



Ekstravasaatio isotooppi- injektio-tilanteessa

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Heliannukka Huuska

Satu Mäkelä

Iina Peltola

OPINNÄYTETYÖ
Syyskuu 2022

Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

HUUSKA, HELIANNUKKA; MÄKELÄ, SATU & PELTOLA, IINA:
Ekstravasaatio isotooppi-injektiotilanteessa
Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö 56 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Syyskuu 2022

Isotooppi-injektiotilanteessa on mahdollista, että annettava radioaktiivinen lääke joutuu ekstravasaation seurauksena suonta ympäröivään kudokseen. Ekstravasaatio voi aiheuttaa potilaalle vakavan kudonvaurion. Ekstravasaation ennaltaehkäisyyn on syytä kiinnittää erityistä huomioita ja tuntea toimintatavat ekstravasaation tapahtuessa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota kansainvälistä tietoa isotooppi-injektiotilanteesta tapahtuvasta ekstravasaatiosta ja tavoista, miten sen tapahtuessa toimitaan. Tarkoituksena oli lisäksi löytää tutkittua tietoa siitä, millaisia vaurioita radioaktiivinen lääke voi aiheuttaa joutuessaan suonen ulkopuolisiin kudoksiin. Tavoitteena oli tuottaa suomenkielistä tietoa yhteistyötaholle, Pirkanmaan sairaanhoitopiiriin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitokselle. Opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat: Miten toimitaan ekstravasaation tapahtuessa isotooppi-injektiotilanteessa? Mitä vaurioita isotooppi-injektiotilanteesta tapahtuva ekstravasaatio aiheuttaa suonen ulkopuolisissa kudoksissa?

Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena ja tiedonhaku toteutettiin Scopus- ja ScienceDirect -tietokannoissa. Lisäksi tehtiin täsmähakuja The Journal of Nuclear Medicine ja The Radiation Safety Journal -lehtiin. Manuaalista hakua käytettiin aineiston laajentamiseksi. Yhteensä opinnäytetyön aineistoon valikoitui 17 artikkelia.

Tulosten perusteella yleisimmät toimintatavat ekstravasaation tapahtuessa olivat pistoalueen lämmittäminen, käden kohotus sekä pistoalueen hellävarainen hieronta. Keinoilla pyrittiin tehostamaan imunestekiertoa ja radioaktiivisen lääkkeen poistumista pistoalueelta. Ekstravasaatio voi olla oireeton, tai aiheuttaa potilaalle esimerkiksi paikallista punoitusta ja turvotusta. Vakavimmillaan se voi johtaa säteilypalovammaan tai kudon nekroosiin. Vaurioiden vakavuus riippuu käytetystä säteilylajista. Gammasäteilijöihin verrattuna alfa- ja beetasäteilijät aiheuttavat vakavampia vaurioita kudoksille ekstravasaation yhteydessä.

Toimintatavoissa ekstravasaation tapahtuessa oli paljon eroavaisuuksia, mikä selittyy sillä, ettei kaikille radioaktiivisille lääkkeille ole yhteneväisiä ohjeita. Tulosten perusteella tapauksia jää myös raportoimatta, mikä vääristää haittavaikutusten tiedettyä kokonaismäärää ja niiden laatua. Aihetta olisi tärkeää tutkia laajemmin, jotta saataisiin yhteneväiset toimintaohjeet eri säteilijöiden ekstravasaatioiden varalle.

Asiasanat: ekstravasaatio, radioaktiivinen lääke, säteilyn haittavaikutukset

ABSTRACT

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

HUUSKA, HELIANNUKKA; MÄKELÄ, SATU & PELTOLA, IINA:
Extravasation in Administration of Radiopharmaceuticals
A Descriptive Literature Review

Bachelor's thesis 56 pages, appendices 10 pages
September 2022

An extravasation occurs when a radiopharmaceutical is inadvertently injected into the tissue surrounding the injection site instead of into the vein. Extravasation can potentially lead to severe soft tissue damage. It is important to understand possible consequences and interventions in prevention of extravasation.

The purpose of this study was to gather international information of consequences and interventions after extravasation of diagnostic and therapeutic radiopharmaceuticals. The purpose of this study was also to find research data about the tissue damages that extravasation of radiopharmaceuticals can potentially cause. The aim of this study was to produce information in Finnish to a cooperation partner.

This study was conducted as a descriptive literature review. The data was collected from Scopus and ScienceDirect databases, The Journal of Nuclear Medicine and The Radiation Safety Journal. In addition eight articles were found from the references of other articles. The data of this study consisted of 17 articles.

According to the results, the most common interventions were application of heat, elevation of the arm and gentle massage around the injection site. It was also found that extravasations of radiopharmaceuticals can potentially lead to severe tissue damage such as skin necrosis and radiation burn.

The findings indicate that there is a great deal of variation on interventions after extravasation of radiopharmaceuticals. The lack of data underlines the need for further scientific research on this topic to establish compatible guidelines for various radiopharmaceuticals.

Key words: extravasation, radiopharmaceutical, tissue damage

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KANYLOINTITEKNIikka JA EKSTRAVASAATIO	7
3	SÄTEILYN BIOLOGISET VAIKUTUKSET	13
	3.1 Ionisoiva säteily ja radioaktiivinen hajoaminen	13
	3.2 Säteilyn geneettiset vaikutukset	15
	3.3 Säteilyn terveyshaitat	16
4	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	18
5	MENETELMÄ JA AINEISTO	19
	5.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus	19
	5.2 Katsauksen vaiheet ja tutkimuskysymysten muodostaminen	20
	5.3 Aineiston haku ja valinta	21
	5.4 Aineiston analyysi	25
6	TULOKSET	27
	6.1 Toimintatavat ekstravasaation tapahtuessa	27
	6.2 Ekstravasaation aiheuttamat vauriot suonen ulkopuolisissa kudoksissa	29
7	POHDINTA	32
	7.1 Tulosten yhteenveto	32
	7.2 Opinnäytetyön luotettavuuden ja eettisyyden arviointi	35
	7.3 Oma oppimiskokemus	37
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	46
	Liite 1. Aineiston esittely osa 1	46
	Liite 2. Aineiston esittely osa 2	48
	Liite 3. Aineiston pelkistys	51
	Liite 4. Aineiston luokittelu	55

1 JOHDANTO

Isotooppilääketiede on lääketieteen erikoisala, jossa sairauksien diagnosointiin ja hoitoon käytetään lääkeaineisiin liitettyjä radioaktiivisia isotooppeja, eli radioaktiivisia lääkkeitä (Kajaluoto & Liukkonen 2020). Isotooppitutkimuksilla voidaan tutkia elimistön toiminnallisia ja aineenvaihdunnallisia muutoksia (Korpela 2004, 220) hyödyntäen tunnettuja isotooppeja ja lääketieteen teknologiaa (Sovijärvi ym. 2018, 5). Suomessa suurin osa tehdyistä isotooppitutkimuksista liittyy kasvainten kuvantamiseen. Säteilyturvakeskuksen mukaan Suomessa tehdään noin 40 000 isotooppitutkimusta vuodessa. Yleisimmät isotooppitutkimuksissa käytetyt isotoopit ovat ^{99m}Tc ja ^{18}F . (Kajaluoto & Liukkonen 2020.) Isotooppihoitoja käytetään määrällisesti eniten hyvänlaatuisten sairauksien hoitoon, kuten kilpirauhasen liikatoimintaan (Kairemo 2018, 366). Isotooppihoitojen määrä on kasvanut viimeisten vuosien ajan ja vuonna 2018 isotooppihoitoja annettiin Suomessa 2571 kappaletta (Kajaluoto & Liukkonen 2020).

Isotoopilla tarkoitetaan saman alkuaineen eri muotoja, jotka eroavat toisistaan ytimessä olevien neutronien lukumäärän perusteella. Lääketieteessä käytetyissä isotoopeissa on käyttöominaisuuksiltaan paljon eroja perustuen niiden fysikaalisiin ominaisuuksiin, kuten puoliintumisaikaan ja ominaisenergiaan. (Kemppainen & Tuokkola 2018, 290–291.) On tärkeää tuntea eri säteilijöiden ominaisuudet, jotta niitä osataan käyttää oikeaoppisesti ja toiminta on säteilyhygieenistä (Bailey, Humm, Todd-Pokropek & van Aswegen 2014, 93–94).

Isotooppilääketieteessä radioaktiivinen lääke injisoidaan useimmiten verenkiertoon (Iivanainen & Syväoja 2016, 447, 455). Terveystieteessä kanyloinnin saa suorittaa vain ammattihenkilö, jolla on riittävästi koulutusta ja kokemusta aiheesta (Laukkanen & Ruokoniemi 2021, 34). On tärkeää, että pistoalueen anatomia tunnetaan riittävän hyvin, jotta vältetään valtimoihin tai hermoihin pistämiseltä. Yleensä esimerkiksi kyynärtaipeen laskimot soveltuvat hyvin perifeerisen kanyylin paikaksi. (Brooks 2014, 20.) On mahdollista, että kanyloinnin aikana suoni puhkeaa virheellisen pistotekniikan seurauksena (Brooks 2014, 54), mikä voi johtaa injisoitavan nesteen pääsyyn suonta ympäröivään kudokseen, eli ekstravasatioon (Iivanainen & Syväoja 2016, 447, 455).

Tässä opinnäytetyössä ekstravasaatiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa potilaalle suonensisäisesti annettava radioaktiivinen lääke päätyy suonen sijasta ympäröivään ihonalaiskudokseen. Mahdollisen säteilyä aiheutuvan haitan tai kudosaaurion vakavuuteen vaikuttaa esimerkiksi säteilylaji, säteilyannos, annosnopeus ja altistusaika (Paile 2002b, 50; Saha 2006, 208). Tiheästi jakautuvat solut ja kudokset, kuten iho, limakalvot ja luuydin, ovat erityisen herkkiä säteilyn aiheuttamille vaurioille (Paile 2002b, 50). Säteilyn vaikutukset kudoksessa voidaan jakaa suoriin ja satunnaisiin haittavaikutuksiin, joiden välillä on monia periaatteellisia eroja (Paile 2002a, 44).

Ionisoivan säteilyn käyttöä ohjataan säteilylailla, jonka tarkoituksena on suojella ihmisten terveyttä. Ionisoivaa säteilyä käytettäessä on mahdollista aiheuttaa altistettavalle henkilölle terveydellistä haittaa, kuten suurentunutta riskiä sairastua syöpään tai saada muu vakava perinnöllinen haitta. Erityisen suurissa altistuksissa on mahdollista aiheuttaa jopa säteilyvaurioita. Säteilyn käyttö terveydenhuollossa edellyttää, että säteilyaltistukset ovat aina yksilöllisesti oikeutettuja ja optimoituja, jotta saavutettu hyöty on suurempi kuin mahdollinen haitta. (Lajunen ym. 2015, 5; Säteilylaki 859/2018.)

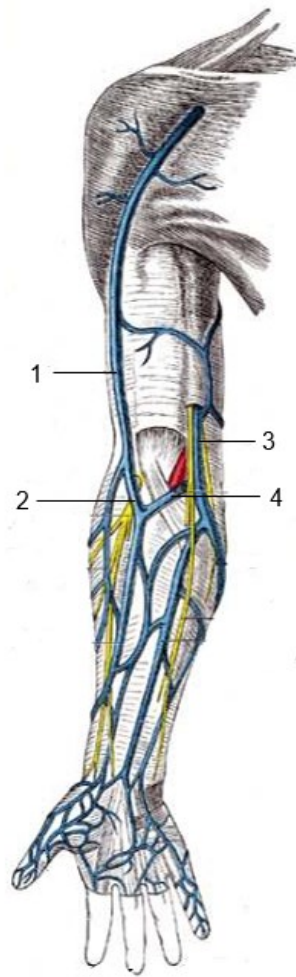
Tämän opinnäytetyön aihe on ekstravasaatio isotooppi-injektiotilanteessa. Opinnäytetyö on toteutettu kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Opinnäytetyön aihe on tärkeä, sillä suomenkielistä aineistoa tai yhtenäisiä ohjeistuksia ekstravasaa-tion varalle on niukasti. Aiheesta tarvittiin lisätietoa osaamisen tueksi käytännön työhön. Yhteistyökumppanina toimi Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamis-keskus- ja apteekkiliikelaitos.

2 KANYLOINTITEKNIikka JA EKSTRAVASAATIO

Kun radioaktiivisia lääkkeitä käytetään kuvantamiseen ja hoitoihin, lääke annostellaan potilaaseen usein laskimonsisäisesti kanyylin kautta (Korpela 2004, 228). Kanyloinnin saa suorittaa vain terveydenhuollon ammattihenkilö, jolla on riittävästi koulutusta ja kokemusta asiasta. Henkilön tulee tuntee käytetyn lääkeaineen ominaisuudet, sekä toimintatavat mahdollisessa poikkeustilanteessa. (Haddaway 2007, 64–72; Kim, Park, Lee, & Cheon 2020.)

Röntgenhoitaja saa laillistettuna ammattihenkilönä toteuttaa lääkehoitoa niiltä osin, kuin se on tutkintoon sisältynyt. Tarvitaan kuitenkin asianmukainen lisäkoulutus sekä yksikön lääkehoidosta vastuussa olevan lääkärin kirjallinen lupa vaativan lääkehoidon toteuttamiseen. Tämä koskee esimerkiksi varjoaineiden sekä radioaktiivisten lääkkeiden antamista, jolloin työntekijän osaaminen tulee varmistaa käytännössä. (Laukkanen & Ruokoniemi 2021, 34.)

On tärkeää, että kanyloinnin suorittava henkilö tuntee laskimoiden anatomiaa pistoalueella, jotta voidaan välttyä hermoihin tai valtimoihin pistämiseltä (Brooks 2014, 20). Kanyloinnin onnistumiseksi kannattaa valikoida mahdollisimman pinnallinen laskimo (Prohealth n.d). Kuvassa 1 esitetään kyynärtaipeen pinnallisia laskimoita, joista yksi yleisimmin kanylointiin käytetty on kyynärtaipeen välilaskimo (numero 4, vena mediana cubiti). Muita hyviä pinnallisia laskimoita ovat käsivarren ulompi iholaskimo (1, vena cephalica), kyynärtaipeen keskilaskimo (2, vena cephalica mediana) ja käsivarren sisempi iholaskimo (3, vena basilica). (Sand, Sjaastad, Haug, Bjålie 2016, 306.)



KUVA 1. Kynärtaipeen pinnalliset laskimot (Prohealth n.d., muokattu)

Ennen kanyloinnin aloittamista työntekijä desinfioi kätensä ja varaa esille kaikki kanyloinnissa tarvittavat välineet, sekä valmistelee ne käyttökuntoon. Työskentely-ympäristön tulee olla rauhallinen ja valaistuksen riittävä. Työskentelyasento tulee säätää toimenpiteen suorittajalle sopivaksi ja potilasta pitää informoida toimenpiteestä. Kaikissa työskentelyn vaiheissa tulee huomioida aseptisuus ja tarvikkeiden steriiliyden säilyminen. Turvallisinta on kanyloida tehdaspuhtaat kertakäyttöiset hanskat kädessä. Potilaan asento voi olla makuulla tai istualtaan. Potilasta voidaan haastatella mahdollisten aikaisempien kanylointihaasteiden selvittämiseksi. Aluksi kannattaa tarkastella potilaan molempia käsivarsia, jotta saa yleiskuvan ihon ja suonien kunnosta. Kanyloinnissa tulisi välttää alueita, joilla on turvotusta, punoitusta tai ihorikkoja. Staassi kiristetään noin 7–8 cm päähän valikoidun pistoalueen proksimaalipuolelle (kuva 2), niin että radialispulssi tuntuu yhä. Sormenpäillä tunnustellaan suonia ja valitaan pistettävä kohta. (Shaw 2016, 43; Hiekkänen & Rimpiläinen 2020, 291–292.)



KUVA 2. Staassin kiristyspaikka (Mäkelä 2022)

Kun suoni on valittu, pistokohta desinfioidaan pyyhkäisemällä kerran esimerkiksi desifointipyyhkeellä. Pistokohdan suoni stabiloidaan tukevalla otteella kädestä. Sopiva pistokulma on noin 10–40 astetta (kuva 3), riippuen suonen pinnallisuudesta. Mitä pinnallisempi suoni on, sitä loivempi pistokulman tulee olla. (Shaw 2016, 44; Hiekkänen & Rimpiläinen 2020, 291–292.)



KUVA 3. Sopivan pistokulman valinta (Mäkelä 2022)

Kun neula lävistää suonen, indikaatiokammioon virtaa verta. Kanyylin kulmaa tulee tällöin laskea ja kanyyliä työntää muutama millimetri eteenpäin suonessa. Kun neulaa vetää vähän ulos kanyylistä, indikaatiokammion tulisi täyttyä kokonaan verellä (kuva 4). Neulaa vedetään varovasti ulospäin kanyylistä ja samalla kanyyliä uitetaan pidemmälle suonessa, aina siihen saakka, että kanyylin runko jää ihon pintaa vasten. (Shaw 2016, 44; Hiekkänen & Rimpiläinen 2020, 291–292.)



KUVA 4. Indikaatiokammion täyttyminen verellä (Mäkelä 2022)

Kanyylin ollessa kokonaan suonessa neula vedetään ulos kanyylistä. Suonta tulee samalla painaa pistokohdan proksimaalipuolelta kevyesti sormella, jotta kanyylistä ei virtaa ulos verta. Käytetty neula laitetaan välittömästi särmäisjäteastiaan. Kanyyliin toiminta varmistetaan ruiskuttamalla sen kautta esimerkiksi keittosuolaliuosta. Kanyylin paikallaan pysyminen varmistetaan teippaamalla se silkitteipillä (kuva 5) tai käyttämällä tarkoitukseen sopivaa muuta kiinnitysmenetelmää. (Shaw 2016, 45; Hiekkänen & Rimpiläinen 2020, 292–293.)



KUVA 5. Kanyylin kiinnittäminen käyttöä varten (Mäkelä 2022)

Kanyylin asettamiskohdan sijainti ja käytettävän neulan suuruus valitaan aina käyttötarkoituksen perusteella tapauskohtaisesti. Kanyylin suuruus ilmaistaan läpimitaltaan yksikössä Gauge (G). Käytettävän kanyylin koko tulee olla oikea suhteessa laskimon kokoon nähden, sillä liian suuri kanyyli voi johtaa verenvirtauksen tukkeutumiseen ja suonien seinämien rikkoutumiseen. Annettavan lääkeaineen viskositeetti, potilaan ikä ja suonien kunto on myös olennaista ottaa huomioon kanyylin kokoa valikoitaessa. (Hadaway 2007, 64–72.)

Ennen lääkeaineen injisointia tulee arvioida kanyylin toimivuus suonessa, esimerkiksi katsomalla, että veri virtaa ulos kanyylista tai huuhtelemalla kanyyliä keittosuolaliuoksella (Hadaway 2007, 64–72). Potilasta kanyloitaessa on mahdollista, että suoni lävistetään tai se puhkeaa ruiskutuksen tuoman paineen vaikutuksesta, mikä mahdollistaa injisoitavan nesteen pääsyn suonta ympäröivään kudokseen eli ekstravasaation (Iivanainen & Syväoja 2016, 447, 455; Kim ym. 2020). Yleisimpiä oireita ekstravasaation jälkeen ovat kipu, arkuus, turvotus ja punoitus pistokohdassa. Iholla voi myös tuntua pistelyä, kirvelyä tai poltetta. (Hadaway 2007, 64–72; Kim ym. 2020.)

Ekstravasaation tapahtuessa tulee injektion antaminen keskeyttää välittömästi, irrottaa infuusioletku tai ruisku kanyylista ja yrittää aspiroida puhtaalla ruiskulla lääkeainetta takaisin. Raajan kohottaminen voi auttaa lääkeaineen imeytymistä alentamalla kapillaarin hydrostaattista painetta. Myös paikallisella lämpökäsittelyllä on todettu olevan hyötyä vähentämään paikallista kudosten reaktiota. Paikalle tulisi pyytää aina lääkäri arvioimaan tilannetta sekä tarvittavia jatkotoimenpiteitä ja -tutkimuksia. (Hadaway 2007, 64–72.)

Ekstravasaatio radioaktiivisten aineiden yhteydessä voi johtaa vakaviin pehmytkudosten vaurioihin. Vaikka ekstravasaatio on yleisesti tiedossa oleva haittatapahtuma, sen lääketieteellisistä seurauksista, mahdollisista toimenpiteistä ja niiden tehokkuudesta tiedetään vielä vähän. Toimintaohjeita ekstravasaation tapahtuessa on vain yksittäisille radioaktiivisille lääkkeille. (Van der Pol, Vöö, Bucerus & Mottaghy 2017, 1234.) Säteilyn aiheuttamat vaikutukset kudoksessa riippuvat säteilylajista ja -annoksesta, annosnopeudesta ja annoksen jakautumisesta kudoksiin (Paile 2002b, 50).

3 SÄTEILYN BIOLOGISET VAIKUTUKSET

3.1 Ionisoiva säteily ja radioaktiivinen hajoaminen

Ionisoivalla säteilyllä tarkoitetaan säteilyä, joka kykenee irrottamaan aineesta elektroneja ja rikkomaan sen molekyyliä (Bailey ym. 2014; Peltonen, Perkkiö & Vierinen 2018, 436). Se voidaan jakaa sähkömagneettiseen- ja hiukkassäteilyyn. Sähkömagneettista säteilyä ovat esimerkiksi gamma- ja röntgensäteily, hiukkassäteilyä puolestaan alfa-, beeta- ja neutronisäteily. Ionisoivaa säteilyä syntyy esimerkiksi radioaktiivisen hajoamisen sekä ydinreaktioiden yhteydessä. (Sandberg & Paltemaa 2002, 12.)

Radioaktiivisella hajoamisella on kolme päämuotoa, jotka ovat alfa-, beeta- ja gammahajoaminen (Krizsan 2016, 9). Radioaktiivisessa hajoamisessa atomin ydin muuttuu toiseksi ytimeksi. Hajoaminen on spontaani prosessi, jossa epävakaa emonuklidi emittoi hiukkasen tai sähkömagneettista säteilyä, ja muuttuu siten vakaampaan muotoon tytärnuklidiksi. Jos syntynyt tytärnuklidi on edelleen virittynyt, se jatkaa radioaktiivista hajoamista, kunnes saavuttaa vakaan muodon. (Sandberg & Paltemaa 2002, 19; Bailey ym. 2014, 16.)

Alfahajoamisessa emonuklidi emittoi ytimestään kahdesta protonista ja kahdesta neutronista muodostuneen alfahiukkasen (Sandberg & Paltemaa 2002, 20; (Krizsan 2016, 9). Tällaista hajoamista tapahtuu pääosin raskailla nuklideilla (Sandberg & Paltemaa 2002, 20). Alfäsäteily on tiheästi ionisoivaa hiukkassäteilyä, joka aiheuttaa runsaasti ionisaatioita koko kulkureittinsä varrella. Tästä syystä se pystyy aiheuttamaan soluihin vaikeasti korjattavissa olevia vaurioita. Hiukkasten kulkema reitti kudoksessa on kuitenkin suora ja hyvin lyhyt, vain muutamia kymmeniä mikrometrejä. (Mustonen & Salo 2002, 29.) Alfäsäteilijää ^{223}Ra (Xofigo®) käytetään esimerkiksi eturauhassyöpäpotilailla kivunhoitoon (Kairemo 2018, 374).

Beetahajoamisessa atomin ytimen varaus muuttuu, mutta massaluku ei. (Sandberg & Paltemaa 2002, 21). Tämä voi tapahtua β^- tai β^+ -hajoamisen kautta. β^- -hajoamisessa yksi ytimen neutroneista muuttuu protoniksi ja elektroniksi, jonka

seurauksena syntynyt elektroni sekä niin kutsuttu neutriino sinkoutuvat ulos ytimestä. Ytimeistä sinkoavaa elektronia kutsutaan beetahiukkaseksi. β^+ -hajoamisessa puolestaan yksi ytimen protoneista muuttuu neutroniksi ja positroniksi. Tapahtuman seurauksena ydin emittoi syntyneen positronin sekä neutriinon. (Krizsan 2016, 9.) Positronin törmätessä ympäröivässä tilassa olevaan elektroniin, tapahtuu niin kutsuttu annihilaatio. Annihilaatiossa positroni ja elektroni yhdistyvät ja muuttuvat kahdeksi saman energian (511 keV) omaavaksi, vastakkaisiin suuntiin kulkevaksi gammakvantiksi. (Sandberg & Paltemaa 2002, 21; Krizsan 2016, 9.) Koska beetahiukkasella on huomattavasti pienempi massa kuin alfahiukkasella, sen kantama on pidempi ja mutkittelevampi. Beetahiukkasilla ei myöskään ole yhtä suurta varausta kuin alfahiukkasilla, joten beetasäteily on harvemmin ionisoivaa alfasäteilyyn verrattuna. (Sandberg & Paltemaa 2002, 39–41.) Beetasäteilyn kantama kudoksessa on vain muutamia millimetrejä (Korpela 2004, 242). Lyhyen kantaman vuoksi koko säteilyenergia absorboituu pinnallisiin kudoksiin, mikä tekee siitä erityisen vaarallista esimerkiksi iholle sekä ihonalaisille kudoksille (Paile 2002b, 50). Tavallisia isotooppihoidoissa käytettyjä beetasäteilijöitä ovat ^{90}Y , ^{177}Lu ja ^{131}I . Esimerkiksi ^{90}Y -isotoopista valmistettavaa Zevalin®-lääkettä käytetään uusiutuvan follikulaarisen lymfooman hoidossa. (Mäenpää & Tenhunen 2012, 2210.)

Gammasäteilyä voi syntyä usealla eri tavalla, esimerkiksi alfa- tai beetahajoamisen seurauksena syntyneen tytärnuklidin siirtymisessä vakaampaan tilaansa. Siirtyminen voi tapahtua lähes välittömästi tytärnuklidin syntymisen jälkeen, jolloin tapahtumaa voidaan pitää jopa osana hajoamisprosessia, tai myöhemmin niin kutsutussa isomeerisessä transitiossa. Gammahajoamiseksi kutsutaan tapahtumaa, jossa virittynyt tytärnuklidi emittoi viritysenergiansa yhtenä tai useampana gammakvanttina. (Bailey ym. 2014, 27.) Gammasäteet pystyvät kulkemaan kudoksessa huomattavasti pidempiä matkoja kuin esimerkiksi alfahiukkaset, jopa useita senttimetrejä. Usein vasta tämän jälkeen ne vuorovaikuttavat kudoksen elektronien kanssa sysäten niitä liikkeelle. Pidemmän kantaman vuoksi gammasäteilyn mahdollisesti aiheuttamat säteilyvauriot ilmentyvät syvemmillä kudoksissa. (Mustonen & Salo 2002, 29.) Gammasäteilijä $^{99\text{m}}\text{Tc}$ on lääketieteessä yleisimmin käytetty isotooppi sen erinomaisten kuvantamisominaisuuksien ja lyhyen puoliintumisajan vuoksi (Kemppainen & Tuokkola 2018, 291–292).

3.2 Säteilyn geneettiset vaikutukset

Ihmisen perimäaines eli DNA on herkkä erilaisille vaurioille, jotka voivat saada alkunsa niin solun sisäisistä tapahtumista kuin solun ulkopuolisista tekijöistä. Ionisoiva säteily voi vaurioittaa solun toimintaa ulkopuolelta, mutta myös solun normaalin aineenvaihdunnan seurauksena voi syntyä useita DNA-vaurioita päivittäin. Vaurioiden vakavuus riippuu siitä, kykenevätkö solut korjaamaan niitä. Vaurio DNA:ssa voi johtaa muun muassa syöpäsolumen esiasteen kehittymiseen, perimän muutokseen tai solukuolemaan. Toisaalta vaurio voi korjaantua ja solun normaali toiminta jatkuu. (Mustonen & Salo 2002, 28–31.)

Säteilystä aiheutuvan vaurion vakavuuteen vaikuttaa muun muassa säteilyannos, annosnopeus, altistusaika sekä säteilylaji (Paile 2002b, 50, Saha 2006, 238). Ionisaatioista suurin osa tapahtuu yksittäisissä molekyyleissä, joiden vaurioituminen ei vaikuta solun toimintaan. Solun toiminnan kannalta vakava haitta syntyy, mikäli vaurio tapahtuu kriittisessä osassa DNA-molekyyliä tai primäärimuutoksia syntyy merkittävän paljon. Yhden säikeen katkos DNA:ssa korjaantuu lähes aina eikä näin ollen synnytä terveyshaittaa. Myöskään DNA:n molempien säikeiden katkos ei aiheuta terveyshaittaa, mikäli solujen kokonaismäärä ei ole suuri, katkos ei ole elintärkeässä kohdassa tai solu pystyy itse korjaamaan syntyneen katkoksen. Kuitenkin, jos suuri määrä soluja vaurioituu tai katkos korjaantuu virheellisesti, voi siitä seurata terveyshaitta. (Servomaa & Rytömaa 1997, 41–43.)

Yksittäisten solujen tasolla on vaikea ennakoida säteilyn vaikutuksia, koska säteily jakautuu epätasaisesti kudoksessa. Yksittäinen solu tai tuma voi saada vaarallisen suuren annoksen, vaikka itse kudoksen mitattu annos olisi pieni. Varauksellinen hiukkanen ionisoi atomeja vain kulkureittinsä lähellä ja törmää satunnaisesti atomien elektroneihin. Tämä selittää paikalliset erot annoksissa solutasolla. Erityisen merkittäviä annoseroja aiheuttaa tiheään ionisoiva säteily. (Mustonen & Salo 2002, 29–30.)

3.3 Säteilyn terveyshaitat

Säteilyn vaikutukset kudoksessa voidaan jakaa suoriin ja satunnaisiin haittavaikutuksiin, joiden välillä on monia periaatteellisia eroja (Paile 2002a, 44). Säteilyn deterministisellä eli suoralla haittavaikutuksella tarkoitetaan säteilystä aiheutuvaa varmaa haittaa, joka johtuu laajasta solutuhosta ja liittyy suuriin säteilyn kertaannoksiin. Deterministisiä haittavaikutuksia ilmenee, kun säteilyn määrä kohdekudoksessa ylittää tietyn kynnsarvon. Säteilyvaurion vakavuus on riippuvainen säteilyn määrästä, eli mitä suurempi on annos, sitä suurempi on haitta. (Paile 2002a, 44; Lundholm, Brzozowska & Wojcik 2016, 50.) Haittavaikutukset voivat ilmetä välittömästi säteilyaltistuksen jälkeen, tai viivästyneesti jopa kuukausien tai vuosien kuluttua (Lundholm, Brzozowska & Wojcik 2016, 50).

Tiheästi jakautuvat solut ja kudokset, kuten iho, limakalvot ja luuydin, ovat erityisen herkkiä säteilyn aiheuttamille vaurioille (Paile 2002b, 50). Iho vaurioituu herkästi, etenkin joutuessaan kosketuksiin radioaktiivisen aineen kanssa (Paile 2002b, 57). Jo muutaman grayn (Gy) paikallinen sädeannos aiheuttaa ihossa punoitusta, jonka lisäksi myöhemmin saattaa ilmetä muita komplikaatioita. 10 Gy annos puolestaan johtaa muutamien viikkojen kuluessa altistuksesta kuivaan hilseilyyn, ja 15 Gy annos ihon tyvisolukerroksen vaurioitumiseen ja kosteaan hilseilyyn. Tällöin ihoon syntyy nesterakkuloita ja lopulta iho kuoriutuu aiheuttaen palovammaa muistuttavan vuotavan pinnan. Yli 20 Gy annos tuhoaa tyvisolukerroksen täysin. Tämän seurauksena syntyy haavauma, jonka paraneminen on hidasta. Suurten, yli 15–20 Gy paikallisten annosten yhteydessä ihoon voi syntyä vielä kolmas punoitusaalto kuukausien kuluttua alkuperäisestä altistuksesta. Tämä johtuu altistuneen alueen verisuonten vaurioitumisesta, joka voi johtaa verisuonten arpeutumiseen ja siten tukkeutumiseen. Jos kudokset joutuvat verisuonitukoksen vuoksi hapenpuutteeseen, alueelle voi syntyä kudonkuolio eli nekroosi tai uusia haavaumia. (Paile 2002b, 57–58; Saha 2006, 253–254.)

Stokastisilla haittavaikutuksilla tarkoitetaan satunnaista haittaa, jonka ilmenemistä ei voida ennustaa eikä sille ole tiettyä säteilyn kynnsarvoa. Stokastinen haittavaikutus syntyy säteilyn aiheuttamasta sellaisesta vauriosta solun perimässä, jota solu ei ole kyennyt korjaamaan. (Lundholm, Brzozowska & Wojcik

2016, 50.) Haitan vakavuus ei ole riippuvainen säteilyn määrästä, mutta sen todennäköisyys kasvaa sädeannoksen kasvaessa. Haitan kokonaisriski syntyy koko eliniän aikana saadusta kumulatiivisesta sädeannoksesta. Stokastisia haittavaikutuksia ovat esimerkiksi syöpä tai jokin perinnöllinen haitta. (Paile 2002a, 45–46.)

4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota kansainvälistä tietoa isotooppi-injektiotilanteessa tapahtuvasta ekstravasaatiosta. Tarkoituksena on löytää tutkittua tietoa siitä, miten sen tapahtuessa toimitaan ja millaisia vaurioita radioaktiivinen lääke voi aiheuttaa joutuessaan suonen ulkopuolisiin kudoksiin. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa suomenkielistä tietoa yhteistyötaholle, jolloin tuloksia voidaan hyödyntää yksikön tulevissa toimintaohjeissa. Opinnäytetyön aihe on tärkeä, sillä suomenkielistä koottua aineistoa tai yhtenäisiä ohjeistuksia aiheesta ei ole. Opinnäytetyö toteutetaan kuvailevana kirjallisuuskatsauksena.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä ovat:

1. Miten toimitaan ekstravasaation tapahtuessa isotooppi-injektiotilanteessa?
2. Mitä vaurioita isotooppi-injektiotilanteessa tapahtuva ekstravasaatio aiheuttaa suonen ulkopuolisissa kudoksissa?

5 MENETELMÄ JA AINEISTO

5.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksen tyyppiä on olemassa useita erilaisia, joista yleisimpinä pidetään kuvailevia katsauksia, systemaattisia katsauksia sekä niin kutsuttua meta-analyysiä tai metasynteesiä. Katsaustyyppit poikkeavat toisistaan esimerkiksi käytettyjen menetelmien, tutkimusotteen tai tutkimusprosessin mukaan. Jokainen katsaus sisältää kuitenkin kirjallisuuskatsaukselle tyypilliset osat, joita ovat kirjallisuuden haku, arviointi, aineiston perusteella tehty synteesi sekä analyysi. Katsaustyyppin valinta riippuu siitä, minkälaiseen tarkoitukseen katsausta tehdään. Yleisesti kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuitenkin lisätä ymmärrystä tutkittavasta aiheesta sekä arvioida ja kehittää olemassa olevaa teoriaa. Terveystieteiden tutkimuksessa kirjallisuuskatsausta voidaan myös käyttää toiminnan kehittämisessä näyttöön perustuvaksi. (Suhonen, Axelin & Stolt 2015, 7–8.)

Tämä opinnäytetyö päätettiin toteuttaa kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, sillä se sopi parhaiten työn tavoitteeseen ja tarkoitukseen. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuvata valittuun aiheeseen liittyvää aikaisempaa tutkimusta, sekä sen laajuutta ja määrää (Suhonen, Axelin & Stolt 2015, 9) ja näin muodostaa kokonaiskuva aikaisemmasta aiheeseen liittyvästä tiedosta (Niela-Vilén & Hamari 2015, 23). Katsauksen avulla voidaan tutkia, mitä halutusta ilmiöstä tiedetään, mitkä ovat ilmiön keskeisiä käsitteitä sekä esimerkiksi minkälaista keskustelua ilmiöstä käydään ja onko tieto yhdenmukaista tai väittelevää (Kangasniemi ym. 2013, 294). Tyypillisesti kuvailevan kirjallisuuskatsauksen aineistona käytetään tieteellisiä vertaisarvioituja tutkimuksia (Suhonen, Axelin & Stolt 2015, 9). Kuvaileva kirjallisuuskatsaus sopii hyvin esimerkiksi hajanaisiin tai pirstaleisiin aiheisiin, jolloin tavoitteena voi olla tiedon kokoaminen hyvien käytänteiden tai koulutuksen edistämiseksi (Kangasniemi ym. 2013, 295).

5.2 Katsauksen vaiheet ja tutkimuskysymysten muodostaminen

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen voidaan ajatella koostuvan neljästä eri vaiheesta, joita ovat 1) tutkimuskysymyksen muodostaminen, 2) aineiston valitseminen, 3) kuvailun rakentaminen ja 4) tuotetun tuloksen tarkasteleminen. Eri vaiheet eivät etene välttämättä tarkassa järjestyksessä, vaan osin päällekkäisesti toisiinsa nähden. (Kangasniemi ym. 2013, 294–295.) Tutkimuskysymyksen tai -ongelmien muodostaminen sekä työn tarkoituksen määrittäminen ovat keskeisiä, koko katsausprosessia ohjaavia tekijöitä. Onnistunut tutkimuskysymys on täsmällinen ja riittävästi rajattu, jolloin ilmiötä voidaan tarkastella syvällisesti. Toisaalta väljempi tutkimuskysymys mahdollistaa ilmiön tarkastelun useista eri näkökulmista. (Kangasniemi ym. 2013, 294–295; Niela-Vilén & Hamari 2015, 24.) Kysymyksen laajuutta määriteltäessä tulee ottaa huomioon itse työn laajuus sekä käytettävissä olevat resurssit. On myös hyvä suorittaa alustavia kirjallisuushakuja, jotta saadaan käsitys aiheesta löytyvän kirjallisuuden määrästä. (Niela-Vilén & Hamari 2015, 24–25.) Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen kaikissa vaiheissa tulee ottaa huomioon tutkimuksen eettisyys, kuten hyvä tutkimusetiikka ja sen noudattaminen. Tutkimuksen luotettavuutta tulee myös arvioida kaikissa tutkimuksen vaiheissa, jotta kyseessä olisi mahdollisimman johdonmukaisesti etenevä ja toistettavissa oleva kokonaisuus. (Kangasniemi ym. 2013, 293–298.)

Tutkimuskysymykset muodostettiin käsiteltävän aiheen ympärille heti opinnäytetyöprosessin alkuvaiheessa. Niiden laatimista ohjasivat yhteistyötahon toiveet työn tarkoituksesta ja tavoitteista, sekä aiempi tutkimusnäyttö aiheesta. Tutkimuskysymyksiä oli alun perin kolme, joista yksi käsitteli ekstravasaation ennaltaehkäisyä isotooppi-injektiotilanteessa. Alustavien kirjallisuushakujen myötä tultiin kuitenkin siihen tulokseen, että ennaltaehkäisystä saadaan riittävästi tietoa kirjallisuudesta osaksi käsitteellistä viitekehystä, eikä se toisi lisäarvoa tutkittavana osa-alueena. Sen käsittely omana tutkimuskysymyksenään olisi laajentanut myös aihetta ja aineistoa liikaa. Opinnäytetyöhön valitut tutkimuskysymykset käsitelivät toimintatapoja ekstravasaation tapahtuessa ja ekstravasaation aiheuttamia vauriota suonen ulkopuolisissa kudoksissa. Tutkimuskysymysten määrittämisen jälkeen suunniteltiin aineiston hakuprosessi ja artikkeleiden valinta.

5.3 Aineiston haku ja valinta

Aineistonkeruu suoritettiin systemaattisella kirjallisuushaulla, jossa tavoitteena oli löytää artikkelit, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiin. Hakuprosessi on tärkeä suunnitella huolellisesti etukäteen, sillä se on kirjallisuuskatsauksen keskeisin vaihe luotettavuuden suhteen. Sisäänotto- ja poissulkukriteerien huolellinen määrittäminen varmistaa katsauksen pysymisen aiheessa. (Niela-Vilén & Hamari 2015, 25–26.) Sisäänottokriteereiksi (taulukko 1) määriteltiin artikkelit, jotka vastaavat vähintään toiseen tutkimuskysymykseen, kohdistuvat ihmisiin ja joiden koko teksti on saatavilla maksutta verkossa. Artikkelin täytyi olla myös olla englanninkielinen. Artikkelit, jotka eivät vastaa kumpaankaan tutkimuskysymykseen, eivät kohdistu ihmisiin tai ovat muun kuin englanninkielisiä suljettiin pois tutkimuksen aineistosta. Myös sellaiset artikkelit, jotka eivät ole verkkojulkaisuja tai ovat maksullisia, suljettiin pois. Artikkeleita ei rajattu julkaisuvuoden tai vertaisarvioinnin puuttumisen perusteella, sillä tutkittua tietoa aiheesta on niukasti ja kaikkea aiheeseen liittyvää materiaalia haluttiin hyödyntää.

TAULUKKO 1. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Vastaa vähintään toiseen tutkimuskysymykseen	Ei vastaa kumpaankaan tutkimuskysymykseen
Tutkimus kohdistuu ihmisiin	Tutkimus kohdistuu muihin kuin ihmisiin
Saatavilla englannin kielellä	Muun kuin englanninkielinen julkaisu
Koko teksti luettavissa	Ei saatavilla koko tekstiä
Maksuton julkaisu	Maksullinen julkaisu
Saatavilla verkossa	Ei verkkojulkaisua

Alustavat tietokantahaut aloitettiin tammikuussa 2022. Hakusanoja valikoitaessa hyödynnettiin aiheeseen liittyviä artikkeleita sekä listattiin sanojen synonyymejä. Tässä vaiheessa hakusanoja oli vielä sekä suomen että englannin kielellä. Alustava tiedonhaku kuitenkin paljasti, ettei aiheesta löydy tietoa suomen kielellä. En-

simmäisissä tietokantahauissa käytettiin pitkiä hakulausekkeita aineiston haakuun. Hakulausekkeet pitivät sisällään sekä kirjoitetut että lyhennetyt kirjoitusmuodot eri isotoopeista ja niiden lisäksi extravasaatio-sanana eri synonyymejä. Tuloksia saatiin kymmeniätuhansia eivätkä ne ensimmäisten tulossivujen silmäilyn perusteella vaikuttaneet aiheeseen sopivilta. Toiseksi ongelmaksi nousi hakujen toistettavuus ja luotettavuus. Eri tietokannat toimivat eri tavalla, joten samoja hakulausekkeita ei voitu sellaisinaan kopioida suoraan tietokannasta toiseen.

Tiedonhaun haasteiden vuoksi apua päätettiin pyytää asiantuntijalta. Kirjaston informaattikko auttoi tietokantojen valinnassa, niiden käytössä sekä hakusanojen rajauksessa. Opinnäytetyössä käytettäviksi tietokannoiksi valikoituivat lopulta ScienceDirect ja Scopus. Näiden lisäksi tehtiin täsmähakuja The Journal of Nuclear Medicine ja The Radiation Safety -lehtiin. Hakulausekkeina käytettiin yhdistelmiä sanoista extravasation, radiopharmaceutical, infiltration ja not animal. Hakutermit yhdistettiin toisiinsa Scopus ja ScienceDirect -tietokannoissa Boolean operaattoreilla. Alan lehtiin tehdyissä hauissa ei käytetty Boolean operaattoreita vaan termit erotettiin toisistaan pelkillä välilyönneillä. The Journal of Nuclear Medicine -lehden hakutoiminnolla operaattorin AND käyttö toi saman määrän tuloksia, kuin ilman sitä. The Radiation Safety Journal -lehdestä haettiin vain yksittäisillä sanoilla, sillä hakulausekkeet eivät tuottaneet lainkaan tuloksia. Käytetyt hakulausekkeet tietokannoittain ovat listattuna taulukkoon 2.

TAULUKKO 2. Käytetyt tietokannat ja hakulausekkeet

Tietokannat	Hakulausekkeet
Scopus	extravasation AND radiopharmaceutical
ScienceDirect	extravasation AND radiopharmaceutical NOT animal
The Journal of Nuclear Medicine	extravasation radiopharmaceutical
The Radiation Safety Journal	extravasation
	infiltration

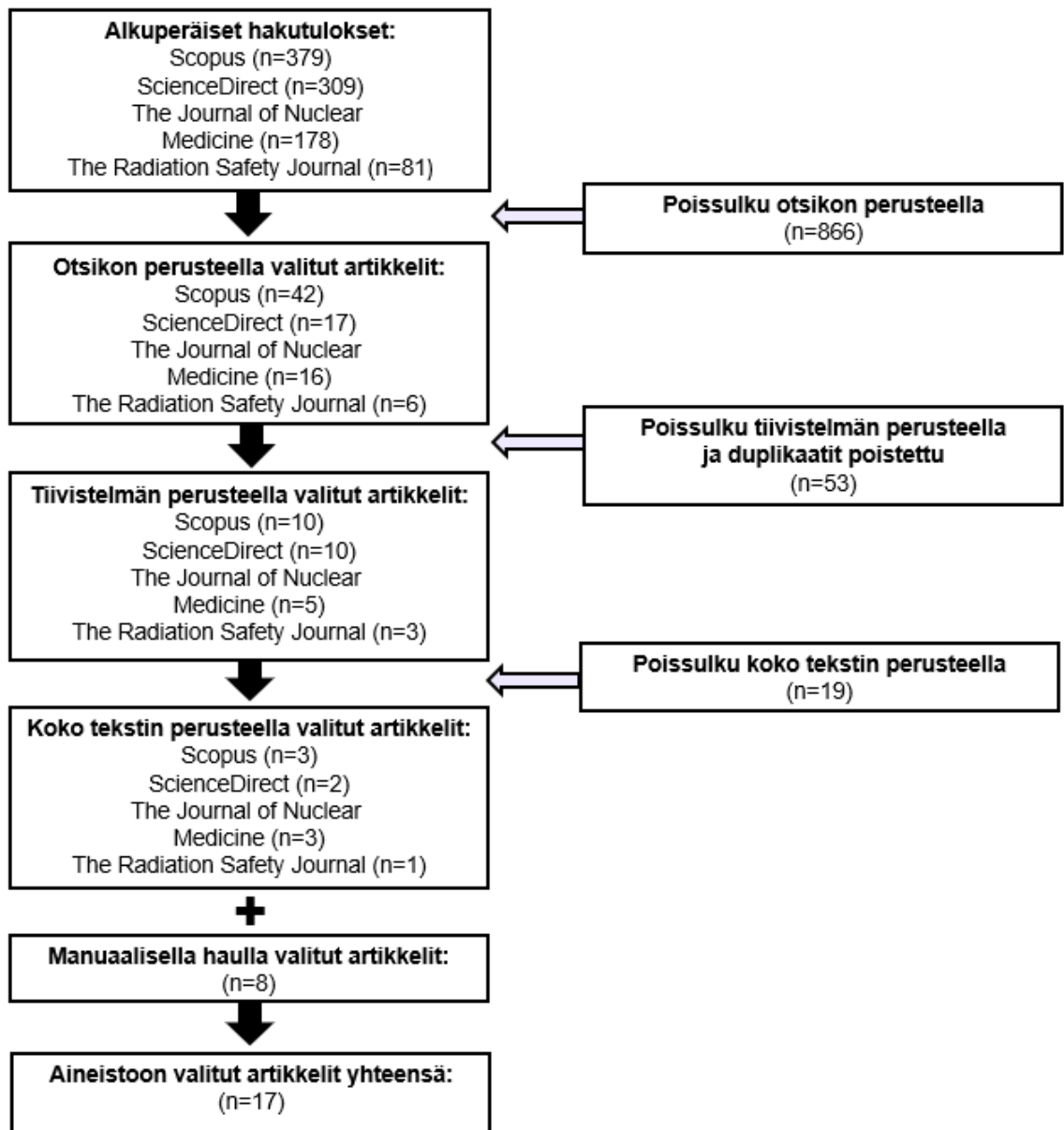
ScienceDirect -tietokannasta haettiin artikkeleita hakulausekkeella “extravasation AND radiopharmaceutical NOT animal”, joka tuotti 309 tulosta. Otsikon perusteella valikoitui 17 artikkelia ja edelleen tiivistelmän perusteella kymmenen artikkelia. Koko tekstin perusteella aineistoon valikoitui kaksi artikkelia. Scopus -tietokannasta artikkeleita haettiin hakusanoilla “extravasation AND radiopharmaceutical”. Tämä tuotti yhteensä 379 tulosta, joista otsikon perusteella valittiin 42 artikkelia. Tiivistelmien läpikäynnin jälkeen jäljelle jäi 10 artikkelia, joista koko tekstin perusteella valikoitui 3 artikkelia.

The Journal of Nuclear Medicine -lehestä haettiin artikkeleita hakuyhdistelmällä “extravasation radiopharmaceutical”. Tuloksia saatiin 178 kappaletta, joista otsikon perusteella valikoitui 16 artikkelia. Tiivistelmän perusteella viisi hakutulosta sopi aiheeseen, joista koko tekstin perusteella jäljelle jäi kolme artikkelia. The Radiation Safety -lehestä haettiin artikkeleita kahdella erillisellä haulla. Hakutermiä “extravasation” käytettäessä saatiin yhdeksän tulosta, joista neljä artikkelia valikoitui otsikon perusteella. Tiivistelmän jälkeen jäljelle jäi kolme artikkelia, joista vain yksi artikkeli valikoitui aineistoon. Hakutermiä “infiltration” käytettäessä tuloksia saatiin 72, joista kaksi artikkelia valikoitui otsikon perusteella. Tiivistelmien perusteella näistä kahdesta artikkelista kumpikaan ei vastannut tutkimuskysymyksiin, jonka seurauksena ne karsiutuivat pois aineistosta.

Hakutuloksia saatiin yhteensä 947 kappaletta, joista otsikon perusteella valikoitui 81 artikkelia. Näiden artikkeleiden tiivistelmät käytiin läpi yhdessä opinnäytetyön tekijöiden kesken ja sen perusteella karsittiin pois artikkelit, jotka eivät vastanneet tutkimuskysymyksiin. Tässä vaiheessa poistettiin myös duplikaatit, jolloin jäljelle jäi 28 artikkelia. Nämä artikkelit jaettiin niin, että jokaisen artikkelin luki vähintään kaksi opinnäytetyön tekijöistä. Kyseisistä 28 artikkelista koko tekstin perusteella opinnäytetyöhön valikoitui yhdeksän artikkelia.

Aineiston laajentamiseksi päätettiin käydä läpi myös jo valittujen ja pois jätettyjen artikkeleiden viittauksia ja lähteitä. Manuaalista hakua käyttäen löydettiin kahdeksan artikkelia lisää, jotka vastasivat tutkimuskysymyksiin. Artikkelit 10, 11 sekä 12 löytyivät Radiation Safety and Accidental Radiation Exposures in Nuclear Medicine -artikkelin lähteistä (Marengo 2022). Kyseinen artikkeli pohjautui toisen käden tietoon, joten se karsiutui aikanaan pois aineistosta. Lisäksi artikkeli 13 löytyi

Patterns, Variants, Artifacts, and Pitfalls in Conventional Radionuclide Bone Imaging and SPECT/CT-artikkelin lähteistä (Gnanasegaran, Cook, Adamson & Fogelman 2009). Artikkelit 14 löytyi Pitfalls and Limitations Of SPECT, PET and Therapeutical Radiopharmaceuticals -artikkelin lähteistä (Ballinger 2015). Aineistoon kaivattiin lisää tietoa eri säteilijöistä, joten isotooppien nimillä tehtiin vielä täsmähakuja. Täsmähakua käyttäen löytyi kolme sopivaa artikkelia, joista artikkelit 16 ja 17 löytyivät hakulausekkeella "Sr 89 extravasation" ja artikkeli 15 löytyi hakulausekkeella "Technetium extravasation". Aineistoon valikoitui lopulta kokonaisuudessaan 17 artikkelia. Hakuprosessin kuvaus on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Hakuprosessin kuvaus

5.4 Aineiston analyysi

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen aineiston analyysissä on tarkoitus vastata esitettyihin tutkimuskysymyksiin laadullisesti kuvaillen. Analyysin tarkoituksena ei ole tiivistää tai raportoida alkuperäistietoa, vaan luoda vertailua aineiston sisällä sekä esimerkiksi analysoida löydetyn tiedon vahvuuksia ja heikkouksia. Aineistosta pyritään myös tekemään laajempia päätelmiä. (Kangasniemi ym. 2013, 296.)

Aineiston kuvailuun voidaan soveltaa erilaisia laadullisia analyysimenetelmiä, joista tärkeimpänä aineiston perusteella tehtävää synteesiä (Kangasniemi ym. 2013, 297). Aineistosta pyritään luokittelemaan tutkimusaiheen kannalta merkityksellisiä asioita, joiden mukaan tietoa ryhmitellään etsien yhtäläisyyksiä ja eroja. Ryhmittelyn jälkeen tuloksia vertaillaan ja siten tehdään laajempia tulkin-toja aiheesta. Analyysin perusteella saaduissa tuloksissa esitetään yksittäisiä tutkimuksia laajempi kuva tutkittavasta aiheesta, ja myös tulosten mahdolliset ristiriidat esitetään. (Niela-Vilén & Hamari 2015, 31.)

Opinnäytetyön aineiston analysointi aloitettiin käymällä läpi kirjallisuushaun ja manuaalisen haun kautta valikoituneet 17 artikkelia. Jokainen opinnäytetyön tekijä teki muistiinpanot lukemiensa artikkelien pääsisällöstä ja -tuloksista, jonka jälkeen muistiinpanoja verrattiin keskenään ja määriteltiin artikkelien vastaavuus joko yhteen tai kumpaankin tutkimuskysymyksistä. Vertaamalla muistiinpanoja pyrittiin varmistamaan tulosten luotettavuus ja ehkäisemään virheellisyyksiä vieraskielistä tekstiä tulkittaessa. Tämän jälkeen artikkelit numeroitiin ja taulukoitiin yhdessä kaikkien opinnäytetyön tekijöiden kanssa aineiston tiivistämiseksi ja selkiyttämiseksi. Taulukkoon määriteltiin, mitä artikkelit käsittelevät, sekä millä tavalla ne vastaavat tutkimuskysymyksiin (liitteet 1 ja 2).

Aineistosta etsittiin tutkimuskysymyksiin vastaavat alkuperäisilmaisut, jotka taulukoitiin ja pelkistettiin suomen kielelle. Pelkistykset käytiin yhdessä läpi kaikkien opinnäytetyön tekijöiden kesken termien yhtenäistämiseksi sekä tulkinnan virheidenvälttämiseksi. Yhdestä alkuperäisilmaisusta saattoi syntyä useita pelkistettyjä ilmaisuja (liite 3). Tämän jälkeen keskenään samankaltaisia pelkistyyksiä ja

oteltiin tutkimuskysymyskohtaisesti ryhmiin, joista muodostui niitä kuvaavia alaluokkia. Yläluokiksi muodostuivat tutkimuskysymyksiä kuvaavat kaksi luokkaa, toiminta ekstravasaation tapahtuessa sekä ekstravasaation aiheuttamat vauriot suonen ulkopuolisissa kudoksissa. Pelkistysten ryhmittely alaluokkiin ja edelleen yläluokkiin löytyy liitteestä 4. Opinnäytetyön analyysissä käytettiin soveltaen aineistolähtöistä sisällönanalyysiä.

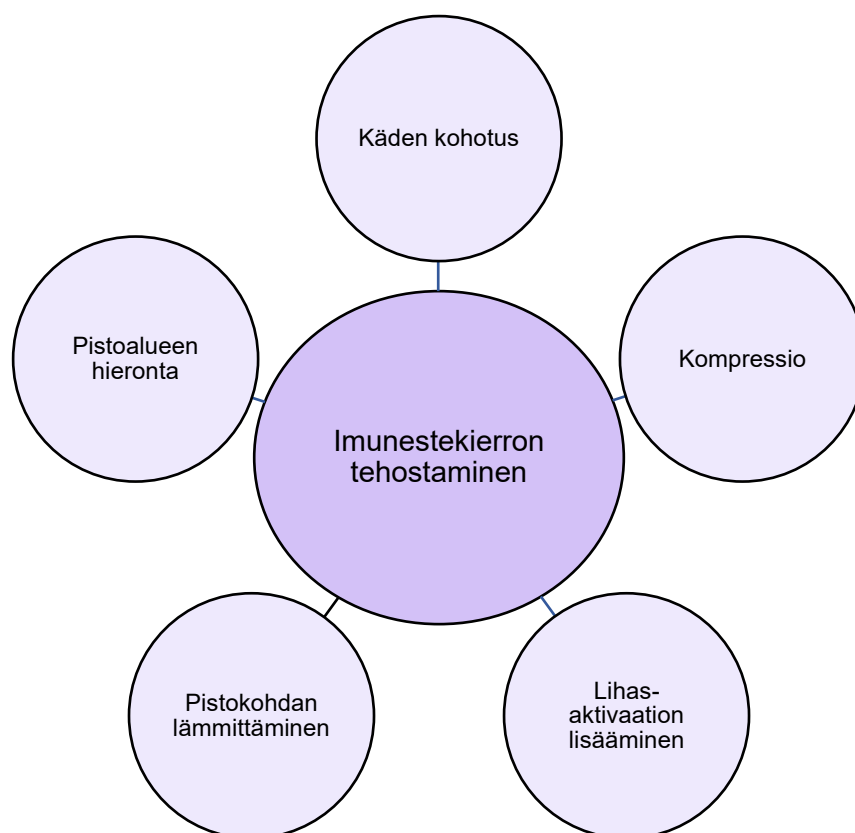
Aineistoa ryhmiteltäessä alaluokista imunestekierron tehostaminen, paikallisen säteilyannoksen vähentäminen, paikallisen säteilyannoksen määrittäminen, lääkinnällinen hoito ja jälkitoimet muodostui yläluokka toiminta ekstravasaation tapahtuessa. Toinen yläluokka, ekstravasaation aiheuttamat vauriot suonen ulkopuolisissa kudoksissa, koostuu alaluokista välittömät haitat, myöhäishaitat, tulkinnan vääristyminen ja ei haittavaikutuksia.

Aineiston artikkelit (liitteet 1 ja 2) käsittelevät eri säteilylajeja ja isotooppeja. Artikkeleista kolme (1, 10, 12) käsittelee alfasäteilyä ^{223}Ra . Viisi artikkelia (2, 6, 7, 13, 15) käsittelee gammasäteilyä $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Beetasäteilyä esiintyy yhteensä seitsemässä artikkelissa, joista kaksi käsittelee isotooppia ^{177}Lu (3, 5), kaksi ^{89}Sr isotooppia (16, 17) ja kolme ^{90}Y isotooppia (4, 11, 14). Yhdessä artikkelissa (8) käsitellään ^{131}I -isotooppia, joka hajoaa β^- - ja gammasäteilynä. Positronisäteilyä esiintyy ainoastaan yhdessä artikkelissa (9), jossa käsitellään isotooppia ^{18}F .

6 TULOKSET

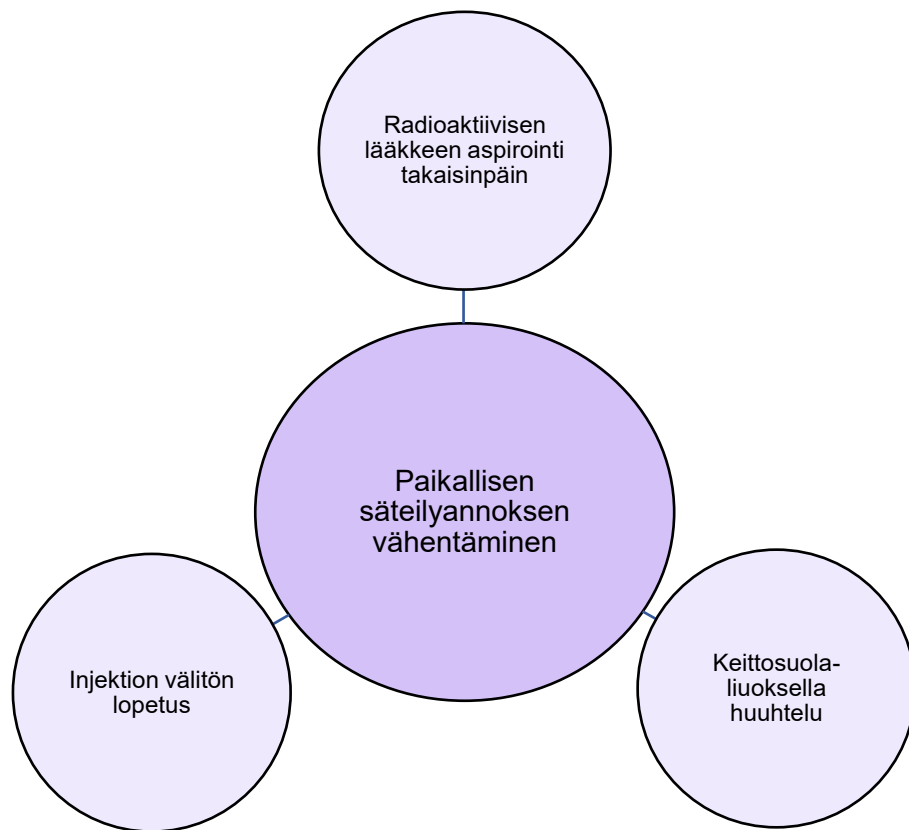
6.1 Toimintatavat ekstravasaation tapahtuessa

Aineiston mukaan toimintatavat ekstravasaation tapahtuessa ovat imunestekierron tehostaminen, paikallisen säteilyannoksen vähentäminen, paikallisen säteilyannoksen määrittäminen, lääkinnällinen hoito ja jälkitoimet. Ekstravasaation tapahtuessa pistoalueen lämmittäminen (3, 5, 6, 8, 10, 11, 14, 16, 17), pistokäden kohotus (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 17) sekä pistoalueen hellävarainen hieronta (4, 5, 10, 11, 16, 17) ovat yleisimmin käytettyjä menetelmiä käden imunestekierron tehostamiseksi ja radioaktiivisen lääkkeen poistumiseksi pistopaikalta. Muita tapoja imunestekierron tehostamiseksi ovat kompression lisääminen pistoalueelle (1,3) ja pistokäden lihasaktivaation lisääminen (1) esimerkiksi kyynärpäätä koukistelemalla (3) tai stressipalloa puristelemalla (17). Toimet imunestekierron tehostamiseksi on kuvattu kuviossa 2.



KUVIO 2. Toimet imunestekierron tehostamiseksi

Paikallisen säteilyannoksen vähentämiseksi injektio tulee välittömästi lopettaa (4, 8, 10, 11), jos ekstravasaatio havaitaan, jos sitä epäillään, jos injektoidessa tuntuu vastustusta tai potilas tuntee kipua. Jos mahdollista, radioaktiivista lääkettä voidaan myös yrittää aspiroida takaisinpäin ruiskuun (10, 14) tai huuhdella pistoaluetta keittosuolaliuoksella (6, 14), jotta mahdollisimman paljon radioaktiivista lääkettä saadaan pois pistoalueelta. Pienentämällä pistoalueen paikallista säteilyannosta edellä kuvatuilla tavoilla, voidaan mahdollisesti lieventää säteilyvaurion vakavuutta (8). Keinot paikallisen säteilyannoksen vähentämiseen on kuvattu kuviossa 3.



KUVIO 3. Keinot paikallisen säteilyannoksen vähentämiseen

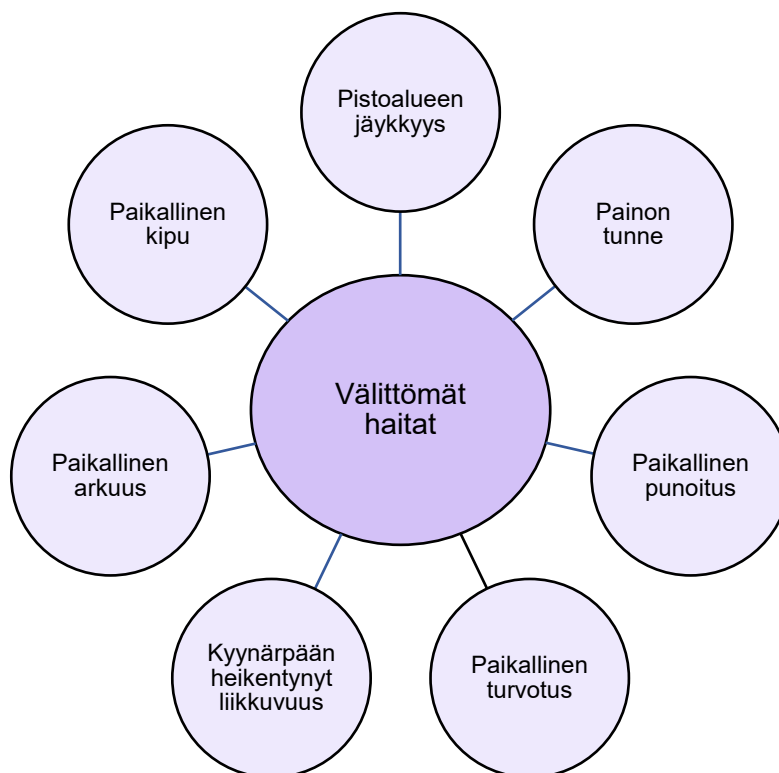
Ekstravasaation tapahduttua suoritetaan annoslaskentaa (6, 9), jolloin fyysikko tai lääkäri määrittelee potilaalle aiheutuneen säteilyannoksen (6). Laskennan perusteella arvioidaan tarve potilaan jatko seurannalle tai muille toimille. Ekstravasaation varmistamiseksi ja annoksen määrittelemisen tueksi voidaan tarvittaessa suorittaa jarrutussäteilykuvaus, jossa kerätään tietoa pistoalueen paikallisesta aktiivisuudesta (14, 16).

Vähemmän käytettyjä menetelmiä ekstravasaation hoidossa ovat lääkkeelliset hoidot, mutta niitäkin voidaan harkita riittävän ammattiosaamisen ollessa saatavilla. Esimerkiksi sädehoidossa käytössä olevaa Amifostiini-lääkettä voidaan harkita lieventämään säteilyn aiheuttamia vaurioita terveelle kudokselle (8). Myös intralesionaalisia steroideja (14) tai hydrokortisonivoidetta (16) voidaan käyttää riippuen haittavaikutuksista ja niiden vakavuudesta.

Ekstravasaation tapahtuessa tulisi tiedot tapahtumasta ja potilaan mahdollisesti saamista reaktioista kirjata potilastietoihin sekä tehdä haittatapahtumailmoitus (4, 9). Esimerkiksi Yhdysvalloissa on käytössä annosraja 0,5 Sv, jonka ylittyessä on tehtävä haittatapahtumasta ilmoitus ja potilaan tilaa tulee seurata mahdollisten haittavaikutusten varalta (9).

6.2 Ekstravasaation aiheuttamat vauriot suonen ulkopuolisissa kudoksissa

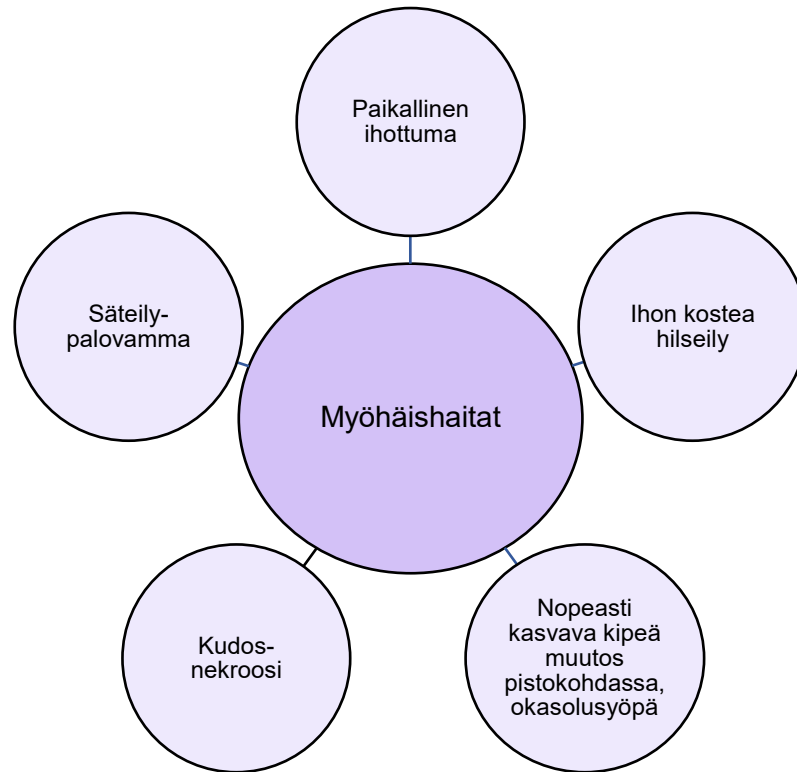
Välittömät haitat, myöhäishaitat, tulkinnan vääristyminen ja ei haittavaikutuksia - alaluokat muodostivat yläluokan ekstravasaation aiheuttamat vauriot suonen ulkopuolisissa kudoksissa. Ekstravasaation tapahtuessa yleisimmät potilaalle aiheutuvat välittömät haitat ovat pistoalueen paikallinen punoitus (1, 12, 14, 16, 17) ja turvotus (1, 3, 8, 12, 16, 17). Muita mahdollisia välittömiä haittavaikutuksia ovat pistoalueen jäykkyys (1), painon tunne pistoalueella (1), kyynärpään heikentynyt liikkuvuus (1), paikallinen arkuus (3, 14) ja paikallinen kipu (12). Välittömät haittavaikutukset ovat kuvattuna kuviossa 4. On myös mahdollista, että ekstravasaatio ei aiheuta potilaalle minkäänlaisia haittavaikutuksia (3, 5, 6, 17).



KUVIO 4. Ekstravasaation aiheuttamat välittömät haitat potilaalle

Ekstravasaatio voi välittömien haittojen lisäksi aiheuttaa vakavia kudonvaurioita potilaalle. Mahdollisia ekstravasaation aiheuttamia myöhäishaittoja ovat kudonnekroosi (10, 11), säteilypalovamma (8), paikallinen ihottuma (8), kostea hilseily (14) ja mahdolliset syöpämuutokset (12). Aineiston perusteella haittojen vakavuus riippuu potilaan saamasta paikallisesta säteilyannoksesta ja käytetystä säteilylajista. Gammasäteilijöiden ekstravasaatiossa potilailla ei ilmene välittömiä haittavaikutuksia tai myöhäishaittoja. Alfa- ja beetasäteilijät aiheuttavat vakavampia vaurioita kudoksille ekstravasaation yhteydessä gammasäteilijöihin verrattuna. Beetasäteilijöiden aiheuttamia välittömiä haittavaikutuksia ovat esimerkiksi turvotus (3, 8, 16, 17), punoitus (14, 16, 17) ja arkuus (3, 14). Beetasäteilijöiden yhteydessä voi kuitenkin ilmetä myös vakavampia kudonvaurioita kuten säteilypalovammaa (8) tai kudonnekroosia (11). Edellä mainitut välittömät haitat sekä myöhäishaitat koskevat kaikki β^- -säteilijöitä. Aineistoon valikoitui vain yksi β^+ -säteilijää koskeva artikkeli (9), jonka yhteydessä ei ilmennyt kudonvaurioita. β^- -säteilijöiden aiheuttamien haittavaikutusten vakavuus vaikuttaa riippuvan paikallisen säteilyaltistuksen suuruudesta. Alfasäteilystä aiheutuneet välittömät haittavaikutukset ovat esimerkiksi turvotus (1, 12), kynärpään heikentynyt liikkuvuus

(1) ja kipu pistoalueella (12). Myös alfasäteilijät voivat aiheuttaa vakavia pehmytkudosvaurioita, kuten kudoksenekroosia (10) tai pahimmillaan syöpämuutoksia (12). Potilaille aiheutuneet myöhäishaitat ovat kuvattuna kuviossa 5.



KUVIO 5. Ekstravasaation aiheuttamat myöhäishaitat potilaalle

Ekstravasaation seurauksena on mahdollista, että radioaktiivinen lääke kertyy virheellisesti esimerkiksi kainalon imusolmukkeisiin (9) tai pehmytkudokseen (7, 13). Tämä voi johtaa virheellisiin tulkintoihin tulosten analyysissä (9, 13) ja sen myötä tulkinnan vääristymiseen.

7 POHDINTA

7.1 Tulosten yhteenveto

Aineiston perusteella toimissa imunestekierron tehostamiseksi oli vaihtelua. Aineistossa toistuivat etenkin pistopaikan lämmitys (3, 5, 6, 8, 10, 11, 14, 16, 17), hieronta (4, 5, 10, 11, 16, 17) sekä pistopuolen käden kohotus (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 17) yleisimpinä välittöminä toimina. Näiden lisäksi käytettiin esimerkiksi kompression lisäämistä pistoalueelle (1,3) ja pistokäden lihasaktivaation lisäämistä (1). Eri toimien vaikuttavuudesta ei kuitenkaan voida tehdä suoria johtopäätöksiä, sillä aineistossa ei vertailtu toimien tehokkuutta toisiinsa nähden. Toimintatavoista on silti hyötyä, sillä niiden ansiosta potilaalle ei välttämättä aiheutunut mitään myöhäisvaikutuksia. Välittömien toimien ansiosta on myös mahdollista, että ekstravasaation aiheuttamat haitat potilaalle jäivät lievemmiksi. Toimintatapojen välillä ei ollut selkeitä eroavaisuuksia sen perusteella mitä säteilyä käytettiin.

Paikallisen säteilyannoksen vähentämiseksi aineistossa suositeltiin injektion välitöntä lopettamista (4, 8, 10, 11), mikäli viitteitä ekstravasaatiosta havaitaan. Myös radioaktiivisen lääkkeen aspirointi takaisin ruiskuun (10, 14) vähensi paikallista säteilyannosta. Nämä tulokset ovat yhteneväisiä kanylointiin ja ekstravasaatioon liittyvän aikaisemman teoriatiedon kanssa. Kahdessa artikkelista (6, 14) mainittiin pistoalueen huuhtelu keittosuolaliuoksella keinona vähentää paikallista säteilyannosta, mutta tämän toteutus käytännössä jäi lopulta epäselväksi. Lisäksi yhdessä aineiston artikkeleista (8) kuvattiin kuinka pistoalueen paikallisen säteilyannoksen vähentämisellä 20 % voidaan vähentää ihoreaktiota kosteasta hilseilystä kuivaan hilseilyyn. Keinoja säteilyannoksen vähentämiseen ovat esimerkiksi käden kohottaminen, lämmön ja kompression lisääminen pistoalueelle.

Kahdessa aineiston artikkeleista suoritettiin fyysikon tai lääkärin tekemä annoslaskenta ekstravasaation havaitsemisen jälkeen (6, 9) potilaalle aiheutuneen paikallisen iho- ja kudosaannoksen määrittämiseksi. Lääkärin ja fyysikon kutsuminen paikalle voi olla aiheellista, jotta mahdolliset haittavaikutukset osataan ennakoita ja tunnistaa, sekä tarvittavat hoitotoimet ja seuranta kohdentaa potilaalle. Tämä

helpottaa haittatapahtumailmoituksen tekemistä sekä tietojen tarkempaa kirjausta potilastietojärjestelmään.

Artikkelissa 9 haittatapahtumailmoituksen annosraja on 0,5 Sv. Kyseinen artikkeli on julkaistu Yhdysvalloissa. Suomessa säteilyturvallisuuspoikkeamista tulee viipymättä tehdä ilmoitus Säteilyturvakeskukselle, esimerkiksi kun kyseessä on merkittävä suunnittelematon lääketieteellinen altistus. Merkittävää suunnittelematonta lääketieteellistä altistusta on tapahtunut, jos esimerkiksi tutkimuksesta tai toimenpiteestä potilaalle aiheutuva efektiivinen annos on vähintään 10 mSv. Myös jos tutkimuksesta, toimenpiteestä tai hoidosta aiheutuu deterministinen haitta potilaalle ylimääräisen säteilyaltistuksen vuoksi, tulee ilmoitus tehdä viipymättä. Säteilyturvallisuuspoikkeamista ilmoittamisen velvollisuus kuuluu jokaiselle toiminnanharjoittajalle säteilylain nojalla. (Säteilylaki 859/2018.) Voidaan ajatella, että Suomessa hyvän turvallisuuskulttuurin vuoksi poikkeamista ilmoittaminen tapahtuu matalalla kynnyksellä, riippumatta poikkeaman vakavuusasteesta. Ekstravasaatiotapausten kirjauskynnyksissä on kansainvälisesti eroavaisuuksia, joka voi vaikuttaa niiden raportointimääriin ja siten aliarvioida ilmiön yleisyyttä ja vakavuutta. Konservatiivinen suhtautuminen raportointiin ja komplikaatioiden julkaisemiseen voi johtaa tapausten kirjaamatta jättämiseen (Van der Pol, Vöö, Bucerius & Mottaghy 2017, 1235–1241).

Ekstravasaatioiden vähäinen kirjaaminen voi selittyä myös sillä, että isotooppi-injektiossa annettava aktiivisuus on usein pienessä tilavuudessa (Crowley, Barvi, Greulich & Kiser 2021), joten mahdolliset ekstravasaatiot eivät välttämättä käy ilmi, jos injektiossa ei tunnu vastusta tai potilas ei ilmoita tuntemuksista pistoalueella. Mikäli potilasta ei kuvata radioaktiivisen lääkkeen annon jälkeen, esimerkiksi jos kyseessä isotooppihoito, tai kuvauksessa ei ilmene merkittäviä artefakteja, voi ekstravasaatio tai osittainen ekstravasaatio jäädä huomaamatta. Jarrutussäteilykuvauksella voidaan mahdollisesti todentaa paikallinen aktiivisuus pistoalueella, mutta kyseinen menetelmä ei ole yleinen. Jarrutussäteilykuvausta voidaan hyödyntää isotooppihoitojen yhteydessä, jos epäillään ekstravasaation tapahtuneen. Hiukkassäteily tuottaa kohdekudoksessa jarrutussäteilyä, jota voidaan gammakameralla havaita ja näin tuottaa kuvadataa. Kuvausparametrit ovat isotooppikohtaisia. (Korkola 2022.)

Erilaiset lääkehoidot eivät tulosten perusteella olleet kovin yleinen hoitomuoto ekstravasaatiotapauksissa. Yhdessä artikkeleista ehdotettiin lääkehoidon tarpeen arviointia (8), mikäli riittävää asiantuntemusta on tarjolla. Esimerkiksi sädehoidossa käytettäviä ihoreaktioita helpottavia lääkkeitä, kuten Amifosfiinia (8), pidetään mahdollisena hoitomuotona myös ekstravasaation aiheuttamien ihovaurioiden hoidossa. Tätä mahdollisuutta voitaisiin harkita myös Suomessa, mikäli tämänkaltaisia lääkkeitä on käytössä sädehoitoa saavilla potilailla. Tämä vaatisi tarkempaa tutkimusta ja moniammatillista yhteistyötä eri osastojen välillä, sekä arviota lääkkeiden vaikuttavuudesta ekstravasaation yhteydessä.

Radioaktiivisten lääkkeiden ekstravasaatioista on tehty vuonna 2017 laaja kansainvälinen kirjallisuuskatsaus (Van der Pol, Vöö, Bucerius & Mottaghy 2017). Katsauksen mukaan kuvantamiseen käytetyt isotoopit kuten ^{99m}Tc ja ^{18}F eivät aiheuttaneet haittavaikutuksia ekstravasaation yhteydessä. Puolestaan isotooppihoitoihin käytetyt isotoopit, kuten ^{90}Y , aiheuttivat potilaille vakavampia kudoshaittoja, kuten punoitusta, kipua pistoalueella, kosteaa hilseilyä ja kudoksetta. Katsauksen mukaan yleisiä toimintatapoja ekstravasaation tapahtuessa ovat muun muassa pistopuolen käden kohottaminen, pistoalueen lämmittäminen ja hieronta sekä kompression lisääminen pistoalueelle. Van der Polin, Vöön, Buceriuksen ja Mottaghyn (2017) mukaan myös pistoalueen viilennystä voidaan käyttää ekstravasaatiotilanteessa, jotta radioaktiivinen lääke ei pääse leviämään ympäröiviin kudoksiin. Viilennystä voidaan käyttää esimerkiksi silloin, kun halutaan arvioida kirurgisten toimenpiteiden tarpeellisuutta ekstravasoituneelle alueelle. Katsauksessa tuodaan esille myös lääkkeellisten hoitojen mahdollisuus, mutta lääkeaineiden käyttö ekstravasaation välittömässä hoidossa on vielä vähäistä. (Van der Pol, Vöö, Bucerius & Mottaghy 2017, 1235–1241.)

Van Der Polin, Vöön, Buceriuksen ja Mottaghyn kirjallisuuskatsauksessa kerättiin tutkimustietoa kahdeksalla eri kielellä ja siinä käytettiin laajempaa aineistoa (44 artikkelia) kuin tässä opinnäytetyössä. Vaikka tässä opinnäytetyössä käytettiin pienempää aineistoa, katsauksen tulokset ovat samankaltaisia kuin Van Der Polin, Vöön, Buceriuksen ja Mottaghyn saamat tulokset.

Kuten kirjallisuudesta käy ilmi, alfa- ja beetasäteily ovat voimakkaammin ionisoivia kuin gammasäteily. Niiden kulkema matka kudoksessa on lyhyempi gammasäteilyyn verrattuna, jolloin säteilyn vaikutus jää paikallisemmaksi aiheuttaen vakavampia kudonvaurioita. Vaurioiden vakavuus on riippuvainen paikallisesta säteilyannoksesta. Aikaisempi teoretieto (mm. Van der Pol, Vöö, Bucerius & Mottaghy 2017) säteilijöiden ominaisuuksia koskien tukee opinnäytetyössä saatuja tuloksia.

Kokonaisuudessaan ekstravasaatiosta löytyi alkuperäistietoa melko niukasti, vaikka ilmiönä se on yleinen (mm. Van der Pol, Vöö, Bucerius & Mottaghy 2017; Osborne ym. 2021). Aiheesta ei eettisistä syistä ole mahdollista tehdä varsinaista tutkimusta ihmisillä, joten aineisto koostui pitkälti tapausraporteista. Aiheesta kaivattaisiin selkeästi lisää tietoa, jotta voitaisiin tehdä tarkempia päätelmiä eri säteilijöiden aiheuttamista haitoista kudokselle ja vaikuttavimmista hoitomuodoista.

7.2 Opinnäytetyön luotettavuuden ja eettisyyden arviointi

Opinnäytetyöprosessin keskeinen osa on tutkimuksen luotettavuuden varmistaminen. Luotettavuudella tarkoitetaan sitä, että tutkimustulokset vastaavat tutkittavaa ilmiötä eli ovat todenmukaisia. On tutkijoiden vastuulla pitää huolta siitä, että aineisto on kyllin laadukas ja tarkoituksenmukainen, ulkomaalaisia lähteitä käytettäessä vieraskielistä aineistoa on tulkittu oikein, eikä sisällön merkitys muutu. (Kananen 2015, 353.) Luotettavuutta lisää tutkimuksen läpinäkyvyys ja toistettavuus, sekä aineistoon sopivien analyysimenetelmien käyttö (Koppa 2010).

Opinnäytteessä noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012) tekijöiden parhaan kyvyn mukaisesti ja työssä huomioitiin Ammattikorkeakoulujen opinnäytteiden eettiset suositukset (Arene 2020) Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvoston suosittamalla tavalla. Työssä huolehdittiin oikeellisista ja riittävästä lähdemerkinnöistä, jotta käytetyn informaation löytäminen on lukijalle mahdollisimman helppoa. Samalla tuotiin myös merkitys ja arvo julkaisujen alkuperäisille kirjoittajille ja heidän tekemälle työlle. Opinnäytetyöstä laa-

dittiin kirjallinen suunnitelma, jonka hyväksyivät sekä ohjaavat opettajat että yhteistyötahon edustaja. Yhteistyötahon kanssa solmittiin vielä tämän jälkeen kirjallinen sopimus.

Opinnäytetyössä käytettäväksi tietokannoiksi valittiin luotettavat ja aiheen kannalta osuvimmat tietokannat. Alustavissa kirjallisuushauissa käytettiin myös muita kuin opinnäytetyöhön lopulta valittuja tietokantoja, mutta ne sisälsivät enemmän joko muiden alojen aineistoa tai hakurajaukset eivät olleet tarkasti määriteltävissä. Esimerkiksi Google Scholar -hakukone painotti ensimmäistä hakusanaa enemmän kuin sen jälkeen tulevia, joten hakutulokset poikkesivat toisistaan sen perusteella, missä järjestyksessä sanat oli kirjoitettu.

Katsaukseen mukaan otettua aineistoa ei rajattu kovin tarkkojen kriteerien mukaan, sillä alustavien kirjallisuushakujen perusteella oli selvää, että tutkittua tietoa aiheesta on niukasti. Aiheesta haluttiin löytää kaikki mahdollinen tieto, joten artikkeleita ei hylätty julkaisuvuoden perusteella. Tavallisesti kirjallisuuskatsauksissa ei rajata aineistoa sen maksuttomuuden tai koko tekstin saatavuuden perusteella (Niela-Vilén & Hamari 2015, 26), mutta rajauksia käytettiin nyt, sillä opinnäytetyön tekemisestä ei saanut aiheutua kuluja sen tekijöille. Osaltaan tämä saattoi vaikuttaa opinnäytetyön tulosten luotettavuuteen, sillä kaikkea olemassa olevaa aineistoa ei tästä syystä voitu hyödyntää. Aineistosta karsittiin sisäänotto-kriteerien mukaisesti myös ne artikkelit, jotka eivät ole julkaistu verkossa. Osa artikkeleista on voinut jäädä aineistosta pois myös siksi, että niiden otsikointi tai asiasanat eivät ole vastanneet käytettyjä hakusanoja ja -lausekkeita. Edellä mainituista tekijöistä johtuen ei voida tietää, olisivatko poisjääneet artikkelit tukeneet saatuja tuloksia, vai olleet ristiriidassa niiden kanssa tuoden jotain uutta näkökantaa aiheeseen.

Koska aineistoa kertyi rajallinen määrä, artikkeleiden sisäänotossa ei käytetty mitään valmista laadunarviointikriteeristöä luotettavuuden arvioinnissa. Artikkeleista suuri osa oli kuitenkin vertaisarvioituja. Aineistoa valittaessa varmistettiin, että valikoiduista artikkeleista käytettiin vain kirjoittajien omia osioita, sillä moni artikkeli sisälsi myös toisen käden teoritietoa.

Kirjallisuuskatsauksen toteuttamiseen ja sen menetelmiin perehdyttiin Stoltin, Axelinin ja Suhosen (2015) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä -teoksen avulla. Opinnäytetyön hakuprosessi suunniteltiin mahdollisimman huolellisesti luotettavuuden ja toistettavuuden parantamiseksi. Jokaisessa kirjallisuushaun vaiheessa pyrittiin tarkkuuteen sekä hakutuloksia tarkasteltaessa että tuloksia kirjattaessa. Luotettavuutta lisättiin sillä, että kaikki kolme opinnäytetyön tekijää osallistuivat aineiston valintaan otsikoiden perusteella, jolloin pienemmällä todennäköisyydellä jokin yksittäinen hyvä artikkeli olisi jäänyt huomaamatta. Artikkeleiden valikointi abstraktin perusteella tehtiin myös kaikkien kolmen opinnäytetyön tekijän toimesta. Kun jäljelle jääneet artikkelit jaettiin opinnäytetyön tekijöiden kesken, sovittiin, että jokainen tekee omat muistiinpanot lukemistaan artikkeleista. Lopullista aineistoa valittaessa näitä muistiinpanoja verrattiin keskenään ja tehtiin päätökset yksittäisten artikkeleiden sopivuudesta aineistoon. Näin pyrittiin välttämään tulkinnan virheitä, sillä englantia ei ole kenenkään opinnäytetyön tekijän äidinkieli. Aineiston vieraskielisyys on tehdyistä toimenpiteistä huolimatta yksi työn luotettavuutta heikentävä seikka.

Opinnäytetyössä käytetyt kuvat ja taulukot ovat yhtä lukuun ottamatta itse kuvattuja ja laadittuja. Kuvissa esiintyviltä henkilöiltä on pyydetty suullinen suostumus kuvassa esiintymiseen ja kerrottu kuvan käyttötarkoitus, sekä julkaisupaikka. Kuvat on otettu niin, että heidän yksityisyyttään suojellaan, eikä henkilöiden tunnistaminen ole mahdollista. Lähteestä lainatussa kuvassa (kuva 1) on huomioitu tekijänoikeuksien kunnioittaminen tarpeenmukaisilla lähdeviitteillä. Taulukot on laadittu opinnäytetyön tekijän toimesta ja tietoina on käytetty vain todenmukaisia tietoja aineistosta.

7.3 Oma oppimiskokemus

Ekstravasaatiota aiheena ei röntgenhoitajan koulutuksen aikana käsitelty kovinkaan paljoa, vaikka ilmiö on yleisesti tiedossa esimerkiksi erilaisten tehoste- ja varjoainekuvausten yhteydessä. Isotooppilääketieteen puolelta aiheesta ei löydy suomenkielistä aineistoa, eikä sen varalle ole olemassa yhtenäisiä ohjeistuksia. Ilmiönä ekstravasaatio on erityisen tärkeä juuri isotooppilääketieteen puolella,

koska potilaisiin injektoidaan radioaktiivisia lääkkeitä ja aineilla on mahdollista aiheuttaa potilaalle deterministinen säteilyhaitta. Opinnäytetyön avulla pyritään parantamaan isotooppilääketieteessä työskentelevien röntgenhoitajien tietoutta aiheesta sekä kokoamaan erilaisia toimintatapoja ekstravasaatiotilanteen varalle.

Tutkimusmenetelmäksi tähän opinnäytetyöhön valikoitui kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Alun perin tarkoituksena oli tehdä aiheesta toiminnallinen opinnäytetyö, joka olisi sisältänyt toimintaohjeet ekstravasaation tapahtuessa. Toiminnalliseen opinnäytetyöhön ei kuitenkaan päädytty, sillä suomenkielistä materiaalia aiheesta on vielä vähän ja varsinaisten toimintaohjeiden tekemiseen olisi tarvittu myös lääkäreiden ja fyysikoiden asiantuntemusta. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus antoi hyvän yleiskuvan aiheesta, ja voi toimia pohjana mahdollisesti jatkossa tehtäville tarkemmille toimintaohjeille. Aihe kokonaisuudessaan kaipaa kuitenkin vielä lisää tutkimista, jotta toimet voidaan tarvittaessa kohdentaa esimerkiksi säteilijäkohtaisesti.

Ensimmäisessä yhteistyöpalaverissa saatiin kattavasti tietoa siitä, mitä yhteistyötaho toivoi työltä ja minkälaista tietoa yhteistyökumppani kaipasi ilmiöstä. Tämän jälkeen aiheen rajaaminen ja tutkimuskysymysten muodostaminen helpottui. Tutkimuskysymysten muodostaminen sujui vaivattomasti, ja kysymykset pysyivät alusta saakka lähes samoina. Yhdestä tutkimuskysymyksestä luovuttiin, koska kolme kysymystä olisi laajentanut käsiteltävää aihetta liikaa, ja siihen saatiin vastaus jo käsitteellisessä viitekehyksessä.

Tiedonhaku osoittautui melko haastavaksi osuudeksi opinnäytetyössä. Sopivien hakutermien ja niiden yhdistelmien pohtimiseen, sekä tietokantojen valintaan käytettiin hyvin paljon aikaa. Erilaisia hakuja tehtäessä ja kirjaston informaattikon kanssa pidetyn tapaamisen jälkeen osaaminen ja ymmärrys tiedonhaun suorittamisesta kehittyi. Yhteistyössä muodostettiin toimivat hakulausekkeet, joilla saatiin rajattua hakutuloksia kohtuulliseen määrään. Tehtyjen valintojen ja rajausten vuoksi ei välttämättä saatu kaikkea käyttökelpoista materiaalia aineistoon, sillä jo alustavia kirjallisuushakuja tehtäessä kävi ilmi, että tietoa löytyy hajautetusti erilaisilla hakutermeillä. Koska käytetty aineisto koostui pelkästään englanninkielisistä artikkeleista, opinnäytetyön tekijöiden kielitaito kehittyi ja ammattisanasto

laajentui prosessin aikana. Opinnäytetyöprosessin edetessä artikkelien lukeminen ja vieraan kielen kääntäminen helpottui huomattavasti.

Aineiston analyysi koettiin melko haasteelliseksi ja aikaa vieväksi vaiheeksi, sillä aikaisempaa kokemusta vastaavanlaisen työn tekemisestä ei ollut. Oikean tiedon löytäminen ja hyödyntäminen artikkeleista oli ajoittain haastavaa. Aineistosta tehtiin informatiiviset ja havainnollistavat taulukot, jonka jälkeen tekstin tuottaminen ja aineiston käsittely helpottuivat. Taulukoiden pohjalta aineiston analysointi ja tulosten vertailu oli sujuvampaa.

Opinnäytetyön aiheeseen perehtyminen oli aineistohaun ja analyysin haastavuudesta huolimatta antoisaa ja opettavaista. Aiheesta saatiin kattava kuva ilmiönä, mikä mahdollisti syvällisen oppimisen ja ymmärryksen ekstravasaatiosta. Opinnäytetyöprosessin aikana yhteistyötaidot kehittyivät, sillä työtä jaettiin kolmen tekijän kesken. Työnjako sujui pääosin hyvin, ja ryhmässä oli helppo saada tukea mahdollisissa ongelmissa oman osion kanssa. Kolmen kirjoittajan kesken etenkin aikataulutusta ja yhteisten palaverien sopiminen tuottivat välillä haasteita. Kaikki tärkeät päätökset työn sisällöstä, ja etenkin aineiston valinnasta ja analyysistä tehtiin kaikkien kolmen kirjoittajan kesken. Prosessin aikana jokaisen kirjoittamat osiot käytiin yhteisesti läpi, jotta teksti olisi mahdollisimman yhtenäistä ja siitä syntyisi looginen kokonaisuus.

Opinnäytetyöprosessin aikana korostui ohjauksen ja ulkopuolisen näkemyksen merkitys työn etenemisen kannalta. Ajoittain huomattiin, miten omalle tekstilleen tuli sokeaksi, eikä siitä huomannut enää yhtä helposti pieniä virheitä. Tästä syystä päätettiin myös välillä jättää etenkin käsitteellisen viitekehyksen kanssa jokin aihealue hetkeksi "hautumaan". Myöhemmin aiheeseen palatessa asian saattoi nähdä uusin silmin. Oman tekstin lukemista ja siihen kriittisesti suhtautumista tuntui vaikeuttavan se, että opinnäytetyön kirjoittaminen oli niin pitkä prosessi.

Yhteenvedona opinnäytetyö paljasti sen, että ekstravasaatiosta ilmiönä tiedetään edelleen melko vähän suhteessa sen yleisyyteen. Koska tutkimusta ekstravasaatiosta radioaktiivisten lääkkeiden yhteydessä ei voi eettisistä syistä tehdä, korostuu perusteellisen raportoinnin tärkeys. Aiheesta tarvitaan mahdollisimman paljon lisätietoa, jotta yhtenäiset ohjeet eri säteilijöiden ekstravasaatioille voitaisiin

tehdä. Jatkotutkimusehdotuksena aiheesta olisi tarpeellista tehdä konkreettinen ohje ekstravasaation varalle isotooppi-injektiotilanteessa. Tämä vaatii moniammatillista yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Aiheesta voisi myös tutkia eroja toimintatapojen vaikuttavuudessa eri säteilijöiden välillä.

LÄHTEET

- Arveschoug, A., Bekker, A., Iversen, P., Bluhme, H., Villadsen, G. & Staantum, P. 2020. Extravasation of [177Lu] Lu-DOTATOC: case report and discussion. *The European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 10 (68).
- Bailey, D.L., Humm, J.L., Todd-Pokropek, A. & van Aswegen, A. 2014. *Nuclear Medicine Physics. A Handbook for Teachers and Students*. Wien: International Atomic Energy Agency.
- Ballinger J. 2015. Pitfalls and Limitations of SPECT, PET, and Therapeutic Radiopharmaceuticals. *Seminars in nuclear medicine* 45 (5), 470–478.
- Benjegerdes, K., Brown, S. & Housewright, C. 2017. Focal cutaneous squamous cell carcinoma following radium-223 extravasation. *Baylor University Medical Center Proceedings* 30 (1), 78–79.
- Bonta, D., Halkar, R. & Alazraki, N. 2011. Extravasation of a therapeutic dose of 131I-metaiodobenzylguanidine: prevention, dosimetry, and mitigation. *Journal of Nuclear Medicine* 52 (9), 1418–1422.
- Brooks, N. 2014. *Venepuncture and Cannulation: A practical guide*. Keswick: M&K Publishing.
- Crowley J., Barvi I., Greulich D. & Kiser J. 2021. Detection of Excess Presence of 99m Tc-MDP Near Injection Site-A Case Report. *Frontiers in Medicine* 8, 728542.
- Dogan, A. & Rezai, K. 1993. Incidental lymph node visualization on bone scan due to subcutaneous infiltration of Tc-99m MDP. A potential for false positive interpretation. *Clinical Nuclear Medicine* 18 (3), 208–209.
- Frantellizzi, V., Pontico M., Pani, A., Pani R. & De Vincentis G. 2020. Analysis of Unusual Adverse Effects After Radium-223 Dichloride Administration. *Current Radiopharmaceuticals* 13 (2), 159–163.
- Gnanasegaran, G., Cook, G., Adamson, K., & Fogelman, I. 2009. Patterns, variants, artifacts, and pitfalls in conventional radionuclide bone imaging and SPECT/CT. *Seminars in nuclear medicine* 39 (6), 380–395.
- Hadaway, L. 2007. Infiltration and Extravasation. *American Journal of Nursing*. Volume 107, Issue 8, 64–72.
- Hagenbeek, A. & Lewington, V. 2005. Report of a European consensus workshop to develop recommendations for the optimal use of (90)Y-ibritumomab tiuxetan (Zevalin) in lymphoma. *Annals of Oncology* 16 (5), 786–792.
- Hiekkanen, T. & Rimpiläinen, R. 2020. *Suonikanylointimenetelmät*. Teoksessa: Olkkola, K., Kiviluoma, K., Saari, T., Tallgren, M., Uusaro, A. & Yli-Hankala, A. (toim.) 2020. *Anestesiologia, teho- ja kivunhoito*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 291–305.

Iivanainen, A. & Syväoja P. 2016. Hoida ja kirjaa. 9. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Kaijaluoto, S. & Liukkonen, J. 2020. Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa vuonna 2018. Terveystieteiden tutkimusraportti. Helsinki: Säteilyturvakeskus (STUK).

Kairemo, K. 2018. Isotooppihoidot. Teoksessa: Sovijärvi, A., Hartiala, J., Knuuti, J., Laitinen, T. & Malmberg, P. (toim.) 2018. Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 366–376.

Kangasniemi, M., Utriainen, K., Ahonen, S., Pietilä, A., Jääskeläinen, P. & Liikainen, E. 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. *Hoitotiede* 25 (4), 291–301.

Kawabe, J., Higashiyama, S., Kotani, K., Yoshida, A., Tsushima, H., Yamanaga, T., Tsuruta, D., & Shiomi, S. 2013. Subcutaneous Extravasation of Sr-89: Usefulness of Bremsstrahlung Imaging in Confirming Sr-89 Extravasation and in the Decision Making for the Choice of Treatment Strategies for Local Radiation Injuries Caused by Sr-89 Extravasation. *Asia Oceania Journal of Nuclear Medicine & Biology* 1 (2), 56–59.

Kemppainen, J. & Tuokkola, T. 2018. Yleistä kasvainten isotooppitutkimuksista. Teoksessa: Sovijärvi, A., Hartiala, J., Knuuti, J., Laitinen, T. & Malmberg, P. (toim.) 2018. Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 290–297.

Kim, J. T., Park, J. Y., Lee, H. J., & Cheon, Y. J. 2020. Guidelines for the management of extravasation. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions* 17 (21).

Korkola, P. sairaalafysikko. 2022. Henkilökohtainen tiedonanto 24.8.2022.

Korpela, H. 2004. Isotooppilääketiede. Teoksessa: Salomaa, S., Pukkila, O., Ikäheimonen, T., Pöllänen, R., Weltner, A., Paile, W., Sandberg, J., Nyberg, H., Marttila, O., Lehtinen, J. & Karvinen, H. (toim.) 2004. Säteilyn käyttö. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. 219–254.

Krizsan, A. 2016. Interaction of Radiation with Matter. Teoksessa: Rep, S., Santos, A. & Testanera, G. 2016. Radiation Protection and Dose Optimisation. Bad Vienna: European Association of Nuclear Medicine. 6–14.

Lajunen, A., Oikarinen, H., Tenkanen-Rautakoski, P., Juntunen, S., Mäkitaro, R., Nikupaavo, U., Saarnio, J. & Seuri, R. 2015. Johdanto. Teoksessa: Lajunen, A. (toim.) 2015. Oikeutus säteilylle altistavissa tutkimuksissa – opas hoitaville lääkäreille. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 5.

Lattanze, R., Knowland, J., Bryant, T., Barvi, I. & Kiser, J. 2020. Effects of Diagnostic Radiopharmaceutical Extravasations on Patients. *Journal of Nuclear Medicine* 61 (1), 1018.

Laukkanen, E. & Ruokoniemi, P. 2021. Sosiaali- ja terveydenhuollon ammattihenkilöiden tehtävät lääkehoidon toteuttamisessa. Teoksessa: Laukkanen, E. & Ruokoniemi, P. (toim.) 2021. Turvallinen lääkehoito. Opas lääkehoitosuunnitelman laatimiseen. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö. 27–43.

Lundholm, L., Brzozowska, B. & Wojcik, A. 2016. Radiobiology Principles. Teoksessa: Rep, S., Santos, A. & Testanera, G. 2016. Radiation Protection and Dose Optimisation. Vienna: European Association of Nuclear Medicine. 46–55.

Marengo, M., Martin, C., Rubow, S., Sera, T., Amador, Z., & Torres, L. 2022. Radiation Safety and Accidental Radiation Exposures in Nuclear Medicine. Seminars in nuclear medicine 52 (2), 94–113.

Mustonen, R. & Salo, A. 2002. Säteily ja solu. Teoksessa: Salomaa, S., Pukkila, O., Ikäheimonen, T., Pöllänen, R., Weltner, A., Paile, W., Sandberg, J., Nyberg, H., Marttila, O., Lehtinen, J. & Karvinen, H. (toim.) 2004. Säteilyn terveysvaikutukset. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. 27–42.

Mäenpää, H. & Tenhunen, M. 2012. Syövän radionuklidihoidot – mitä uutta? Duodecim 128 (21), 2209–2216.

Mäkelä, S. 2022. Kuvat kanylointitekniikasta. Kuvauspaikkana Tampereen yliopistollinen sairaala. Kuvauspäivä 18.8.2022.

Niela-Vilén, H. & Hamari, L. 2015. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa: Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. (toim.) 2015. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turku: Juvenes Print. 23–34.

Ongseng, F., Goldfarb, C. & Finestone, H. 1995. Axillary lymph node uptake of technetium-99m-MDP. Journal of Nuclear Medicine 36 (10), 1797–1799.

Osborne, D., Kiser, J., Knowland, J., Townsend, D. & Fisher, D. 2021. Patient-specific Extravasation Dosimetry Using Uptake Probe Measurements. Health Physics 120 (3), 339–343.

Paile, W. 2002a. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Teoksessa: Salomaa, S., Pukkila, O., Ikäheimonen, T., Pöllänen, R., Weltner, A., Paile, W., Sandberg, J., Nyberg, H., Marttila, O., Lehtinen, J. & Karvinen, H. (toim.) 2004. Säteilyn terveysvaikutukset. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. 43–48.

Paile, W. 2002b. Säteilyvammat. Teoksessa: Salomaa, S., Pukkila, O., Ikäheimonen, T., Pöllänen, R., Weltner, A., Paile, W., Sandberg, J., Nyberg, H., Marttila, O., Lehtinen, J. & Karvinen, H. (toim.) 2004. Säteilyn terveysvaikutukset. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. 49–64.

Peltonen, H., Perkkiö, J. & Vierinen, K. 2018. Insinöörin (AMK) fysiikka osa 2. 9. painos. Lahti: Lahden Teho-Opetus Oy.

Poeppel, T., Handkiewicz-Junak, D., Andreeff, M., Becherer, A., Bockisch, A., Fricke, E., Geworski, L., Heinzl, A., Krause, B., Krause T., Mitterhauser, M., Sonnenschein, W., Bodei, L., Delgado-Bolton, R. & Gabriel, M. 2018. EANM guideline for radionuclide therapy with radium-223 of metastatic castration-resistant

prostate cancer. *The European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 45 (5), 824–845.

Prohealth. n.d. The superficial veins of the upper extremity. Luettu 7.8.2022. <https://www.prohealthsys.com/central/anatomy/grays-anatomy/blood-vessels/index-3/index-3/index-3/veinsupper/>

Saha, G. 2006. *Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine*. New York: Springer Science+Business Media.

Sand, O., Sjaastad, Ø V., Haug, E. & Bjälle, J G. 2016. *Ihminen. Fysiologia ja anatomia*. 8.–13. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Sandberg, J & Paltemaa, R. 2002. Ydin- ja säteilyfysiikan perusteet. Teoksessa: Ikäheimonen, T. 2002. *Säteily ja sen havaitseminen*. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. 11–64.

Servomaa, K. & Rytömaa, T. 1997. *Säteilyvaikutusten molekyylibiologinen perusta*. Teoksessa: Lahtinen, T. & Holsti, L. (toim.) 1997. *Kliininen säteilybiologia*. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy. 40–58.

Shaw, S. 2016. How to insert a peripheral cannula. *Nursing Standard* 31 (12), 42–47.

Sovijärvi, A., Hartiala, J., Knuuti, J., Laitinen, T. & Malmberg, P. 2018. Lukijalle. Teoksessa: Sovijärvi, A., Hartiala, J., Knuuti, J., Laitinen, T. & Malmberg, P. (toim.) 2018. *Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 5–6.

Suhonen, R., Axelin, A. & Stolt, M. 2015. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa: Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. (toim.) 2015. *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Turku: Juvenes Print. 7–22.

Säteilylaki 9.11.2018/859.

Tang, J., Fu, X., Hu, Y., Zhang, Y., & Shao, F. 2020. Monitoring and Handling of ⁸⁹Sr Injection Site Extravasation in a Patient With Breast Cancer. *Clinical Nuclear Medicine* 45 (7), 568–569.

Tennvall, J., Fischer, M., Bischof Delaloye, A., Bombardieri, E., Bodei L., Giammarile, F., Lassmann, M., Oyen, W. & Brans, B. 2007. EANM procedure guideline for radio-immunotherapy for B-cell lymphoma with ⁹⁰Y-radiolabelled ibritumomab tiuxetan (Zevalin). *The European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 34, 616–622.

Tylski, P., Vuillod, A., Goutain-Majorel, C & Jalade, P. 2018. 58 Dose estimation for an extravasation in a patient treated with Lu-DOTATATE. *Physica Medica* 56 (1), 32–33.

Van der Pol, J., Vöö, S., Bucerius, J. & Mottaghy, F. 2017. Consequences of radiopharmaceutical extravasation and therapeutic interventions: a systematic

review. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* (44), 1234–1243.

Vano-Galvan, S., Rodriguez-Rey, C., Vano-Galvan, E. & Jaén, P. 2009. Technetium and blood extravasation before gammagraphy: a case report. *Cases Journal* 2 (1), 141.

Williams, G., Palmer, M., Parker, J. & Joyce, R. 2006. Extravasation of Therapeutic Yttrium-90-Ibritumomab Tiuxetan (Zevalin®): A Case Report. *Cancer Biotherapy & Radiopharmaceuticals* 21 (2), 101–105.

LIITTEET

Liite 1. Aineiston esittely osa 1

1(2)

	Kirjoittajat	Artikkelin nimi	Julkaisuvuosi	Tietokanta	Julkaisupaikka
1	Frantellizzi, V., Pontico, M., Pani, A., Pani, R. & De Vincentis, G.	Analysis of Unusual Adverse Effects After Radium-223 Dichloride Administration	2020	Scopus	Italia
2	Crowley, J., Barvi, I., Greulich, D. & Kiser, J.	Detection of Excess Presence of 99mTc-MDP Near Injection Site—A Case Report	2021	Scopus	Yhdysvallat
3	Arveschoug, A., Bekker, A., Iversen, P., Bluhme, H., Villadsen, G. & Staantum, P.	Extravasation of 177Lu-DO-TATOC: case report and discussion	2020	Scopus	Tanska
4	Hagenbeek, A. & Le-wington V.	Report of a European consensus workshop to develop recommendations for the optimal use of 90Y-ibritumomab tiuxetan (Zevalin®) in lymphoma	2004	ScienceDirect	Alankomaat
5	Tylski, P., Vuillod, A., Goutain-Majorel, C. & Jalade, P.	58 Dose estimation for an extravasation in a patient treated with 177Lu-DOTA-TATE	2018	ScienceDirect	Ranska
6	Osborne D., Kiser, J., Knowland, J., Townsend, D. & Fisher, D.	Patient-specific Extravasation Dosimetry Using Uptake Probe Measurements	2021	The Radiation Safety Journal	Yhdysvallat
7	Ongseng, F., Goldfarb, C. & Finestone, H.	Axillary Lymph Node Uptake of Technetium 99m-MDP	1995	The Journal of Nuclear Medicine	Yhdysvallat
8	Bonta, D., Halkar, R. & Alazraki, N.	Extravasation of a Therapeutic Dose of 131I-Metaiodobenzylguanidine: Prevention, Dosimetry, and Mitigation	2011	The Journal of Nuclear Medicine	Yhdysvallat
9	Lattanze, R., Knowland, J., Bryant, T., Barvi, I. & Kiser, J.	Effects of Diagnostic Radiopharmaceutical Extravasations on Patients	2020	The Journal of Nuclear Medicine	Yhdysvallat
10	Poeppel, T., Handkiewicz-Junak, D., Andreeff, M., Becherer, A., Bockisch, A., Fricke, E., Geworski, L., Heinzel, A., Krause, B., Krause, T., Mitterhauser, M., Sonnenschein, W., Bodei, L., Delgado-Bolton, R. & Gabriel, M.	EANM guideline for radionuclide therapy with radium-223 of metastatic castration-resistant prostate cancer	2017	Manuaalinen haku	Itävalta

jatkuu

11	Tennvall, J., Fischer, M., Bischof Delaloye, A., Bombardieri, E., Bodei, L., Giammarile, F., Lassmann, M., Oyen, W. & Brans, B.	EANM procedure guideline for radio-immunotherapy for B-cell lymphoma with 90Y-radiolabelled ibritumomab tiuxetan (Zevalin)	2007	Manuaalinen haku	Itävalta
12	Benjegerdes, K., Brown, S. & Housewright, C.	Focal cutaneous squamous cell carcinoma following radium-223 extravasation	2017	Manuaalinen haku	Yhdysvallat
13	Dogan, A. S. & Rezaei, K.	Incidental Lymph Node Visualization on Bone Scan Due to Subcutaneous Infiltration of Tc-99m MDP A Potential for False Positive Interpretation	1993	Manuaalinen haku	Yhdysvallat
14	Williams, G., Palmer, M. R., Parker, J. A. & Joyce, R.	Extravasation of Therapeutic Yttrium-90-Ibritumomab Tiuxetan (Zevalin®): A Case Report	2006	Manuaalinen haku	Yhdysvallat
15	Vano-Galvan, S., Rodriguez-Rey, C., Vano-Galvan, E. & Jaén, P.	Technetium and blood extravasation before gammagraphy: a case report	2009	Manuaalinen haku	Espanja
16	Kawabe, J., Higashiyama, S., Kotani, K., Yoshida, A., Tsushima, H., Yamanaga, T., Tsuruta, D. & Shiomi, S.	Subcutaneous Extravasation of Sr-89: Usefulness of Bremsstrahlung Imaging in Confirming Sr-89 Extravasation and in the Decision Making for the Choice of Treatment Strategies for Local Radiation Injuries Caused by Sr-89 Extravasation	2013	Manuaalinen haku	Japani
17	Tang, J., Fu, X., Hu, Y., Zhang, Y. & Shao, F.	Monitoring and Handling of 89Sr Injection Site Extravasation in a Patient With Breast Cancer	2020	Manuaalinen haku	Kiina

Liite 2. Aineiston esittely osa 2

1(3)

	Isotooppi ja säteilylaji	Aineiston kuvaus ja toimintatavat ekstravasaation tapahtuessa	Aineiston kuvaus ja ekstravasaation aiheuttamat vauriot potilaille
1	²²³ Ra alfa	Artikkelissa esitellään kaksi tapausta, joissa potilas on saanut ekstravasaation ²²³ Ra -injektioista. Kummassakaan tapauksessa ekstravasaatiota ei huomattu välittömästi pistohetkessä, vaan oireet ilmenivät potilaalle vasta myöhemmin. Potilaita ohjattiin käyttämään pistokohdan alueella kompressiosidettä ja harjoittamaan lihaskuntoa kohdealueella, jotta nestekierto tehostuu.	Potilaalla 1 esiintyi pistokohdan ihon turvotusta, kyynärpään jäykkyyttä ja painon tunnetta pistopuolen raajassa. Potilaalla 2 ilmaantui käden turvotusta, painon tunnetta ja kuoppautuvaa turvotusta.
2	^{99m} Tc gamma	Artikkelissa kuvataan yksi potilastapaus, jossa ekstravasaatio on aiheutunut ^{99m} Tc-MDP-injektioista. Ekstravasaatio huomattiin vasta kuvauksen alkamisen jälkeen, poikkeavan suuren paikallisaktiivisuuden takia. Potilas ohjattiin kohottamaan käsivarsi pään yläpuolelle. Kuvauksen tuloksista voidaan päätellä, että toiminnalla ekstravasaatiotilanteessa oli suuri vaikutus radioaktiivisen lääkkeen etenemiseen kehossa, joka vähensi paikallista säderasitusta pistokohdassa.	
3	¹⁷⁷ Lu beeta-	Potilas sai ekstravasaation terapeuttisesta ¹⁷⁷ Lu-DOTATOC-injektioista. Pistokohtaa hierottiin, lämmitettiin ja käsivarteen asetettiin kompressioside.	Potilas tunsi injektion jälkeen välitöntä arkuuden tunnetta pistokohdassa, myös turvotusta esiintyi. Myöhempiä tuntemuksia tai haittavaikutuksia ei todettu.
4	⁹⁰ Y beeta-	Artikkelissa esitetään toimintaohje ekstravasaation tapahtuessa ⁹⁰ Y -ibritumomab tiuxetan-injektioissa. Infuusio tulee lopettaa välittömästi, potilaan käsivarsi tulee nostaa kohoasentoon ja käsivartta tulee hieroa lymfaattisen poistumisen helpottamiseksi. Haittatapahtumaa koskevat tiedot tulee kirjata potilastietoihin.	
5	¹⁷⁷ Lu beeta-	Artikkelissa käsitellään tapausta, jossa potilaalle aiheutui ekstravasaatio 7,4GBq suuruisesta hoitoannosinjektioista ¹⁷⁷ Lu-DOTA-TATE: a. Radioaktiivisen lääkkeen poistumista kudoksesta tehostettiin lämmittämällä ja toistuvasti hieromalla pistokohtaa ympäröivää aluetta.	Vaikka potilaan saaman sädeannoksen arvioitiin olevan deterministisen säteilyhaitan alueella, ei potilaalle ilmentynyt lainkaan haittavaikutuksia tai tuntemuksia ekstravasaatiosta.
6	^{99m} Tc gamma	Artikkelin 26 potilasta on saanut joko ¹⁸ F-FDG:tä tai ^{99m} Tc -MDP:tä injektion aiheuttaen ekstravasaation. Pistopaikkaa voidaan kohottaa, lämmittää ja kanyyliin kautta tulisi antaa keittosuolaliuosta edesauttamaan radioaktiivisen lääkkeen poistumista ja vähentämään paikallista sädeannosta. Ekstravasaation tapahtuttua tulisi suorittaa annoslaskentaa potilaille, jotta voidaan tunnistaa mahdollisten myöhäishaittojen ilmaantuvuuden riskit. On tärkeää selvittää kudokseen absorboituneen annoksen määrä, kyseisen isotoopin puoliintumisaika sekä kudoksen sädeannos.	^{99m} Tc-MDP:n ekstravasaatio ei todennäköisesti aiheuta mitään reaktioita potilaalla.

jatkuu

7	^{99m} Tc gamma		Seitsemän vuoden seurantatutkimuksessa arviointiin 2435 luustotutkimusta, joissa kaikissa on käytetty ^{99m} Tc MDP:tä tutkimusaineena. Tutkimuksista 48 osoittaa radioaktiivisen lääkkeen joutumisen injektio puolen käden kainalon imusolmukkeisiin ekstravasaation seurauksena. Lisäkuvaukset ovat aiheellisia, mikäli epäillään ettei radioaktiivinen lääke ole päässyt muualle kehoon odotetusti. Imusuonisto on tärkeässä roolissa kudosten nestekierrossa, etenkin suurten molekyylien osalta, jotka eivät voi imeytyä kapillaareihin. ^{99m} Tc-MDP:llä on raskas molekyyli rakenne, jonka vuoksi se hakeutuu juuri imunestekiertoon ja leviää sen kautta elimistöön. Tarkoitukseton kertymä kainalossa voi johtaa väärään löydökseen ja diagnoosiin potilaalle.
8	¹³¹ I beeta- ja gamma	Artikkelin potilasta ohjattiin käyttämään lääkevoidetta ja myöhemmin iholle todettiin jäävän pysyvä värimuutos. Mikäli ekstravasaatio huomattaisiin välittömästi injektion jälkeen suositeltavat toimenpiteet ovat: kanyylin huuhtominen keittosuolaliuksella nopeuttamaan radioaktiivisen lääkkeen poistumista ja vähentämään paikallista sädeannosta, käden kohottaminen, kompression asettaminen, lämmön lisääminen pistoalueelle ja mahdollisen lääkehoidon aloittamisen tarpeen arviointi.	
9	¹⁸ F positroni ja gamma	Ekstravasaation välttämiseksi kaikkia radioaktiivisten lääkkeiden injektioita on seurattava tarkasti ja ekstravasaation saaneiden potilaiden kohdalla tulee suorittaa annoslasientaa. Jos kudoksen annosraja 0,5 mSv ylittyy, tulee potilaan tilaa seurata haittavaikutusten varalta ja tiedot raportoida.	Artikkelissa käsitellyssä ekstravasaatiotapauksessa radioaktiivinen lääke kertyi kainalon imusolmukkeisiin ja haimaan poikkeuksellisesti, jonka seurauksena diagnostiikka oli haimakasvaimeen viittaavaa. Uusintakuvauksessa löydöksiä ei ollut enää havaittavissa ja alkuperäinen diagnoosi kumottiin. Potilaalle aiheutui tästä ylimääräistä säde- rasitusta.
10	²²³ Ra alfa	Ekstravasaation ennaltaehkäisemiseksi radioaktiivinen lääke tulisi ruiskuttaa hitaalla vauhdilla ja kanyyli huuhdella ennen ja jälkeen injektioita. Mikäli epäillään ekstravasaatiota, tulee injektio keskeyttää välittömästi. Ekstravasaation varalle ei ole tarkkaa toimintaohjetta, mutta kanyylin kautta voidaan yrittää aspiroida puhtaalla ruiskulla radioaktiivista lääkettä takaisinpäin. Pistopuolen kättä tulisi kohottaa ja asettaa siihen lämpöä, aluetta voidaan myös hellästi hieroa imunestekierron tehostamiseksi.	²²³ Ra:n ekstravasaatio voi aiheuttaa vakavan pehmytkudosisvaurion kuten kudosisneuroosia.
11	⁹⁰ Y beeta-	Mikäli injektio aikana tuntuu lainkaan vastusta tai ekstravasaatio tapahtuu, tulee injektio keskeyttää välittömästi. Ekstravasaation jälkeen pistoalueen ihoa voidaan hellävaroen hieroa ja lämmittää. Tiedot ekstravasaatiosta tulee kirjata potilastietojärjestelmään.	⁹⁰ Y:n ekstravasaatio voi aiheuttaa vakavan pehmytkudosisvaurion, kuten kudosisneuroosia.
12	²²³ Ra alfa		Artikkelissa käsitellään potilasta, joka on saanut saanut ²²³ Ra -hoidon metastaattiseen eturauhassyöpään. Potilaalla ei ollut aikaisempia viitteitä ihosyövistä. Kun hänelle annettiin ²²³ Ra -hoitoa, hän sai ensimmäisellä kolmesta hoitokerrasta ekstravasaation vasempaan kämmenselkään asetetusta kanyylistä. Ekstravasaatioita ei voitu varmistaa kuvantamisella, sillä potilas kieltäytyi tästä. Potilaalle aiheutui ekstravasaatiosta ihon punoitusta, turvotusta ja paikallista kipua. Neljän kuukauden kuluttua ekstravasaatiosta potilaalle ilmeni nopeasti kasvava kivulias muutos vasempaan kämmenselkään. Muutoksen todettiin olevan aggressiivinen okasolusyöpä.

13	^{99m} Tc gamma		Artikkelissa kerrotaan potilaasta, joka sairastaa eturauhassyöpää ja hänetä tutkittiin mahdollista luustometastasoita. Hänelle annettiin ^{99m} Tc-MDP:tä vasemman kyynärtaipteen laskimoon ja potilas kuvattiin kolme tuntia injektio jälkeen. Kertymiä havaittiin rintakehän ja kainalon alueella. Aktiivisuuksien sijainti oli epäselvää gammakuvan perusteella, jonka vuoksi otettiin lisäkuvia. Kuvista todettiin, ettei kertymä ole luustossa vaan pehmytkudoksissa, tämä herätti epäilykset ekstrasasaatiosta. Ekstrasasaation seurauksena potilaalle radioaktiivinen lääke voi hakeutua luisten rakenteiden päälle pehmytkudoksiin, mikä voi johtaa virheelliseen kuvantulkintaan.
14	⁹⁰ Y beeta-	Artikkelissa käsitellään potilastapausta, jossa annettiin 1,2 GBq Zevalin-hoitoannosta. Vain alle 1 ml radioaktiivista lääkettä ehdittiin antaa, kunnes Injektion aikana tuntuu vastusta ja seurauksena injektio keskeytettiin. Potilaalle asetettiin uusi, distaalisemman suonon kanyyli ja injektio antamista jatkettiin ongelmitta. Ekstrasasaation epäiltiin tapahtuneen kyynärtaipteen pistokohdasta, vaikka annostelu suoritettiin distaalisemmin. Ekstrasasaation tapahtuessa suositellaan kanyylin huuhtelua keittosuolaliuoksella ja/tai radioaktiivisen lääkkeen takaisinpäin aspirointia, pistoalueen lämmittämistä, mahdollisesti intralesionaalisia steroideja ja annosnopeusmittarilla alueen tarkkailua.	Potilaalla ei esiintynyt välittömästi oireita ekstrasasaatiosta. Päivien kuluessa pistokohdan iho alkoi kuitenkin aristaa ja punoittaa, ja 29 päivän kuluttua todettiin pistokohdassa kosteaa hilseilyä. Potilaalle harkittiin reilun kuukauden jälkeen tapahtumasta ihonsiirtoa. Kolmen kuukauden kuluttua suoritus- tussa kontrollikuvauksessa PET-TT:llä havaittiin taudin merkittävä levinneisyys, eikä toivottua hoitovastetta Zevalin-hoidosta.
15	^{99m} Tc gamma		Artikkelissa esitetään potilastapaus, jossa iäkäs nainen sai ^{99m} Tc-perteknetaatti-injektion myötä ekstrasasaation. Potilas oli yhteistyökyvytön ja kanylointi haastavaa. Ekstrasasaation seurauksena hän sai vain suuren punavioletin mustelman kyynärvarteeseen, muita vaurioita ei ilmentynyt. Eri- tyistä hoitoa ei tarvittu.
16	⁸⁹ Sr beeta-	Heti ekstrasasaation havaitsemisen jälkeen pistokohtaa hierottiin kevyesti ja pistoaluetta lämmitettiin. Välittömästi suoritettiin myös jarrutus säteilykuvaus, todellisen radioaktiivisen lääkkeen levinneisyyden selvittämiseksi. Lääkäri asetti pistoalueen päälle kerroksen hydrokortisonivoidetta.	Artikkelissa esitetään potilastapaus, jossa nuori mies sai radioaktiivista lääkettä luustometastaasien kivunlievitykseen. Läkettä annosteltiin 21G neulalla oikeaan kyynärvarteeseen, aktiivisuutta oli 136MBq 30 ml tilavuudessa. Kanyylin toimivuus oli testattu ja injektio annettiin hitaasti. Kuitenkin heti injektio jälkeen potilas valitti poltteen tunteesta pistoalueella, myös turvotusta ja punoitusta esiintyi. Ihoon absorboituneen annoksen arvioitiin olevan 1,78 Gy. Potilaalle ei kuitenkaan aiheutunut pitkäkestoista säteilyvauriota ekstrasasaation seurauksena.
17	⁸⁹ Sr beeta-	Potilastapauksessa nainen sai radioaktiivista lääkettä luustometastaasien kivunhoitoon. Injektio tilanteessa tapahtui ekstrasasaatio, tämän jälkeen potilasta ohjattiin puristelemaan stressipalloa pistopuolen kädellä, pistoaluetta myös hierottiin ja lämmitettiin. Potilasta ohjattiin toistamaan näitä toimia myös kotona ollessaan muutaman päivän ajan aamuin illoin.	Potilaalle ilmeni ekstrasasaation seurauksena välittömästi lievää paikallista punoitusta ja turvotusta. Oireet häipyivät kahden päivän kuluttua.

Liite 3. Aineiston pelkistys

1(4)

Alkuperäinen ilmaus tutkimuskysymykseen 1 vastaavista aineistoista	Pelkistys
"We decided to perform the long-established conservative treatment, consisting in elevation, compression bandaging and therapeutic muscular exercise to enhance lymphatic drainage. In a time frame of three weeks, the lymphedema condition and the heaviness complained by the patient gradually reverted and, at present, they did not recur. The patient is still in clinical follow up." (1)	Käden kohotus
	Kompressio
	Lihaskunto-harjoittelu immunestekierron tehostamiseksi
"The technologist asked the patient to move her injection arm and to leave it raised above her head for several minutes" (2)	Käden kohotus
"In order to stimulate the lymphatic drainage, the patient was instructed to both elevate and exercise the affected arm by flexing the elbow, and a compression bandage with heated gel pads was applied to the relevant area." (3)	Käden kohotus
	Kyynärpään koukistaminen
	Kompressio
	Pistokohdan lämmittäminen
"Attention to proper procedures for the preparation and administration of 90Y-ibritumomab tiuxetan is the key to prevention of adverse events. In the unlikely event of extravasation occurring, the infusion should be halted immediately, the patient's arm should be elevated, and the patient should be directed to massage the arm to facilitate lymphatic drainage. Documentation of adverse reactions should be noted in the patient's file." (4)	Infuusion välitön lopetus
	Käden kohotus
	Pistoalueen hieronta
	Haittatapahtuman raportointi
"Elimination of the product was quick in the arm (Teff = 3 h) and was promoted by specific interventions (warming, repeated massages around the injection site)." (5)	Pistokohdan lämmittäminen
	Pistoalueen hieronta
"Mitigation steps such as elevation of the arm, application of heat, and flushing with saline can accelerate clearance and decrease radiation doses. Once an extravasation has been identified, accurate dose calculation enables clinicians to identify patients who should be followed for adverse tissue reactions or late stochastic effects." "Accurate dosimetry should include the determination of infiltrated fraction of administered activity, clearance half-times, and resulting radiation doses to infiltrated tissue and overlaying skin." (6)	Käden kohotus
	Pistokohdan lämmittäminen
	Keittosuolaliuoksella huuhtelu
	Ekstravasoituneen annoksen määritys
	Annoslaskenta
"From this experience, the following cautions are recommended for all high-dose radionuclide therapy administrations. If venous access is difficult, with multiple sticks, do not use that access site to administer radionuclide therapy. Perform a test to ensure the absence of leakage at the venous access site. To date, our clinical protocol has prevented a repetition of the extravasation incident. If the patient reports pain at the injection site or if swelling is seen, stop the infusion and establish another access site. If extravasation occurs, try to mitigate toxic effects by elevating the arm, applying heat, and considering pharmaceutical intervention." "Increasing the resorption rate will also decrease the radiation dose. Clearance can be increased by elevating the injection site and applying warm packs or compression stockings. A modest reduction of 20 %	Infuusion välitön lopetus
	Käden kohotus
	Pistokohdan lämmittäminen

jatkuu

<p>in radiation dose can decrease skin reaction from moist desquamation to dry desquamation." "Pharmaceutical intervention is another option for preventing severe damage. Amifostine has been used in radiation oncology to mitigate radiation injury to normal tissue, in particular in head and neck malignancies. Thus, amifostine could be considered if expertise in using this agent is available." (8)</p>	<p>Annettavan aktiivisuuden vähentäminen</p> <p>Lääkehoidon tarpeen arviointi</p>
<p>"Diagnostic radiopharmaceutical extravasations can potentially cause harm, affect patient management, and expose tissue to doses greater than reporting limits. Therapeutic radiopharmaceutical extravasations also cause harm. Therefore, all radiopharmaceutical injections should be monitored and dosimetric calculations of extravasated tissue performed. When doses to tissue exceed reporting limits, they should be reported, and patients should be monitored for effects." (9)</p>	<p>Annoslaskenta</p> <p>Potilaan tilan seuranta</p> <p>Haittatapahtuman raportointi</p>
<p>"It should be administered by slow injection (generally within 1 min) via an indwelling cannula or central venous access to ensure intravenous administration and to avoid extravasation. The infusion line should be flushed with saline prior to and at the end of the administration of radium-223. In the case of reasonable suspicion of extravasation the administration must be halted. There is no specific therapy in the case of extravasation or infiltration. Using a clean syringe, aspirate as much of the radium-223 as possible from the tissue through the cannula. Application of local hyperthermia, elevation of the affected extremity, and gentle effleurage may promote lymphatic drainage reducing the local radiation dose." (10)</p>	<p>Infuusion välitön lopetus</p> <p>Radioaktiivisen lääkkeen aspirointi takaisinpäin</p> <p>Käden kohotus</p> <p>Pistokohdan lämmittäminen</p> <p>Pistoalueen hieronta</p>
<p>"In the event of extravasation, the infusion must be immediately halted. If extravasation should occur, local hyperthermia, elevation of the extremity and gentle massage might somewhat favour lymphatic drainage and thereby reduce the local radiation dose. The event must be recorded in the procedure report." (11)</p>	<p>Infuusion välitön lopetus</p> <p>Pistokohdan lämmittäminen</p> <p>Käden kohotus</p> <p>Pistoalueen hieronta</p>
<p>"Secondly, regarding early treatment of radiation damage caused by extravasation, we recommend focusing on ways to monitor and minimize radiation exposure near the extravasation site: (1) removal of the agent by drainage and/or flushing at the site; (2) warming to promote vasodilatation and possible removal and dilution of the extravasated agent and to relieve pain; (3) the possible administration of intralesional steroids and (4) monitoring the fraction left by bremsstrahlung." (14)</p>	<p>Radioaktiivisen lääkkeen aspirointi takaisinpäin</p> <p>Keittosuolaliuoksella huuhtelu</p> <p>Pistokohdan lämmittäminen</p> <p>Intralesionaalisten steroidien antamisen harkinta</p> <p>Jarrutussäteilykuvaus paikallisen säteilyaltistuksen määrittämiseksi</p>
<p>"Extravasation of the injected fluid was suspected; in accordance with the manual for the management of possible extravasation, immediate warming and massaging of the catheterized area were started. To estimate the skin-absorbed dose of Sr-89 from the subcutaneous leakage, bremsstrahlung imaging was subsequently performed, using an ADAC Forte gamma camera fitted with a low-energy high-resolution (LEHR) collimator." "A dermatologist applied lotions containing hydrocortisone and covering to the injury site." (16)</p>	<p>Pistokohdan lämmittäminen</p> <p>Pistoalueen hieronta</p> <p>Jarrutussäteilykuvaus paikallisen säteilyaltistuksen määrittämiseksi</p> <p>Hydrokortisonivoiteen levitys pistoalueelle</p>

3(4)

"After the extravasation, we asked the patient to squeeze a stress ball repeatedly for 1 hour and elevate the right arm for 10 minutes thrice daily. Local warming and gently massaging were also performed in both morning and evening for 15 minutes to promote ⁸⁹ Sr absorption and prevent potential local radiation injury from the β -ray." (17)	Käden kohotus
	Stressipallon puristaminen
	Pistoalueen hieronta
	Pistokohdan lämmittäminen

Alkuperäinen ilmaus tutkimuskysymykseen 2 vastaavista aineistoista	Pelkistys
"About seven days after, the patient's left upper limb showed an evident swelling and fullness. The patient did not complain any pain in the region of injection nor in the whole left upper limb, no fever was observed, but she felt stiffness, heaviness and a reduced flexibility of the left elbow, as observed in lymphedema syndromes clinical presentation. No ulceration of the skin or subcutaneous tissue alterations were detected at physical examination, but just a slight erythema around injection site." (1)	Pistoalueen jäykkyys
	Painon tunne
	Paikallinen punoitus
	Paikallinen turvotus
	Kyynärpään heikentynyt liikkuvuus
"A swelling of the upper left arm was noted, and the patient confirmed a feeling of tenderness in the upper left arm." "The patient had no symptoms from the affected arm, or in general, and was discharged 2 days after the PRRT." (3)	Paikallinen turvotus
	Paikallinen arkuus
	Ei säteilyvaurioita
"Estimated doses values are in the range of deterministic effects. However, the patient did not show any clinical sign of the irradiation." (5)	Ei säteilyvaurioita
"In our review, none of the technologists or patients reported immediate pain or edema during or following the injection—even in cases of extravasation." (6)	Ei paikallisoireita
"Forty-eight of 2435 (2 %) reviewed studies showed focal uptake in one axilla, but none of the studies demonstrated tracer in the liver. The axillary uptake occurred ipsilateral to the venipuncture in every case, and imaging of the injection site always revealed extravascular tracer that had infiltrated the soft tissues." (7)	Radioaktiivisen lääkkeen kertyminen kainaloon/pehmytkudokseen
"There was no evidence of extravasation of the dose and no swelling; the patient felt no pain. However, after angiocatheter removal, forearm swelling was noted. The timing of the swelling led the physician to think that this was an allergic reaction." "Approximately 4 wk later, the patient called to let the nuclear medicine physician know that he had developed a "rash" on his left forearm at the site of the intravenous dose administration. The rash measured about 10 cm in length by 5 cm in width. He reported that his primary care physician had suggested that perhaps there had been extravasation of the dose at the time of the therapy administration and that this was a radiation burn." (8)	Paikallinen turvotus
	Paikallinen ihottuma
	Säteilypalovamma
"FDG patient A: extravasated baseline image revealed positive axillary node and pancreatic tumor SUVmax of 1.86; repeat image revealed no nodal uptake and tumor SUVmax of 4.56." (9)	Virheellinen tulkinta
	Radioaktiivisen lääkkeen kertyminen kainalon imusolmukkeeseen

Extravasation can potentially cause serious injury, such as tissue necrosis. (10)	Vakava pehmytkudosvaurio
	Kudosnekroosi
Extravasation can lead to radionecrosis. (11)	Kudosnekroosi
During the first of three treatments, he noted extravasation of the radioisotope from the intravenous catheter in his left dorsal hand, which manifested as local pain, erythema, and edema. Four months later, he noted a rapidly growing, painful lesion at the exact injection site. A biopsy revealed an aggressive acantholytic squamous cell carcinoma. (12)	Paikallinen kipu
	Paikallinen punoitus
	Paikallinen turvotus
	Nopeasti kasvava kipeä muutos pistokohdassa, okasolusyöpä
Soft tissue localization of radiotracer on bone scintigraphy may result in false-positive interpretations, if the activity overlies a bony structure. (13)	Radioaktiivisen lääkkeen kertyminen pehmytkudokseen
	Virheellinen tulkinta
"2.5 x 3 inch erythematous area was noted (in clinic)." "Tenderness at the site was noted." "The wound was characterized as a grade 3 dermatitis associated with radiation, moist desquamation. The site had begun to desquamate, leaving a denuded area with serous exudate. The family applied dry sterile dressings that were changed 3 times a day secondary to saturation. Consultations with dermatology and plastic surgery were arranged; plastic surgery recommended 1 % sulfur sulfadiazine cream and gauze dressings." (14)	Paikallinen punoitus
	Paikallinen arkuus
	Ihon kostea hilseily
"Based on the abrupt onset of lesions and the absence of cooperation during intravenous administration of radiotracer, a suspect diagnosis of technetium and blood extravasation was made. This entity was confirmed in basis of evolution, with a spontaneous resolution of lesions within the next 15 days with no complications." (15)	Ei säteilyvaurioita
"Slight reddening and small circular swelling (diameter, 0.5 cm) were observed at the catheterized area." "Generally the mildest clinical sign of local radiation injury is erythema." (16)	Paikallinen punoitus
	Paikallinen turvotus
"Unexpectedly, 1 minute after administration, local mildly redness and swelling were observed at the injection site despite the patient did not claim pain and tenderness, which suggested possible extravasation." "The redness and swelling fade away 2 days after the 89Sr administration." (17)	Paikallinen punoitus
	Paikallinen turvotus
	Ei säteilyvaurioita

Liite 4. Aineiston luokittelu

1(2)

Pelkistys	Alaluokka	Yläluokka
Käden kohotus (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 17)	Imunestekierron tehostaminen	Toiminta ekstravasaation tapahtuessa
Pistokohdan lämmittäminen (3, 5, 6, 8, 10, 11, 14, 16, 17)		
Kompressio (1, 3)		
Pistoalueen hieronta (4, 5, 10, 11, 16, 17)		
Kyynärpäähän koukistaminen (3)		
Lihaskunto-harjoittelu imuneste- kierron tehostamiseksi (1)		
Stressipallon puristaminen (17)		
Annettavan aktiivisuuden vähentäminen (8)	Paikallisen säteilyannoksen vähentäminen	
Radioaktiivisen lääkkeen aspirointi takaisinpäin (10, 14)		
Keittosuolaliuoksella huuhtelu (6, 14)		
Infuusion välitön lopetus (4, 8, 10, 11)		
Annoslaskenta (6, 9)	Paikallisen säteilyannoksen määrit- täminen	
Ekstravasoituneen annoksen määrittäminen (6)		
Jarrutussäteilykuvaus paikallisen säteilyaltistuksen määrittämiseksi (14, 16)		
Lääkehoidon tarpeen arviointi (8)	Lääkinnällinen hoito	
Intralesionaalisten steroidien antamisen harkinta (14)		
Hydrokortisonivoiteen levitys pistoalueelle (16)		
Potilaan tilan seuranta (9)	Jälkitoimet	
Haittatapahtuman raportointi (4,9)		

jatkuu

Pelkistys	Alaluokka	Yläluokka
Pistoalueen jäykkyys (1)	Välittömät haitat	Ekstravasaation aiheuttamat vauriot suonen ulkopuolisissa kudoksissa
Painon tunne (1)		
Paikallinen punoitus (1, 12, 14, 16, 17)		
Paikallinen turvotus (1, 3, 8, 12, 16, 17)		
Kyynärpään heikentynyt liikkuvuus (1)		
Paikallinen arkuus (3, 14)		
Paikallinen kipu (12)		
Säteilypalovamma (8)	Myöhäishaitat	
Vakava pehmytkudosvaurio (10)		
Kudosnekroosi (10, 11)		
Paikallinen ihottuma (8)		
Nopeasti kasvava kipeä muutos pistokohdassa, okasolusyöpä (12)		
Ihon kostea hilseily (14)	Tulkinnan vääristyminen	
Radioaktiivisen lääkkeen kertyminen kainalon imusolmukkeeseen (9)		
Virheellinen tulkinta (9, 13)		
Radioaktiivisen lääkkeen kertyminen kainaloon/pehmytkudokseen (7, 13)	Ei haittavaikutuksia	
Ei paikallisoireita (6)		
Ei säteilyvaurioita (3, 5, 15, 17)		