiluumeninen) (9)</li> </ul>	Hajoaminen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ei harmia potilaalle paitsi mahdollinen tarve asettaa uusi keskuslaskimoyhteys (4)</li> <li>• vaikea portin sisäänpäin vetäytyminen aiheutti keskuslaskimoportin poistamisen (7)</li> </ul>	Poistaminen tai uuden katetrin asettaminen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ei vakavia seurauksia paineruiskutuksen aikana tai jälkeen käyttäen keskuslaskimoporttia (1)</li> <li>• täysin implantoituja keskuslaskimoportteja voi käyttää paineruiskutukseen ilman suurentunutta komplikaatoriskiä (1)</li> <li>• ekstravasaatiota ei havaittu (1; 10)</li> <li>• embolisaatioita havaittu (2)</li> <li>• ei havaittuja ongelmia (4; 8)</li> <li>• haitallisen tapahtuman riski on pieni (5)</li> <li>• havaittuja komplikaatioita oli 15,4 % (7)</li> <li>• yksi ilmarinta, yhdeksän infektiota, yksi fibriinin muodostuminen katetriin ja yksi katetrin tukkeutuminen (7)</li> <li>• havaittu yhdeksän infektiota (7)</li> <li>• vain yksi infektio havaittu (8)</li> <li>• onnistuneita injektioita 94 % (8)</li> <li>• ruiskutus turvallista ja käyttökelpoista (8; 10)</li> </ul>	Komplikaatiot	