



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# $^{131}\text{I}$ -, $^{223}\text{Ra}$ - ja $^{177}\text{Lu}$ -ISOTOOPPIHOIDOT

Opas uusille röntgenhoitajille

Laura Nurmela

Heta Terämaa

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2017  
14RASA  
Röntgenhoitajakoulutus



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Röntgenhoitajakoulutus

NURMELA, LAURA & TERÄMAA, HETA:  
<sup>131</sup>I-, <sup>223</sup>Ra- ja <sup>177</sup>Lu-isotooppihoidot –  
Opas uusille röntgenhoitajille

Opinnäytetyö 60 sivua, joista liitteitä 5 sivua  
Lokakuu 2017

---

Isotooppihoito perustuu säteilevään radioisotooppiin ja lääkkeelliseen tai biologiseen kantajaan, jonka vaikutuksesta radioisotooppi kertyy hoitokohteena olevaan kudokseen. Isotooppihoitoja varten kehitetään jatkuvasti uusia, hyvin paikallisesti vaikuttavia radioaktiivisia lääkkeitä. Lisäksi isotooppihoidot yleistyvät koko ajan: Suomessa annettujen isotooppihoitojen määrä kasvoi 13,7 prosenttia vuosien 2012 ja 2015 välillä. Isotooppihoitojen monipuolistuessa kasvaa myös tarve päivittää röntgenhoitajien tietämystä hoidoista. Radiojodilla (<sup>131</sup>I) voidaan hoitaa kilpirauhasen liikatoimintaa, radium-dikloridilla (<sup>223</sup>Ra) kastroatioresistenttiä eturauhassyöpää ja lutetium-oktreotaatilla (<sup>177</sup>Lu) neuroendokriinisiä kasvaimia. Nämä kolme hoitoa ovat yleisimmät Taysin isotooppilaboratoriossa annettavista isotooppihoidoista.

Työelämälähtöinen opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä, jonka tavoitteena oli lisätä uusien röntgenhoitajien tietoa Taysissa annettavista isotooppihoidoista ja niiden toteuttamiseen liittyvistä käytännöistä. Tarkoituksena oli suunnitella, toteuttaa ja arvioida opas <sup>131</sup>I-, <sup>223</sup>Ra- ja <sup>177</sup>Lu-isotooppihoidoista Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen isotooppilaboratoriolle. Opinnäytetyöraportin teorettinen viitekehys käsittelee <sup>131</sup>I-, <sup>223</sup>Ra- ja <sup>177</sup>Lu-isotooppihoitoja, kyseisillä isotoopeilla hoidettavia sairauksia sekä röntgenhoitajaliittojen eurooppalaisen keskusjärjestön EFRS:n ja Euroopan isotooppilääketieteen yhdistyksen EANM:n osaamisvaatimuksia vastavalmistuneelle röntgenhoitajalle.

Yhteistyökumppanille tuotetun oppaan sisältö perustuu opinnäytetyön teorettiseen viitekehykseen ja isotooppilaboratorion työohjeisiin. Oppaassa pohjustetaan jokaisen isotooppihoidon toteutusta taustatiedolla hoidettavasta sairaudesta. Hoidoissa tarvittavat välineet ja radioisotooppien fysikaaliset ominaisuudet on erotettu muusta tekstistä pieniin inforuutuihin. Opas on kuvitettu isotooppilaboratoriossa otetuilla valokuvilla, jotka tukevat asiasisällön ymmärtämistä ja havainnollistavat hoitojen toteutusta. A4-kokoinen ja 18-sivuinen opas taitettiin media-assistentin avustuksella Adobe InDesign -ohjelmalla. Oppaan ulkoasu suunniteltiin tietyiltä osin yhteneväiseksi kahden muun isotooppilaboratoriolle opinnäytetyönä tuotetun oppaan kanssa. Opas toimitettiin yhteistyökumppanille painettuna ja sähköisenä versiona. Kehittämisehdotuksena esitetään, että opas laajennetaan käsittämään kaikki Taysissa annettavat isotooppihoidot.

---

Asiasanat: isotooppihoidot, säteilyturvallinen työskentely, röntgenhoitajan osaamisvaatimukset, alfasäteily, beetasäteily, gammasäteily, kilpirauhasen liikatoiminta, kastroatioresistentti eturauhassyöpä, neuroendokriiniset kasvaimet

## ABSTRACT

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

NURMELA, LAURA & TERÄMAA, HETA:  
A Radiographer's Guide to  $^{131}\text{I}$ ,  $^{223}\text{Ra}$  and  $^{177}\text{Lu}$  Radionuclide Therapies

Bachelor's thesis 60 pages, appendices 5 pages  
October 2017

---

Targeted radionuclide therapies are a rapidly developing branch of nuclear medicine. The number of radionuclide therapies administered at Tampere University Hospital has increased notably in recent years, prompting a need for a guide on the most common radionuclide therapies.

The aim of this study was to increase knowledge among newly qualified radiographers of the most prevalent radionuclide therapies performed at Tampere University hospital. The purpose of this study was to compile a coherent and comprehensive yet concise guide to  $^{131}\text{I}$ ,  $^{223}\text{Ra}$  and  $^{177}\text{Lu}$  radionuclide therapies.  $^{131}\text{I}$  is used for treating hyperthyroidism,  $^{223}\text{Ra}$  for castration resistant prostate cancer and  $^{177}\text{Lu}$  for neuroendocrine tumours.

The study was conducted as a collaborative project with the Nuclear Medicine Department at Tampere University Hospital. The theoretical framework is based on an extensive review of current research on radionuclide therapies and the conditions for which they are used, respectively. In addition, the EFRS and EANM benchmark documents for radiographers' and nuclear medicine technologists' competencies are discussed.

The guide is based on the theoretical framework of the study as well as the current Nuclear Medicine Department working instructions for radiographers. Each radionuclide therapy is presented in its own section and prefaced with a brief description of the targeted condition. The guide was provided for the Nuclear Medicine Department as a booklet along with an updatable electronic version. The concise booklet enables an easy access to relevant information at a glance.

---

Key words: radionuclide therapy, hyperthyroidism, castration resistant prostate cancer (CRPC), neuroendocrine tumours (NETs), alpha radiation, beta radiation, gamma radiation, radiation protection, nuclear medicine radiographers' competencies

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	<sup>131</sup> I-, <sup>223</sup> Ra- ja <sup>177</sup> Lu-ISOTOOPEILLA HOIDETTAVIA SAIRAUKSIA.....	7
	2.1 Kilpirauhasen liikatoiminta.....	7
	2.2 Kastratioresistentti eturauhassyöpä.....	9
	2.3 Neuroendokriiniset kasvaimet .....	12
3	<sup>131</sup> I-, <sup>223</sup> Ra- ja <sup>177</sup> Lu-ISOTOOPPIHOIDOT .....	15
	3.1 Radiojodihoito .....	15
	3.2 Xofigo-hoito.....	22
	3.3 Lutetiumhoito.....	26
4	RÖNTGENHOITAJAN OSAAMISVAATIMUKSET .....	30
	4.1 EFRS:n benchmarking-dokumentti .....	30
	4.2 EANM:n benchmarking-dokumentti .....	31
5	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN PROSESSI.....	36
	5.1 Toiminnallisen opinnäytetyön menetelmä.....	36
	5.2 Oppaan suunnittelu, toteutus ja arviointi .....	37
6	POHDINTA.....	45
	6.1 Opinnäytetyöprosessin arviointi .....	45
	6.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus .....	47
	6.3 Oma oppimiskokemus ja kehittämis ehdotus .....	49
	LÄHTEET.....	50
	LIITTEET .....	56
	Liite 1. <sup>131</sup> I-, <sup>223</sup> Ra- ja <sup>177</sup> Lu-isotooppihoidot – Opas uudelle röntgenhoitajalle .....	56

## 1 JOHDANTO

Isotooppihoidon tavoitteena on saada aikaan sädeaurio hoitokohteena olevassa kudoksessa, kuten syöpäkasvaimessa. Isotooppihoito perustuu radioisotoopin emittoimaan säteilyyn, jolla on lyhyen kantaman vuoksi paikallinen vaikutus. (Mäenpää & Tenhunen 2012, 2209.) Säteilyturvakeskuksen selvityksen mukaan vuonna 2012 Suomessa toteutettiin 1 854 isotooppihoitoa, mikä on noin 6 prosenttia enemmän kuin vuonna 2009. Isotooppihoitoja annettiin tuolloin 22 yksikössä. (Kaijaluoto 2014, 3, 9.) Vuoden 2015 tilastot osoittavat, että isotooppihoitojen määrä kasvoi edelleen 13,7 prosenttia verrattuna vuoteen 2012 (Pastila 2017, 12). Vuonna 2012 yleisin isotooppihoito Suomessa oli kilpirauhasen liikatoimintaan annettava radiojodihoito, jossa käytetään jodin radioisotooppia  $^{131}\text{I}$ . Tuolloin  $^{131}\text{I}$ -hoitoja annettiin 808 kappaletta 21 eri yksikössä. (Kaijaluoto 2014, 12, 40.)

Kastraatioresistentin eturauhassyövän hoitoon on kehitetty hiljattain isotooppihoito, jossa käytetään radiumin radioisotooppia  $^{223}\text{Ra}$ . Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea kartoitti vuoden 2014 lopulla kastraatioresistentin eturauhassyövän hoitokäytäntöjä kyselytutkimuksella. Kysely lähetettiin Manner-Suomen 19 sairaanhoitopiiriin, ja 11 sairaalaa vastasi kyselyyn.  $^{223}\text{Ra}$ -isotooppihoitoa annettiin kuudessa sairaalassa, ja hoidon käyttöönottoa suunniteltiin kolmessa sairaalassa. (Härkönen, Itkonen & Kivimäki 2015, 10.)

Neuroendokriinisiä kasvaimia voidaan hoitaa radioaktiivisella lääkkeellä, jossa kantajana toimiva oktreotaatti on leimattu lutetiumin radioisotoopilla  $^{177}\text{Lu}$ . Lutetiumhoitoja annetaan Suomessa kolmessa yksikössä: Tampereen yliopistollisessa sairaalassa Taysissa, Helsingin seudun yliopistollisessa keskussairaalassa Hyksissä ja yksityisessä Docrates Syöpäsairaalassa. Aiemmin potilaat jouduttiin lähettämään hoitoihin Uppsalan yliopistolliseen sairaalaan. (Mäenpää 2012, 436; Mäenpää & Tenhunen 2012, 2213.) Säteilyturvakeskuksen mukaan vuonna 2012 annettujen  $^{177}\text{Lu}$ -hoitojen lukumäärä oli 107 (Kaijaluoto 2014, 40).

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön aihe on  $^{131}\text{I}$ -,  $^{223}\text{Ra}$ - ja  $^{177}\text{Lu}$ -isotooppihoidot – opas uusille röntgenhoitajille. Opinnäytetyön yhteistyökumppani on Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. Opinnäytetyön **tavoitteena** on lisätä uusien röntgenhoitajien tietoa Tay-

sisä annettavista isotooppihoidoista ja niiden toteuttamiseen liittyvistä käytännöistä. **Tarkoituksena** on suunnitella, toteuttaa ja arvioida opas  $^{131}\text{I}$ -,  $^{223}\text{Ra}$ - ja  $^{177}\text{Lu}$ -isotooppihoidoista Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen isotooppilaboratoriolle.

Isotooppihoitoja käsittelevä opas on aiheena tärkeä, koska Suomessa annettujen isotooppihoitojen määrä on selkeästi kasvussa. Hoitoja toteuttavien röntgenhoitajien täytyy tuntea hoitojen käytännön toteutuksen lisäksi hoitoindikaatiot ja radioaktiivisten lääkkeiden vaikutusmekanismi. Mitä paremmin isotooppihoitoja toteuttavat röntgenhoitajat ymmärtävät hoitojen lääketieteellisen ja fysikaalisen perustan, sitä paremmin he osaavat vastata potilasta askarruttaviin kysymyksiin. On tärkeää, että isotooppilaboratorion työntekijät tiedostavat myös eri hoitoihin liittyvät säteilysuojelliset näkökulmat, jotta potilaan, henkilökunnan ja väestön säteilyaltistus jää mahdollisimman pieneksi hoitoja toteutettaessa. Röntgenhoitajien osaamisvaatimuksia on hyvä tarkastella eurooppalaisten katto-organisaatioiden laatimien viitekehysten valossa, jotta toiminnan laatua voidaan kehittää kansainvälisten standardien mukaisesti.

Opinnäytetyöraportissa käsitellään ensin  $^{131}\text{I}$ -,  $^{223}\text{Ra}$ - ja  $^{177}\text{Lu}$ -radioisotoopeilla hoidettavia sairauksia, eli kilpirauhasen liikatoimintaa, kastroatioresistenttiä eturauhassyöpää ja neuroendokriinisiä kasvaimia. Seuraavaksi käydään läpi isotooppihoitojen vaikutusmekanismi, toteutus ja säteilysuojelliset näkökulmat. Teoreettisessa viitekehyksessä esitellään myös röntgenhoitajaliittojen eurooppalaisen keskusjärjestön EFRS:n ja Euroopan isotooppilääketieteen yhdistyksen EANM:n osaamisvaatimuksia röntgenhoitajalle. Lisäksi raportissa kuvataan toiminnallisen opinnäytetyön menetelmää ja isotooppihoito-oppaan suunnittelua, toteutusta ja arviointia. Lopuksi arvioidaan opinnäytetyöprosessia, opinnäytetyön eettisyyttä ja luotettavuutta sekä omaa oppimiskokemusta. Tekijät esittävät myös opinnäytetyön kehittämissuositukset.

## 2 <sup>131</sup>I-, <sup>223</sup>Ra- ja <sup>177</sup>Lu-ISOTOOPEILLA HOIDETTAVIA SAIRAUKSIA

### 2.1 Kilpirauhasen liikatoiminta

Kilpirauhasen liikatoiminta eli hypertyreoosi on sairaus, jossa kilpirauhanen tuottaa ja erittää liikaa tyroksiini-nimistä kilpirauhashormonia. Kilpirauhashormonin ylituotanto kiihdyttää aineenvaihduntaa, mikä saa aikaan liikatoimintaan liittyvät fyysiset oireet. (Mustajoki 2015a.) Kilpirauhasen liikatoiminta on melko yleinen sairaus, jota esiintyy maailmanlaajuisesti 2,5 prosentilla naisista ja 0,6 prosentilla miehistä. Suomessa taudin esiintyvyys väestössä on keskimäärin yhden prosentin luokkaa, Euroopassa 0,8 prosenttia ja Yhdysvalloissa 1,3 prosenttia. (Metso 2009, 901; Sane 2010, 2419; De Leo, Lee & Braverman 2016, 906.)

Maantieteellisillä alueilla, joissa väestössä ei esiinny jodin puutosta, liikatoiminta johtuu jopa 80 prosentilla potilaista Basedowin taudista ja siihen liittyvästä kilpirauhasen autoimmuunitulehduksesta. Tällöin potilaan verestä löytyy vasta-aineita kilpirauhasen omia rakenteita kohtaan. Mikäli taas alueen väestössä esiintyy jodin puutosta, noin 50 prosenttia tapauksista aiheutuu kyhmystruumasta tai toksisesta kilpirauhasadenoomasta. Kyhmystruumassa tyroksiinin ylituotanto johtuu kilpirauhasen muodostuneista kyhmyistä. Toksisessa adenoomassa hyvänlaatuinen rauhaskasvain erittää liikaa tyroksiinia. (Välimäki & Schalin-Jäntti 2009, 192; Mustajoki 2015a; Mustajoki 2015b; De Leo ym. 2016, 907.)

#### Oireet ja toteaminen

Hypertyreoosin yleisimpiä oireita ovat hermostuneisuus, lämmönsietokyvyn heikentyminen, runsas hikoilu, sydämentykytykset, sydämen tiheälyöntisyys, hengenahdistus, heikkous, laihtuminen, lisääntynyt ruokahalu, ripuli, vilkastunut suolen toiminta, uni-vaikkeudet ja väsymys. Basedowin tautiin saattaa liittyä myös silmäoireita. Tavallisimpia löydöksiä potilasta tutkittaessa ovat sydämen tiheälyöntisyys ja kilpirauhasen suuren-tuma eli struuma. Monilla potilailla esiintyy myös ihomuutoksia, vapinaa ja suhinaa sydänäänä kuunneltaessa. (Välimäki & Schalin-Jäntti 2009, 194–195; De Leo ym. 2016, 909.)

Mikäli potilaan oireiden ja kliinisen tutkimuksen perusteella herää epäily kilpirauhasen liikatoiminnasta, tutkitaan verikokeilla seerumin tyreotropiinipitoisuus (TSH) ja vapaa tyroksiinipitoisuus ( $T_{4v}$ ). Kilpirauhasperäisessä liikatoiminnassa seerumin TSH laskee alle mittausrajan ( $< 0,01$  mU/l) ja  $T_{4v}$ -pitoisuus ylittää viitearvot.  $T_{4v}$  voi kuitenkin olla normaali, mikäli kyseessä on alkava tai rajapintainen sairaus. Tällöin verestä määritetään vapaan trijodityroniinin pitoisuus,  $T_{3v}$ . Hypertyreoosi voidaan todeta, jos  $T_{3v}$ -pitoisuus ylittää viitealueen (0,5–3,6 milliyksikköä/litra). (Metso 2009, 901, Eskelinen 2016.)

### **Hoitomuodot ja niiden valinta**

Kilpirauhasen liikatoimintaa on hoidettu 1940-luvulta asti kolmella tavalla: kilpirauhasen toimintaa estävällä tyreostaattilääkityksellä, kilpirauhasen osa- tai kokopoistolla sekä radiojodilla. Lisäksi oireita voidaan lievittää beetasalpaajilla. (Metso 2009, 901; Sane 2010, 2419.) Hoitolinjan valintaan vaikuttavat liikatoiminnan aiheuttaja, kilpirauhasen koko, kyhmyisyys ja sijainti, mahdolliset aikaisemmat leikkaukset sekä henki- ja ruokatorvikomplikaatiot. Merkittävää on se, todetaanko potilaan hypertyreoosi ensimmäistä kertaa vai onko kyseessä uusiutunut tauti. Lisäksi otetaan huomioon potilaan muut sairaudet, silmäoireet, mahdollinen raskaus ja imetys, potilaan ikä ja odotettavissa oleva elinaika. Basedowin tautia voidaan hoitaa tehokkaasti kaikilla kolmella tavalla. Jos liikatoiminnan taustalla on kyhmystruuma tai toksinen adenooma, päädytään leikkaukseen tai radiojodihoitoon, sillä tyreostaattilääkitys ei yleensä lievitä oireita edes väliaikaisesti. (Sane 2010, 2419; Välimäki & Schalin-Jäntti 2009, 207; De Leo ym. 2016, 910.)

Hoitomuotojen yleisyys vaihtelee maittain: Euroopassa hypertyreoosin hoito aloitetaan yleensä tyreostaattilääkityksellä, kun taas Yhdysvalloissa radiojodihoito on usein ensisijainen hoito (Metso 2009, 901; De Leo ym. 2016, 910). Suomessa potilaita hoidetaan yleensä lyhytaikaisesti tyreostaattilääkityksellä ennen radiojodihoitoa tai leikkausta. Tyreostaattilääkitys voi olla myös pitkäaikainen tai pysyvä hoito Basedowin taudista kärsivillä lapsilla ja nuorilla aikuisilla, silmäoireisilla potilailla, vanhuksilla sekä niillä potilailla, jotka eivät halua kajoavaa hoitoa. Jos kilpirauhanen on suurentunut merkittävästi, kilpirauhaskyhy my vaikuttaa pahanlaatuiselta tai silmäoireet eivät helpota lääkeshoidolla, päädytään leikkaushoitoon. Radiojodihoidolla tavoitellaan pysyvää hoitotulosta. Radiojodia voidaan käyttää myös, mikäli tauti uusiutuu leikkauksen tai tyreostaattilääkityksen jälkeen. (Metso 2009, 901–902.)



Kaikissa hoitolinjoissa on omat ongelmansa ja etunsa. Vaarana on joko taudin uusiutuminen tai kilpirauhasen vajaatoiminta. Tyreostaattilääkitys on yksinkertainen hoitomuoto, mutta se johtaa usein taudin uusiutumiseen lääkityksen päätyttyä, etenkin ensimmäisen vuoden aikana. Mikäli lääkityksen päättymisestä on ehtinyt kulua yli neljä vuotta, taudin uusiutuminen on epätodennäköistä. (Metso 2009, 901; Sane 2010, 2419; De Leo ym. 2016, 911.) Radiojodihoito on edullinen ja vaivaton toteuttaa, mutta säteilyaltistuksen vuoksi se ei sovellu raskaana oleville tai raskautta suunnitteleville naisille, imettäville äideille tai potilaille, joilla on vaikeuksia noudattaa säteilysuojeluun liittyviä varotoimia. Radiojodihoidon vasta-aiheeksi katsotaan myös kilpirauhassyöpä tai pahanlaatuisilta vaikuttavat kilpirauhaskyhmät. (De Leo ym. 2016, 913.) Lisäksi radiojodihoito voi pahentaa Basedowin taudin aiheuttamia silmäoireita etenkin, jos potilas tupakoi tai kärsii vaikeasta hypertyreosista. On myös huomioitava, että suurimmalle osalle radiojodihoidon saaneista potilaista kehittyy ajan myötä kilpirauhasen vajaatoiminta. (Metso 2009, 902–903; Sane 2010, 2419.) Kilpirauhasen poisto eli tyroidektomia on tehokkain hoitomuoto Basedowin taudissa. On suositeltavaa poistaa koko kilpirauhanen, sillä hoitotulokset ovat tällöin selvästi paremmat kuin osapoistossa. Toisaalta kilpirauhasen poistosta seuraa väistämättä kilpirauhasen vajaatoiminta, joka vaatii elinikäisen kilpirauhashormonin korvaushoidon. (Sane 2010, 2419; De Leo ym. 2016, 914.)

## 2.2 Kastratioresistentti eturauhassyöpä

Kastratioresistentillä eturauhassyövällä tarkoitetaan eturauhassyöpää, joka leviää hormonihoidoista huolimatta. Kastratioresistenssi voi ilmetä, vaikka seerumin testosteronipitoisuus saadaan kirurgisen tai lääkkeellisen kastraation avulla pysymään kastraatio-  
tasolla, eli alle 1,73 nmol/l. Kastratiosta huolimatta kasvain jatkaa kasvuaan, ja uusia etäpesäkkeitä voi ilmaantua. Tällöin syövän hoito muuttuu palliatiiviseksi. Eturauhassyöpä on miesten yleisin syöpä Suomessa, ja siihen sairastuu joka kymmenes mies. Vuonna 2010 Suomessa todettiin yli 4 700 uutta tapausta. (Kellokumpu-Lehtinen, Joensuu & Tammela 2013, 562, 571, 576, 579.) Vuonna 2013 eturauhassyöpää diagnosoitiin maailmanlaajuisesti arviolta vajaat 239 000 tapausta (Vuong, Sartor & Pal 2014, 348–353).

Kastraatioherkät taudit reagoivat hyvin hormonihoitoihin, mutta levinneet eturauhassyövät kehittyvät ajan myötä erilaisten mekanismien kautta kastraatioresistenteiksi (Vuong, Sartor & Pal 2014, 348–353). Yli 90 prosentilla kastraatioresistenttiä eturauhassyöpää sairastavista potilaista esiintyy luustoetäpesäkkeitä, jotka häiritsevät luun uudismuodostuksen ja hajoamisen tasapainoa kiihdyttämällä luun hajoamista. Tämä lisää murtumia, pahentaa kiputiloja, heikentää elämänlaatua ja alentaa elinajanennustetta. (Nilsson, 2016, 1.)

Ikä on eturauhassyövän suurin riskitekijä. Muita riskejä ovat periytyvyys, etninen tausta ja ympäristötekijät. Kastraatioresistenttiä eturauhassyöpää sairastavan elinajanodote on 6–18 kuukautta, kun taas paikallista, hyvin erilaistunutta eturauhassyöpää sairastavan eloonjäämisennuste 10 vuoden kuluttua on 94 prosentin luokkaa. Ennusteeseen vaikuttavat suuresti levinneisyys, syövän erilaistumisaste sekä prostataspesifisen antigeenin pitoisuus veressä eli PSA-arvo diagnoosin aikaan. (Käypä hoito -suositus 2014.) PSA on eturauhassolujen tuottama glykoproteiini, jonka pitoisuus veressä nousee, mikäli potilaalla on eturauhassyöpä tai eturauhasen liikakasvua (Lääketieteen termit 2017).

### **Oireet ja toteaminen**

Eturauhassyövän oireet ovat usein samankaltaisia eturauhasen hyvänlaatuisen liikakasvun aiheuttamien oireiden kanssa. Erityisesti alkuvaiheessa syöpä on yleensä oireeton. Erilaiset virtsavaivat, kuten tihentynyt virtsaamisen tarve, virtsauspakko, heikentynyt virtsasuihku, vajaan tyhjenemisen tunne ja virtsaumpi ovat kaikki oireita, jotka voivat viitata niin eturauhassyöpään kuin eturauhasen hyvänlaatuisen liikakasvuun. Eturauhassyövän ensioire saattaa myös näyttäytyä luustokipuna tai patologisena murtumana, mikäli tauti on lähettänyt etäpesäkkeitä. (Käypä hoito -suositus 2014.)

Eturauhasen perustutkimukseen kuuluu eturauhasen tunnustelu peräsuolen kautta. Erilaiset kovettumat ja kyhmyt täytyy arvioida. Samalla tutkitaan peräaukon seutu ja peräsuoli. Lisäksi mitataan PSA-arvo, mutta on huomioitava, että PSA:n nousu voi viitata myös muun muassa eturauhasen hyvänlaatuisen liikakasvuun, virtsatietulehdukseen tai eturauhastulehdukseen. Kokonais-PSA:n viitearvot vaihtelevat ikäluokan mukaisesti seuraavasti: 40–49-vuotiailla miehillä arvon tulisi olla alle 2,5 µg/l, 50–59-vuotiailla miehillä alle 3,5 µg/l, 60–69-vuotiailla alle 4,5 µg/l ja 70–79-vuotiailla miehillä alle 6,5 µg/l. Hoitava lääkäri voi konsultoida urologia oireiden, eturauhasen tunnustelun ja PSA-

arvon perusteella sekä lähettää potilaan koepalan oton harkintaan. Joidenkin potilaiden kohdalla päädytään pelkkään seurantaan. (Käypä hoito -suositus 2014.)

Koepalan ottaminen ja Gleason-luokitus ovat tärkeitä eturauhassyövän diagnosoinnissa (Käypä hoito -suositus 2014). Eturauhasen kuvantamiseen on ollut vaikeaa löytää tarkoituksenmukaista modaaliteettia, mutta tuoreet tutkimukset osoittavat, että monivaiheinen magneettitutkimus voi edistää eturauhassyövän diagnosointia ja hoitomuodon valintaa (Pedler 2015, 225).

### **Hoitomuodot ja niiden valinta**

Levinnyttä kastroatioresistenttiä eturauhassyöpää voidaan hoitaa monilla eri sytostaattitai hormonihoidoilla. Hoitovasteet ovat usein lyhytaikaisia ja lisäävät elinajanennustetta keskimäärin vain pari kuukautta. (Käypä hoito -suositus 2014.) Ensimmäinen eturauhassyövän elinajanodotetta lisäävä lääke oli sytostaattihoidoissa käytetty Docetaxel. Sillä todettiin kuitenkin olevan vakavia hematologisia haittavaikutuksia, ja tutkimukset puolsivat paikallisesti vaikuttavien hoitomuotojen valintaa. <sup>223</sup>Ra-isotooppihoito, hormonihoitot (abiraterone ja enzalutamide) ja immunoterapia sipuleucel-T ovat uusimpia kastroatioresistentin eturauhassyövän hoitumuotoja. (Nilsson 2016, 1.)

Luustoetäpesäkkeiden isotooppihoidoilla on tarkoitus lievittää potilaiden kipuja ja tehostaa mahdollista sytostaattihoidoa. Radioisotooppeja käytetään eturauhassyöpäpotilaan hoitoon, mikäli potilaalla on kivuliaita osteoblastisia luustoetäpesäkkeitä, kastroatioresistentti kasvain ja epätarkkarajainen taudin leviäminen. Isotooppihoitoa suositellaan etenkin siinä tapauksessa, että vaste kipulääkkeisiin on huono. (Kellokumpu-Lehtinen ym. 2013, 571, 579.) Kastroatioresistentin eturauhassyövän palliatiivisessa hoidossa käytettiin aikaisemmin radioaktiivisina lääkkeinä beetasäteilyä emittoivia radioisotooppeja <sup>153</sup>Sm (samarium) sekä <sup>89</sup>Sr (strontium). Niistä oli apua muun muassa kipujen lievityksessä, mutta potilaan selviytymisennuste ei parantunut. <sup>223</sup>Ra-dikloridi on melko uusi lääke kastroatioresistentin eturauhassyövän hoidossa, sillä Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto FDA hyväksyi sen käytön vasta toukokuussa 2013. <sup>223</sup>Ra on alfasäteilijä, minkä vuoksi sillä on beetasäteilijöitä lyhyempi kantama ja suurempi energiansiirtokyky (LET). Lyhyen kantaman vuoksi alfasäteilijät vaikuttavat paikallisesti ja säästävät täten luuydintä. Lisäksi alfahiukkaset tuottavat pääosin korjaantumattomia kaksoisjuostekatkoksia kasvainsoluissa, joten <sup>223</sup>Ra-dikloridin hoitoteho on erittäin hyvä. (Vuong ym. 2014, 348–350; Nilsson 2016, 2.)

### 2.3 Neuroendokriiniset kasvaimet

Lääketieteen termeissä neuroendokriininen kasvain (NE-kasvain) määritellään pahanlaatuisiksi kasvaimiksi, joka tuottaa peptidihormoneja ja voi olla lähtöisin hermo- tai epiteelisoluista. ”Neuroendokriininen” viittaa terminä hermostoon ja umpieritykseen sekä hormoneja erittäviin hermosoluihin. (Lääketieteen termit 2017.) Suomessa todetaan uusia NE-kasvaimia vuosittain noin 230–300 kappaletta. On kuitenkin huomioitava, että valtaosa kasvaimista on oireettomia ja jää toteamatta henkilön elinaikana. Ilmaantuvuudessa ei ole sukupuolikohtaisia eroja. (Mäenpää 2012, 436; Loimaala ym. 2014, 1931.)

NE-kasvainten lähtökudos sijaitsee jopa 95 prosentissa tapauksista suolistossa, mahalaukussa tai keuhkoputkissa. Vaikka NE-kasvaimia voi ilmetä missä tahansa elimessä, tyypillisimmät löydökset tehdään umpilisäkkeestä, ohutsuolesta ja haimasta. NE-kasvainten solukalvon pinnalla on yleensä runsaasti somatostatiinireseptoreita (SSRT), mikä mahdollistaa kasvainten kuvantamisen radioaktiivisten lääkkeiden avulla. (Loimaala ym. 2014, 1931–1932.) Somatostatiinireseptori on solukalvolla sijaitseva makromolekyylili, joka välittää somatostatiinin vaikutuksia sitomalla sen itseensä. Somatostatiini on kasvuhormonin estäjä. (Lääketieteen termit 2017.)

Ruoansulatuskanavan ja haiman NE-kasvaimet saavat alkunsa solujen pahanlaatuisista muutoksista neuroendokriinisessä järjestelmässä, joka säätelee suolen eritystä ja liikkuvuutta sekä haiman eritystoimintaa. NE-kasvainten syntymekanismia tai riskitekijöitä ei tunneta. On mahdollista, että perinnölliset kasvainoireyhtymät vaikuttavat näiden kasvainten syntyyn. (Salmela, Tarkkanen, Arola & Haglund 2013, 512.) Yleisin keuhkoissa ilmenevä NE-kasvain on pienisoluinen keuhkosityöpä, jonka osuus on noin neljäsosa kaikista keuhkosityövistä. Pienisoluinen keuhkosityöpä liittyy lähes poikkeuksetta tupakkointiin. (Mali 2013, 372.)

#### Oireet ja toteaminen

NE-kasvaimet luokitellaan toiminnallisiin ja toimimattomiin kasvaimiin niiden peptidi- tai amiinituotannon mukaan. NE-kasvaimista 60–70 prosenttia on toiminnallisia ja vas-

taavasti 30–40 prosenttia toimimattomia. (Ristamäki & Tarkkanen 2016, 641.) NE-kasvaimet voivat tuottaa useita eri hormoneja, jolloin hormonien aiheuttamat oireet saattavat edistää kasvaimen varhaista toteamista. Kasvaimet voivat tuottaa muun muassa insuliinia, mikä voi ilmetä hypoglykemiana. Usein oireita ilmenee myös siinä vaiheessa, kun maksaan ilmestyy etäpesäkkeitä. Toimimattomat kasvaimet eivät tuota hormoneja eivätkä täten aiheuta varhaisia oireita, minkä vuoksi kasvain on usein ehtinyt kasvaa suurikokoiseksi ja lähettää etäpesäkkeitä ennen sairauden toteamista. Tällöin kookas kasvain saattaa aiheuttaa yleisoireita, kuten laihutumista, verenvuotoa ja vatsakipua. Umpilisäkkeen NE-kasvaimet havaitaan usein sattumalöydöksenä tulehtuneen umpilisäkkeen poiston yhteydessä. (Öberg 2010, 72–74; Loimaala ym. 2014, 1931.)

NE-kasvainten diagnosointi perustuu kliinisiin oireisiin, hormonipitoisuuksien mittaukseen, kuvantamistutkimuksiin ja kudospöytteeseen. Yleensä potilasta täytyy tutkia useammalla kuin yhdellä kuvantamismenetelmällä, joten uudet fuusiokuvantamismenetelmät ovat parantaneet diagnostiikkaa. Mikäli potilaalla on NE-kasvaimen viittaavia oireita, diagnosoinnissa voidaan käyttää apuna myös erilaisia biokemiallisia kasvainmerkkiaineita. Noin puolella potilaista todetaan etäpesäkkeitä syöpädiagnoosin yhteydessä. (Öberg 2010, 72; Teunissen ym. 2011, 28.) Mahalaukun, pohjukaissuolen, haiman ja peräsuolen NE-kasvainten diagnostiikassa voidaan hyödyntää endoskooppista kaikututkimusta. Primaarikasvaimen sijaintia ja levinneisyyttä voidaan selvittää myös gastro- ja kolonoskopiolla. (Välimäki & Arola 2011, 1552; Salmela ym. 2013, 515.)

Kuvantamistutkimuksista tietokonetomografia tai magneettikuvaus eivät ole riittävän tarkkoja pienten kasvainten toteamiseen, eivätkä nämä tutkimukset tarjoa tietoa kasvaimen aineenvaihdunnallisesta aktiivisuudesta. Huonosti erilaistuneet NE-kasvaimet käyttävät runsaasti sokeria ja tulevat esiin sokerianalogi fluorodeoksiglukoosilla (FDG) PET-tutkimuksissa. Suurin osa NE-kasvaimista on kuitenkin hyvin erilaistuneita ja hitaasti kasvavia, joten ne eivät kerää FDG:tä. NE-kasvainten PET-tutkimuksissa onkin siirrytty käyttämään radioaktiivista lääkettä <sup>68</sup>Ga-DOTANOC:ia, joka koostuu galliumin radioisotooppi 68:sta ja somatostatiinianalogi DOTANOC:ista. Monivuotisessa selvietyksessä <sup>68</sup>Ga-DOTANOC-PET-tutkimuksen herkkyyden osoitettiin olevan 92 prosenttia ja tarkkuuden 98 prosenttia. <sup>68</sup>Ga-DOTANOC-PET-tutkimus on merkittävä jatkohoidon suunnittelun kannalta, sillä <sup>68</sup>Ga-DOTANOC:illa voimakkaasti latautuvat NE-kasvaimet reagoivat hyvin myös somatostatiinireseptorihoitoon. (Loimaala ym. 2014, 1932–1936.) Vaikka <sup>68</sup>Ga-DOTANOC on tärkein radioaktiivinen lääke NE-kasvainten

kuvantamisessa, NE-kasvaimet ovat erilaistumisasteiltaan ja ominaisuuksiltaan hyvin kirjava joukko. Niiden paikantaminen vaatii siis erilaisin kertymämekanismein toimivia radioaktiivisia lääkkeitä. (Kemppainen 2014, 853.)

### **Hoitomuodot ja niiden valinta**

NE-kasvainien hoito tähtää kasvaimen poistoon tai pienentämiseen, kasvun estämiseen, oireiden helpottamiseen ja eliniän pidentämiseen. Leikkaus on ensisijainen hoitomuoto. (Välimäki & Arola 2011, 1552–1553.) Levinneisyyden selvittäminen on tärkeää, koska primäärikasvaimen poistoa tai pienentämistä voidaan harkita, vaikka kasvain olisi jo diagnoosivaiheessa ehtinyt lähettää etäpesäkkeitä. (Kemppainen 2014, 852). Jos kasvain on huonosti erilaistunut, annetaan ensin sytostaattihoidoa. Lääkehoidosta päätetään leikkauksen tai kudoksenäytteen perusteella. Jos kasvain saadaan poistetuksi kokonaan, potilaan tilaa jäädään seuraamaan. Jännöskasvaimen hormonituotannon aiheuttamia oireita voidaan hillitä somatostatiinianalogeilla ja mahdollisesti interferonilla. Somatostatiinianalogien on osoitettu myös estävän kasvaimen kasvua. (Välimäki & Arola 2011, 1552–1553; Kam ym. 2012, 103.)

Joitakin NE-kasvaimia voidaan hoitaa kantaja-aineeseen sidotulla radioisotoopilla. Suomessa on käytössä  $^{177}\text{Lu}$ -oktreotaatti ( $^{177}\text{Lu}$ -DOTA<sup>0</sup>, Tyr<sup>3</sup>-oktreotaatti). Isotooppihoitoon voidaan päätyä siinä tapauksessa, jos syöpä etenee eikä leikkauksesta tai somatostatiinianalogeista ole enää hyötyä potilaalle. Hoito edellyttää, että NE-kasvainien somatostatiinireseptoreiden latautuminen on isotooppitutkimuksessa vähintään maksan tavanomaisen kertymän luokkaa. (Välimäki & Arola 2011, 1555; Mäenpää 2012, 436–437.)

### 3 <sup>131</sup>I-, <sup>223</sup>Ra- ja <sup>177</sup>Lu-ISOTOOPPIHOIDOT

Isotooppihoito perustuu radioisotoopin emittoimaan säteilyyn ja lääkkeelliseen tai biologiseen kantajaan, jonka vaikutuksesta radioisotooppi kertyy hoitokohteena olevaan kudokseen (Evans & Pratt 2007a, 1). Hoidon teho määräytyy sen mukaan, kuinka hyvin radioisotooppi sitoutuu kohdesoluun kantajan vaikutuksesta ja kuinka pitkään sitoutuminen kestää (Mäenpää & Tenhunen 2012, 2209–2210). Radioisotooppi voidaan annostella potilaalle suun kautta, laskimoon, ruumiinonteloon tai injektiona esimerkiksi suoraan kasvaimeen (Evans & Pratt 2007a, 1).

#### 3.1 Radiojodihoito

Kilpirauhasen liikatoimintaa eli hypertyreosia on hoidettu radiojodilla 1940-luvulta asti. Hoidon tavoitteena on tuhota kilpirauhaskudosta siinä määrin, että kilpirauhasen toiminta normalisoituu (eutyreoosi) tai muuttuu vajaatoiminnaksi (hypotyreoosi). (Mumtaz, Lin, Hui & Mohd Khir 2009, 25.) Radiojodihoidossa radioaktiivinen natriumjodidi <sup>131</sup>I ei vaadi erillistä kantajaa, koska kilpirauhanen sitoo jodia itseensä käyttääkseen sitä tyroksiinin valmistamiseen (Mäenpää & Tenhunen 2012, 2211). Kilpirauhasen liikatoiminnan radiojodihoidossa tarkoituksena on tuhota liian aktiivisesti toimivaa kilpirauhaskudosta (Wyszomirska 2012, 120).

Radiojodi voidaan annostella potilaalle liuksena tai kapselina suun kautta tai laskimon sisäisenä injektiona (Wyszomirska 2012, 120). Suomessa käytetään yleensä natriumjodidikapseleita (Metso 2009, 902). Euroopan isotooppilääketieteen yhdistys EANM suosittelee radiojodin annostelua suun kautta, mutta oksenteleville potilaille lääke kannattaa antaa injektiona. Liuos voi olla hyvä vaihtoehto potilaille, joilla on nielemisvaikeuksia. (Stokkel ym. 2010, 2222.) Aikaisemmin potilaille pyrittiin määrittämään yksilöllisesti sopiva hoitoannos monimutkaisella laskentamenetelmällä, jossa huomioitiin radiojodikertymä ja ultraäänellä arvioitu kilpirauhasen koko. Sitten on havaittu, että vakioannoksella päästään vastaavaan hoitotulokseen. Vakioitu hoitoannos on 259–555 MBq eli 7–15 mCi. (Metso 2009, 902; Mumtaz ym. 2009, 26.) Säteilyturvakeskuksen selvityksen mukaan keskimääräinen radiojodiannos kilpirauhasen liikatoimintaan vuonna 2012 oli 382 MBq (Kaijaluoto 2014, 40). Taysin ohjeistuksen mukaan aikuiselle annet-

tava aktiivisuus on 111–370 MBq (Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016c, 2). Hoito joudutaan mahdollisesti uusimaan 3–6 kuukautta ensimmäisen hoidon jälkeen, mikäli liikatoimintaoireet jatkuvat (Metso 2009, 902).

Vaikka kilpirauhasen liikatoimintaa on hoidettu radiojodilla jo vuosikymmenten ajan, annettujen hoitojen määrä on ollut edelleen kasvussa viime vuosina Taysissa. Vuonna 2014 hoitoja annettiin 61 kappaletta ja vuonna 2015 vastaavasti 95 kappaletta. Vuonna 2016 annettujen hoitojen määrä oli 113 kappaletta. Hoitojen määrä lisääntyi siis 85 prosenttia vuosien 2014–2016 välillä. (Kotkavuori 2017.)

### **Vaikutusmekanismi**

Lääkkeen ottamisen jälkeen radiojodi siirtyy nopeasti verestä kilpirauhaseen natriumjodidin kuljettajaproteiinin välityksellä. Kilpirauhasen follikkelisolut sitovat radioaktiivisen jodin itseensä, minkä jälkeen radiojodi tuhoaa follikkelisolut. Arvioilta noin 30 prosenttia jodista jää kilpirauhaseen ja 70 prosenttia erittyy virtsan mukana, mutta lukemat voivat vaihdella follikkelisolujen aineenvaihdunnan aktiivisuuden mukaan. Kilpirauhasen lisäksi jodi jakautuu myös sylkirauhasiin, mahalaukuun ja virtsarakkoon. (Metso 2009, 902; Mumtaz ym. 2009, 25; Wyszomirska 2012, 120.)

<sup>235</sup>Uraanin hajoamistuotteena syntyvä <sup>131</sup>I emittoi sekä beetasäteilyä ( $\beta^-$ ) että korkeaenergistä gammasäteilyä (Oszukowska, Knapska-Kucharska & Lewinski 2010, 5; Wyszomirska 2012, 120). Radiojodin säteilyvaikutuksista yli 90 prosenttia aiheutuu beetasäteilystä (Mallinckrodt Medical B. V. 2014, 5). <sup>131</sup>I:n fysikaalinen puoliintumisaika on 8,02–8,04 vuorokautta. Sodium Iodide -kapselin valmisteyhteenvedon mukaan efektiivinen puoliintumisaika plasman osalta on noin 12 tuntia ja kilpirauhasen osalta 6 vuorokautta. Beetasäteilyn keskimääräiseksi kantamaksi on ilmoitettu eri lähteissä 0,4–0,8 millimetriä, ja maksimikantama on 3 millimetriä. Beetasäteilyn lyhyen kantaman vuoksi sen aiheuttama säteilyaltistus kilpirauhasen ulkopuolella on erittäin vähäinen, mutta gammasäteily aiheuttaa säteilyaltistusta potilaan koko elimistölle ja henkilökunnalle. (Mumtaz ym. 2009, 25; Stokkel ym. 2010, 2220; Wyszomirska 2012, 120; Mallinckrodt Medical B. V. 2014, 4–5.) Radiojodin säteilybiologiset vaikutukset ovat sekä suoria sekä epäsuoria DNA-vaurioita. Epäsuorat DNA-vauriot syntyvät, kun säteilyn hajottamien vesimolekyylien vapaat radikaalit reagoivat DNA-molekyylien kanssa. (Mustonen & Salo 2002, 30–31; Stokkel ym. 2010, 2220.)



## Toteutus

EANM:n kilpirauhasen liikatoiminnan hoitosuosituksessa annetaan ohjeita radiojodihoidon esivalmisteluista. Ennen hoitoa selvitetään potilaan hoitohistoria, kuten tyreostaattilääkityksen käyttö, jodipitoisten varjoaineiden saanti, rytmihäiriölääke amiodaronin ja muiden jodipitoisten lääkkeiden käyttö sekä jodin osuus ruokavaliossa. Tyreostaattilääkitys tauotetaan ennen hoitoa, koska se voi vähentää radiojodin kertymistä kilpirauhaseen ja heikentää hoidon vaikutusta. (Stokkel ym. 2010, 2221.) Mikäli potilas on käyttänyt tyreostaattilääkitystä vuosia ennen radiojodihoidon antamista, hänelle on voinut kehittyä säderesistenssi, jolloin käytetään tavallista suurempaa hoitoannosta (Hyer & Harmer 2007, 49). Potilas käy myös laboratoriokokeissa, joissa tutkitaan kilpirauhashormonipitoisuudet ( $T_4v$  ja  $T_3v$ ), kilpirauhasta stimuloiva hormoni (TSH), kilpirauhasperoksidaasi (TPO) ja kilpirauhasta stimuloiva vasta-aine (TSI) (Stokkel ym. 2010, 2221). Munuaisten vajaatoiminnasta kärsivien potilaiden säteilyaltistus voi lisääntyä, joten hoidon oikeutusta on syytä pohtia tarkkaan (Mallinckrodt Medical B. V. 2014, 2).

Mikäli käytetään radiojodin vakioannosta, kilpirauhasen kertymää ei tarvitse mitata gammakuvauksessa. Jos annos lasketaan, kertymän pitäisi olla 24 tunnin jälkeen yli 20 prosenttia. Jos kertymä on vähäisempi, on harkittava muita hoitokeinoja. Kilpirauhasen koko arvioidaan ultraäänellä, ja yli 1,5 senttimetrin epäilyttävistä kyhmyistä otetaan ohutneulanäyte. Fertiili-ikäisille naisille tehdään raskaustesti aikaisintaan kolme vuorokautta ennen radiojodin annostelua, ellei raskaus ole jostakin syystä poissuljettu kyseisen potilaan kohdalla. Raskaaksi tulemista on vältettävä neljä kuukautta hoidon jälkeen. (Stokkel ym. 2010, 2221–2222.) Myös miespotilaiden on vältettävä naisen raskaaksi saattamista neljän kuukauden ajan (Mumtaz ym. 2009, 27). Raskaus tai imetys ovat ehdottomia vasta-aiheita radiojodihoidolle, sillä  $^{131}I$  voi siirtyä istukan välityksellä sikiöön tai äidinmaidon kautta vauvaan. Mikäli radiojodia annetaan raskaana olevalle naiselle, sikiölle voi kehittyä kilpirauhasen vajaatoiminta. Radiojodialtistus voi myös aiheuttaa lapselle myöhemmin tarkkaavaisuus- tai muistihäiriöitä. (Hyer & Harmer 2007, 50.)

Mikäli potilaalla on Basedowin tautiin liittyviä silmäoireita, on suositeltavaa aloittaa kortisonilääkitys prednisolonilla. Jos potilas kärsii vaikeasta virtsankarkailusta, hänet voidaan ottaa osastolle radiojodihoitoa varten. Tällöin kannattaa asentaa kestopatetti, jotta radiojodia sisältävä virtsa voidaan hävittää turvallisesti. (Stokkel ym. 2010, 2221–2222.) Mikäli annoksen aktiivisuus on yli 800 MBq, potilasta ei pidä hoitaa polikliini-

sesti (Oszukowska ym. 2010, 5). Potilaalle annetaan kirjalliset ohjeet hoitoa edeltävästä paastosta sekä tyreostaattilääkityksen tauottamisesta. Potilas saa kirjallista tietoa myös mahdollisista komplikaatioista, sivuvaikutuksista sekä hoidon seurauksena mahdollisesti kehittyvästä kilpirauhasen vajaatoiminnasta ja sen vaatimasta lääkehoidosta. (Mumtaz ym. 2009, 27.)

Natriumjodidikapselin aktiivisuus on mitattava ennen lääkkeen antamista. Mittaamisen jälkeen kapseli pannaan lyijysuojukseen, josta potilas ottaa kapselin suuhunsa lyijysuojukseen liitettävän, kertakäyttöisen applikaattorin kautta. Kapselin valmisteyhteenvedossa ohjeistetaan ottamaan kapseli tyhjään mahaan runsaan nesteen kera. Lapsipotilaiden kohdalla on tarkistettava, että lapsi kykenee nielemään koko kapselin. (Mallinckrodt Medical B. V. 2014, 1.) Kapselit hajoavat nopeasti lämpimässä tai kuumassa vedessä, joten potilas voi juoda esimerkiksi teetä kapselin ottamisen jälkeen. Potilaan täytyy poistaa hammasproteesi ennen radiojodin nauttimista, jotta radioaktiivista lääkettä ei jää hammasproteesin pohjan alle. Radiojodin nauttimisen jälkeen potilas juo vettä ja huuhtelee samalla suutaan. (Hyer & Harmer 2007, 52.)

### **Säteilysuojelliset näkökulmat (gamma- ja beetasäteily)**

Yhdysvaltalainen National Council of Radiation Protection and Measurements NCRP (2007, 61–62) käsittelee raportissaan yleisiä huomioita isotooppihoitojen antamisesta. Henkilökunnan on huolehdittava normaaliin tapaan potilaan hyvinvoinnista, mutta tarpeetonta oleskelua potilaan läheisyydessä on vältettävä. Potilasta informoidaan ennen hoidon antamista siitä, että potilaskontaktit on pidettävä mahdollisimman lyhyinä henkilökunnan säteilyaltistuksen minimoimiseksi, jotta potilas ei tulkitse kontaktin välttelyä välinpitämättömyydeksi. Potilaan kanssa keskustellessaan hoitaja ottaa etäisyyttä potilaaseen sijoittumalla esimerkiksi ovensuuhun. (NCRP 2007, 61–62.) Henkilökunnan on huomioitava joka tilanteessa säteilysuojelun kolme kulmakiveä: aika, etäisyys ja väliaine. Säteilevän potilaan tai radioaktiivisen lääkkeen läheisyydessä vietetään mahdollisimman vähän aikaa, etäisyys säteilevään potilaaseen tai radioaktiiviseen lääkkeeseen pidetään mahdollisimman suurena ja radioaktiivinen lääke säilytetään asianmukaisessa suojuksessa. (Evans & Pratt 2007b, 165–166.)

Al-Shakhrh (2008, 906) käsittelee yleisiä turvallisuushuomioita ennen radiojodihoidon antamista. Henkilökunnan ja radiojodia saavan potilaan huolellinen ohjeistus säteilysuojelun suhteen on avainasemassa. Potilasta ohjeistetaan radiojodin ottamisesta, kontami-

naation välttämisestä sekä hoitohenkilökunnan ja omaisten säteilyaltistuksen minimoimiseksi. Raskaana olevat tai raskautta suunnittelevat hoitohenkilökunnan jäsenet eivät saa osallistua radiojodia saavan potilaan hoitoon. Radiojodihoito toteutetaan tilassa, jossa ei liiku ulkopuolisia. On suositeltavaa, että tilassa on huomioitu rakenteellinen säteilysuojelu lyijylevyillä tai paksuilla betoniseinillä, jotta viereisissä tiloissa liikkuvat henkilöt eivät altistu radiojodin korkeanergiselle gammasäteilylle. Hoitotila kannattaa sijoittaa esimerkiksi käytävän päähän, jolloin ulkopuolisilla ei ole tarvetta liikkua tilan läheisyydessä. Tilan yhteydessä täytyy olla oma, radiojodihoitoa saaville potilaille varattu wc, sillä potilaan eritteet aiheuttavat suurimman hoitoon liittyvän kontaminaattioriskin. (Al-Shakhr 2008, 906.) Eritteet voidaan turvallisesti hävittää wc-istuimen kautta. (Hyer & Harmer 2007, 50).

Beetasäteilyn lyhyen kantaman vuoksi sen haitalliset säteilyvaikutukset rajoittuvat pääosin radiojodihoitoa saaneen potilaan kilpirauhaseen, mutta <sup>131</sup>I:n emittoima korkeanerginen gammasäteily aiheuttaa säderasitusta potilaan koko keholle sekä hoitohenkilökunnalle (Wyszomirska 2010, 121). Ulkopuolisten henkilöiden säteilyaltistus riippuu potilaaseen jääneen aktiivisuuden määrästä, etäisyydestä potilaaseen sekä altistuksen kestosta. Potilaaseen jäävään aktiivisuuden määrään vaikuttavat muun muassa annettu aktiivisuus, kilpirauhaskudoksen tilavuus ja toiminta, potilaan nestetila ja munuaisten toimintakyky. Potilaasta aiheutuva säteilyaltistus vaihtelee kilpirauhasen aktiivisuuden mukaan. Mitä aktiivisemmin potilaan kilpirauhanen toimii, sitä enemmän radiojodia kilpirauhaseen kertyy ja sitä suurempi säteilyaltistus ulkopuolisille aiheutuu. (Sisson ym. 2011, 337–338.) Henkilökunnan säteilysuojelun kannalta on suositeltavaa käyttää radiojodikapseleita nestemäisen valmisteen sijaan, sillä nestemäisiin valmisteisiin liittyy suurempi kontaminaattioriski (Hyer & Harmer 2007, 52).

Ennen kuin potilas voidaan kotiuttaa hoidon jälkeen, potilaan kanssa käydään läpi hänen asuin- ja nukkumisjärjestelynsä, mahdolliset kontaktit raskaana oleviin tai imettäviin naisiin sekä samassa taloudessa asuvien henkilöiden ikä ja sukupuoli. Lisäksi keskustellaan potilaan työn luonteesta, fyysisistä rajoitteista ja mahdollisista virtsankarkailuongelmista. Lopuksi varmistetaan, että potilas on ymmärtänyt saamansa ohjeet. (NRCP 2007, 63.)

Hyer ja Harmer (2007, 50) ovat esittäneet taulukossa erisuuruisiin hoitoannoksiin liittyviä varotoimia, jotka potilaan on huomioitava hoidon jälkeen (taulukko 1). Jos hoitoan-

nos on **200–400 MBq**, potilas voi matkustaa julkisilla kulkuvälineillä ja mennä töihin jo samana päivänä, mikäli työssä voi välttää läheistä kontaktia muiden ihmisten kanssa. Jos potilas työskentelee läheisessä kontaktissa ihmisten kanssa, hän jää pois töistä 1–5 päiväksi. Läheistä kontaktia lasten tai raskaana olevien naisten kanssa on vältettävä 14–21 päivää. Potilas ei myöskään saa tehdä 14–21 päivään työtä, johon liittyy radioisotooppien aktiivisuusmäärittystä, säteilytasojen tarkkailua tai säteilyherkkien materiaalien kanssa työskentelyä. Jos hoitoannos on **600–800 MBq**, potilaan on vältettävä julkisia liikennevälineitä 1–2 päivää ja jäätävä pois töistä täksi ajaksi. Läheistä kontaktia ihmisten kanssa tai ihmisläheistä työtä on vältettävä 9–12 päivää, ja läheistä kontaktia lasten tai raskaana olevien naisten on vältettävä 24–27 päivää. Ylempänä kuvailtua säteilytyötä on vältettävä 24–27 päivää. (Hyer & Harmer 2007, 50.) Henkilökuntaa ja potilaan läheisiä kehoitetaan pysyttelemään yli kahden metrin päässä potilaasta aina kun mahdollista (Sisson ym. 2011, 338). Myös Sisson ym. (2011, 339) ovat kuvanneet taulukossa, montako vuorokautta radiojodihoidon jälkeen potilaiden pitää noudattaa ihmiskontakteihin liittyviä varotoimia (taulukko 2).

TAULUKKO 1. Varotoimenpiteiden noudattamisaika vuorokausina radiojodihoidon jälkeen 400–800 MBq:n hoitoannoksilla. (Hyer & Harmer 2007, 50.)

Varotoimenpide	Annettu aktiivisuus <sup>131</sup> I (MBq)			
	200	400	600	800
Julkisten liikennevälineiden välttäminen	0	0	1	2
Töistä poisjäänti (jos työ ei ole ihmisläheistä)	0	0	1	2
Läheisten ihmiskontaktien välttäminen	1	5	9	12
Ihmisläheisestä työstä poisjäänti	1	5	9	12
Lapsien, raskaana olevien naisten, lasten kanssa työskentelyn ja tietynlaisten säteilytyön välttäminen	14	21	24	27

TAULUKKO 2. Varotoimenpiteiden noudattamisaika vuorokausina radiojodihoidon jälkeen 370–1110 MBq:n hoitoannoksilla. (Sisson ym. 2011, 339.)

Varotoimenpide	Annettu aktiivisuus <sup>131</sup> I (MBq)			
	370	555	740	1110
Nukkuminen erillisessä sängyssä noin kahden metrin päässä kumppanista	3	6	8	11
Nukkuminen eri sängyssä kuin lapset ja raskaana oleva kumppani	15	18	20	23
Töistä poisjäänti	1	1	2	5
Pysyttely kahden metrin päässä lapsista ja raskaana olevista naisista	1	1	2	5
Julkisissa paikoissa pitkäaikaisen oleskelun välttäminen	1	1	1	3

Sisson ym. (2011, 339–345) antavat lisäksi hyvin yksityiskohtaisia ohjeita radiojodihoidon jälkeisistä varotoimenpiteistä, jotka liittyvät muun muassa potilaan eritteiden käsittelyyn tämän kotiuduttua. Naispotilaiden on esimerkiksi huolehdittava mahdollisten kuukautissuojien asianmukaisesta hävittämisestä, sillä suojiin liittyy kontaminaatoriski 1–3 päivää hoitoannoksen saamisen jälkeen. Näinä päivinä käytetyt suojat kerätään samaan, säteilyturvalliseen paikkaan ja hävitetään vasta, kun aktiivisuus on laskenut taustasäteilyn tasolle. (NRCP 2007, 59; Sisson ym. 2011, 342.)

Säteilyturvakeskuksen ST-ohjeen 6.3 (2013, 5–6) mukaan isotooppihoitoa saava potilas voidaan hoitaa polikliinisesti, mikäli läheisten ja muiden ihmisten säteilyaltistus jää alle seuraavien annosrajoitusten: lapset → 1 mSv/hoito, alle 60-vuotiaat aikuiset → 3 mSv/hoito, yli 60-vuotiaat aikuiset → 15 mSv/hoito, muu väestö → 0,3 mSv/hoito. Jos edellä mainitut annosrajoitukset voivat ylittyä, potilaan täytyy odottaa sairaalassa elimistöön jääneen aktiivisuuden vähentymistä. Tällöin on tärkeää huomioida, että potilas sijoitetaan säteilyvaaraa osoittavalla kyltillä merkittyyn paikkaan, jossa henkilökunnalle, muille potilaille ja vierailijoille aiheutuu mahdollisimman pieni säteilyaltistus. Potilas voidaan kotiuttaa, kun hänessä oleva <sup>131</sup>I-aktiivisuus on alle 800 MBq. (STUK 2013, 5–6.)

### 3.2 Xofigo-hoito

Syövän isotooppihoidossa pyritään vaurioittamaan syöpäsoluja radioisotoopilla, joka hakeutuu syöpäsoluun kantajana toimivan yhdisteen avulla. Syöpäsolu tunnistaa kantajan ja kiinnittää sen itseensä. (Mäenpää & Tenhunen 2012, 2209–2210.) Luustoon levinnyttä kastroatioresistenttiä eturauhassyöpää voidaan hoitaa alfasäteilijä  $^{223}\text{Ra}$ -dikloridilla, jonka valmistimenimi on Xofigo.  $^{223}\text{Ra}$ -dikloridi jäljittelee kalsiumin toimintaa luustossa. (Härkönen ym. 2015, 10.)

Taysissa  $^{223}\text{Ra}$ -dikloridihoitoja kastroatioresistenttiin eturauhassyöpään on annettu vuodesta 2013 lähtien, mutta Xofigo-valmistenimellä hoidot alkoivat vuonna 2014 (Taatila 2017). Vuonna 2014 hoitoja annettiin 33 ja vuonna 2015 ainoastaan 6 kappaletta. Vuonna 2016 annettujen hoitojen määrä nousi jyrkästi 62:een. Annettujen hoitojen määrässä on siis ollut suurta vaihtelua viime vuosina, mutta vuoteen 2014 verrattuna annettujen hoitojen määrä lisääntyi vuonna 2016 noin 88 prosenttia. (Kotkavuori 2017.) Xofigo-lääkevalmisteen on kehittänyt norjalainen yritys Algeta ASA yhteistyössä Bayerin kanssa. Yhdysvaltain Elintarvike- ja lääkevirasto (FDA) ja Euroopan Komissio (EC) ovat hyväksyneet  $^{223}\text{Ra}$ -dikloridin markkinoille vuonna 2013. (Wieder 2014, 481.)

Xofigo-hoito on indisoitu, mikäli potilaalla on oireita aiheuttavia luustoetäpesäkkeitä, mutta sisäelimissä ei havaita etäpesäkkeitä. Xofigo-hoidon antamiselle ei ole kontraindikaatioita. (Lien, Tvedt & Heinrich 2015, 6.) Xofigo-hoitoa pidetään turvallisena ja hyvin siedettynä, mutta haittavaikutuksina voi ilmetä ripulia, pahoinvointia, oksentelua ja raajojen turvotusta. Hematologisista muutoksista yleisimpiä ovat anemia, lymfosytopenia, leukopenia, trombositopenia ja neutropenia. Myös luuydinsuppressio on mahdollinen ja hyvin vakava komplikaatio, sillä se voi johtaa jopa kuolemaan. (Nguyen ym. 2016, 2–3.)

#### Vaikutusmekanismi

$^{223}\text{Ra}$ -dikloridi on kalsiumia jäljittelevä radioaktiivinen lääke eli kalsiumanalogi, joka hakeutuu luustoon, yhdistyy hydroksiapatiitin kanssa ja korvaa kalsiumin luuston aineenvaihdunnallisesti aktiivisilla alueilla eli etäpesäkkeissä. Alfasäteilijä  $^{223}\text{Ra}$  säteilee erittäin lyhyellä kantamalla, vain alle 0,1 mm päähän lähteestä. Tämän vuoksi se säteilyttää vain kohdekudosta ja vahingoittaa vähemmän ympäröivää normaalikudosta. (Lien ym. 2015, 4.)  $^{223}\text{Ra}$ :n puoliintumisaika on 11,4 vuorokautta, ja 95,3 prosenttia sen sätei-

lystä on alfahiukkassäteilyä. Pieni osa säteilyenergiasta purkautuu myös beetasäteilynä (3,6 prosenttia) ja gammasäteilynä (1,1 prosenttia).  $^{223}\text{Ra}$  hajoaa kuusivaiheisen hajoamisen kautta lyijyn isotoopiksi 207 ( $^{207}\text{Pb}$ ). (Bayer n.d., 22.)

Alfahiukkanen on positiivisella varauksella ionisoiva  $^4\text{He}$ -atomin ydin. (Nguyen ym. 2016, 2–3.) Alfahiukkaset ovat korkeaenergisinä, monia miljoonia elektronivoltteja (MeV) emittoivia suuria hiukkasia. Alfa-säteilijän energiansiirtokyky (LET = linear energy transfer) on noin 400-kertainen beetasäteilijään verrattuna. (Keller, Jimenez, Small & Gordon 2008, 87.) Alfahiukkasen massa ja varaus ovat selvästi beetahiukkasta suurempia, minkä vuoksi alfasäteily ionisoi paljon tiheämmin kuin beetasäteily. Yhden alfahiukkasen massa vastaa yli 7 000:n elektronin massaa, minkä vuoksi alfahiukkanen ei kimpoa kulkureitiltään törmätessään väliaineen atomeihin vaan kulkee suoraviivaisesti eteenpäin. Alfahiukkasen suuri massa saa aikaan myös sen, että hiukkasen vauhti hidastuu väliaineessa nopeasti, joten alfahiukkasen kantama on lyhyt. (Sandberg & Paltemaa 2002, 39–41.) Korkean energiansiirtokyvyn (LET) ansiosta alfahiukkaset ovat erittäin sytotoksisia, koska ne emittoivat paljon säteilyä lyhyen matkan kantamalla (alle 100  $\mu\text{m}$ ) ja suurella annosnopeudella (1 cGy/hr). Vain muutama (1–3) tuman läpi kulkeva alfahiukkanen riittää aiheuttamaan korjaantumattoman kaksoisjuostekatkoksen DNA-molekyylille. (Keller, Jimenez, Small & Gordon 2008, 87.) Alfahiukkasen lyhyt kantama (40–100  $\mu\text{m}$ ) vastaa mikrometastaasien kokoa. Beetasäteilijöihin verrattuna alfahiukkasten lyhyestä kantamasta on etua myös luuytimeen kohdistuvan säteilyhaitan minimoimisessa. (Wieder 2014, 481.)

Luustoetäpesäkkeisiin sitoutumaton  $^{223}\text{Ra}$  poistuu kehosta pääasiallisesti ulosteen mukana. Vain pieni osa poistuu munuaisten kautta virtsaan. Tämä on yksi  $^{223}\text{Ra}$ :n monista hyödyistä muihin radioisotooppeihin verrattuna, jotka poistuvat pääasiallisesti munuaisten kautta ja ovat näin ollen voimakkaammin munuaistoksisia. (Wieder 2014, 482.) Eri lähteissä on esitetty vaihtelevia arvioita siitä osuudesta, joka injektoidusta aktiivisuudesta päätyy luustoon. Joidenkin arvioiden mukaan noin 25 prosenttia injektoidusta  $^{223}\text{Ra}$ -dikloridista hakeutuu nopeasti luun pinnalle ja siitä edelleen luun sisään (17 prosenttia) tai takaisin verenkiertoon (83 prosenttia). Noin 80 prosenttia luun sisään hakeutuneesta aktiivisuudesta siirtyy vaihtuvan luukudoksen mukana takaisin luun pintakerrokseen ja poistuu biologisen puoliintumisajan (30 vrk) mukaisesti. (Lassman & Nosske 2013, 208; Wieder 2014, 482.) Joidenkin kliinisten tutkimusten mukaan taas noin 40–60 prosenttia annostellusta aktiivisuudesta päätyy luustoon (Lien ym. 2015, 5).

## Toteutus

<sup>223</sup>Ra-dikloridia sisältävä Xofigo on kirkas, isotoninen injektioneste, jonka aktiivisuus on 1100 kBq/ml. Jokaisessa injektiopullossa on kuusi millilitraa liuosta (6,6 MBq). Liuos on pH-arvoltaan 6,0–8,0. (Bayer n.d., 9, 22.) Xofigo annostellaan laskimonsisäisesti potilaaseen noin minuutin kestävästä injektiona. Kanyyli huuhdellaan keittosuolaliuoksella sekä ennen että jälkeen radioaktiivisen lääkkeen injektioimisen. (Xofigo-PI 2013.) Hoitoannoksen aktiivisuus määritetään potilaan painon perusteella. Nguyenin ym. (2016, 3) mukaan <sup>223</sup>Ra-dikloridia annetaan 50 kBq jokaista painokiloa kohti. Bayerin valmisteyhteenvedon mukaan hoitoannoksen aktiivisuus on 55 kBq painokiloa kohti, ja Taysin isotooppilaboratoriossa noudatetaan Bayerin ohjeistusta. Hoitoannos lasketaan samalla kaavalla kaikenikäisten potilaiden kohdalla, eikä annosta tarvitse muuttaa maksan tai munuaisten vajaatoimintaa sairastavien potilaiden kohdalla. (Bayer n.d., 3.) Xofigo-hoito käsittää kokonaisuudessaan kuusi injektiota, jotka annetaan neljän viikon välein (Nguyen ym. 2016, 3).

Suurin Xofigo-hoitoon liittyvä huolenaihe on luuydinsuppressio, minkä vuoksi potilaan verenkuvaa täytyy tarkastaa ennen jokaista injektiokertaa. Ennen Xofigo-hoidon aloitusta potilaan on käytävä verikokeissa, jotta voidaan varmistaa, että neutrofiilien kokonaismäärä (ANC) on  $\geq 1.5 \times 10^9/L$ , verihiutaleiden määrä on  $\geq 100 \times 10^9/L$  ja hemoglobiinitaso on  $\geq 10.0$  g/dL. Ennen jokaista myöhempää injektiota varmistetaan, että neutrofiilimäärä on  $\geq 1.0 \times 10^9/L$  ja verihiutalemäärä on  $\geq 50 \times 10^9/L$ . Mikäli näin ei ole, seuraavan injektion hyöty-haittasuhdetta on punnittava tarkkaan. Seitsemän vuorokauden jälkeen injektioista keskimäärin 76 prosenttia annostellusta aktiivisuudesta on poistunut kehosta. (Nguyen ym. 2016, 3.)

## Säteilysuojelliset näkökulmat (alfasäteily)

Henkilökunnalle ja ulkopuolisille aiheutuva säteilyaltistus Xofigo-hoitoja saavasta potilaasta on pienempi kuin esimerkiksi FDG-PET-tutkimuksessa olleesta potilaasta. (Lien 2015, 8–9.) Tutkimuksessa, jossa potilaista mitattiin annosnopeus heti injektion antamisen jälkeen, annosnopeus suorassa kontaktissa potilaaseen oli alle 2  $\mu\text{Sv/h}$  ja metrin etäisyydeltä keskimäärin 0,02  $\mu\text{Sv/h/MBq}$ . Perheenjäseniin tai muihin ihmisiin kohdistuva arvioitu säteilyaltistus oli alle 1 mSv, ja tämän vuoksi potilaat voidaan kotiuttaa välittömästi injektion antamisen jälkeen. (Lien ym. 2015, 7.) ALARA-periaatteen noudattaminen on tärkeää myös Xofigo-hoitoja annettaessa. Säteilylähteestä on pysyttävä mahdollisimman kaukana, säteilylähteen läheisyydessä on oleskeltava mahdollisimman



vähän aikaa ja oikeanlaista sekä riittävää suojausta on käytettävä. Säteilyltä on suojauttava paikallisten ja kansallisten säteilyturvallisuusmääräysten mukaisesti. (Bayer n.d., 27.)

<sup>223</sup>Ra-dikloridia voi injisoida potilaaseen vain isotooppilääketieteen erikoislääkäri (Lien ym. 2015, 3,10). Kontaminaation estämistä varten isotooppilaboratoriossa täytyy olla asiantunteva henkilökunta ja säteilyturvallisuutta edistävät välineet sekä tarvittavat välineet radioaktiivisten jätteiden käsittelylle ja säilytykselle. Kontaminaation sattuessa isotooppilaboratoriossa on oltava tarvittavat välineet kontaminaatioalueen turvalliseen eristämiseen ja puhdistamiseen, jotta kontaminaation leviäminen voidaan estää. Paikalle tarvitaan myös mittauksia suorittava asiantuntija eli sairaalafyysikko. (Bodei ym. 2008, 3.) Röntgenhoitajan ja muun hoitohenkilökunnan on käytettävä asianmukaista suojavaatetusta käsitellessään, annostellessaan ja tullessaan tilaan, jossa käsitellään ja annostellaan radioaktiivista lääkettä. Suojavarustukseen kuuluvat kertakäyttöiset suojahansikat, suojatakki, suojamaski, suojalasit ja kengänsuojukset. (Peştean & Larg 2013, 47.)

Xofigo-hoitoa saavalle potilaalle annetaan kirjalliset ohjeet siitä, kuinka radioaktiivisen lääkeinjektion jälkeen täytyy toimia. (Lien ym. 2015, 3,10.) Potilas voi lähteä normaalisti kotiin injektion jälkeen, eikä hänellä ole ihmiskontakteihin liittyviä rajoituksia (Nguyen ym. 2016, 3). Potilasta on hyvä muistuttaa siitä, että hänen on käytävä säännöllisesti verikokeissa Xofigo-hoidon aikana ja ilmoitettava, mikäli hänellä esiintyy epätavallisia verenvuotoja tai infektioita. Potilaan on myös tärkeää pitää hyvää huolta omasta nestetasapainostaan juomalla riittävästi. Häntä kehoitetaan ilmoittamaan hoitohenkilökunnalle, mikäli nestehukan oireita tai virtsaamisongelmia ilmenee. Potilaan on huolehdittava hygieniasta erityisen tarkasti viikon ajan injektion jälkeen, ja eritteitä on käsiteltävä hyvin huolellisesti. (Xofigo-PI 2013.) Kädet on suojattava kertakäyttökäsineillä, mikäli virtsaan, oksennukseen tai muihin eritteisiin joudutaan koskemaan. Potilasta kehoitetaan virtsaamaan istualtaan roiskeiden määrän ja pintojen kontaminaation minimoimiseksi. (Lien ym. 2015, 10.) Mikäli potilaan kädet kontaminoituvat esimerkiksi virtsasta, kädet täytyy puhdistaa runsaalla kylmällä vedellä ilman hankausta (Bodei ym. 2008, 5). Xofigo on tarkoitettu ainoastaan miehille, ja heitä kannustetaan tehokkaan ehkäisymenetelmän käyttöön hoidon aikana ja kuusi kuukautta sen loppumisen jälkeen (Bayer n.d., 23).

### 3.3 Lutetiumhoito

$^{177}\text{Lu}$ -hoidon tavoitteena on tuhota syöpäsoluja ja hidastaa syövän etenemistä (Mäenpää & Tenhunen 2012, 2210). NE-kasvaimia on hoidettu radioisotoopin ja somatostatiinianalogin yhdistelmällä 1990-luvun loppupuolelta saakka. Pohjoismaissa yleisin isotooppihoito NE-kasvaimiin on  $^{177}\text{Lu}$ -oktreotaatti, joka on niin sanottu kolmannen sukupolven somatostatiinireseptoreihin perustuva isotooppihoito. (Öberg 2012, 455; Mäenpää 2013, 96.)  $^{177}\text{Lu}$ -oktreotaatti koostuu radioisotooppi  $^{177}\text{Lu}$ :sta ja oktreotaatista, jonka tehtävänä on viedä radioisotooppi kasvainsoluihin. Lääke annostellaan potilaalle suonensisäisenä tiputuksena. (Mäenpää 2012, 436.) Zaknunin ym. (2013, 808) mukaan potilaalle annettu aktiivisuus voi olla 5,55–7,4 GBq, mutta Suomessa potilaalle annettu aktiivisuus on tyypillisesti 7,4 GBq (Mäenpää & Tenhunen 2012, 2213; Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016, 1). STUKin selvityksen mukaan vuonna 2012 keskimäärin käytetty aktiivisuus  $^{177}\text{Lu}$ -hoidoissa oli 7 379 MBq (Kaijaluoto 2014, 40).

Lutetiumhoitoja on annettu Taysissa vuodesta 2010 lähtien (Husari 2017). Vuonna 2014 Taysissa annettiin  $^{177}\text{Lu}$ -hoitoja 14 kappaletta, ja vuosina 2015 ja 2016 hoitoja annettiin 19 kappaletta. Hoitojen määrä lisääntyi siis noin 36 prosenttia vuoteen 2014 verrattuna. (Kotkavuori 2017).

#### Vaikutusmekanismi

$^{177}\text{Lu}$ -oktreotaattihoito lukeutuu peptidireseptoreihin perustuviin hoitoihin (PRRT, peptide receptor radiation therapy), joissa hyödynnetään somatostatiinihormonin analogeja (Mäenpää 2013, 95–96). Radioisotooppi  $^{177}\text{Lu}$  on sidottu kantajana toimivaan oktreotaattiin, joka on somatostatiini-kasvuhormonin pitkävaikutteinen analogi.  $^{177}\text{Lu}$ -oktreotaatti kulkeutuu NE-kasvaimeen, koska kasvainten solukalvon pinnalla on yleensä paljon somatostatiinireseptoreita. (Mäenpää 2012, 436.) Jopa yli 80–90 prosentissa NE-kasvaimia esiintyy somatostatiinireseptoreita, mikä voidaan havaita somatostatiinianalogiin yhdistetyn radioaktiivisen lääkkeen voimakkaasta kertymisestä syöpäsoluihin (Kjaer & Knigge 2015, 744).

$^{177}\text{Lu}$  on beetasäteilijä ( $\beta^-$ ), jonka maksimienergia on 0,5 MeV ja maksimikantama kudoksessa kaksi millimetriä, joten sen hoitovaikutus on pitkälti paikallinen.  $^{177}\text{Lu}$  soveltuu erityisen hyvin pienten kasvainten hoitoon beetasäteilyn lyhyen kantaman vuoksi. Laskennallisten mallien perusteella hoito tehoaa parhaiten kasvaimiin, joiden läpimitta

on alle yhden millimetrin.  $^{177}\text{Lu}$ :n puoliintumisaika on noin 6,7 vuorokautta. (Keller, Jimenez, Small & Gordon 2008, 87; Kam ym. 2012, 104; Mäenpää 2012, 436.)  $^{177}\text{Lu}$  emittoi pieneltä osin myös gammasäteilyä, mikä mahdollistaa kuvantamisen ja säteilyannoksen mittaamisen hoidon jälkeen. Kuvantamisella voidaan arvioida taudin levinneisyyttä ja hoidon tehoa. (Keller ym. 2008, 87; Mäenpää 2012, 436; Öberg 2012, 455.)

Solutasolla hoitotehon kannalta keskeistä on se, kuinka hyvin radioisotooppi kiinnittyy kohteena olevaan syöpäsoluun ja miten pitkään kiinnittyminen kestää. Hoitotulos riippuu myös radioisotoopin fysikaalisesta puoliintumisajasta. Suomessa käytössä oleva oktreotaatti (TATE) kiinnittyy somatostatiinireseptori 2:een jopa yhdeksän kertaa lujemmin kuin oktreotidi (TOC). Yksittäisen kasvaimen kohdalla hoitotehon ratkaisevat kasvaimen koko ja verisuonitus.  $^{177}\text{Lu}$ :n kantama kudoksessa on lyhyt, joten sen vaikutus ei yllä huonosti verisuonittuneille tai kuolioon joutuneille kasvainalueille. (Mäenpää 2013, 95–96.)

### **Toteutus**

Lutetiumhoidon suunnitteluun kuuluu hoitokohteen eli syöpäkasvaimen somatostatiinireseptoreiden kuvantaminen radioisotoopilla (Kjaer & Knigge 2015, 740). Myös isotooppikuvantamisessa käytetään hoidon tavoin somatostatiinianalogia, joka kuitenkin leimataan toisella radioisotoopilla. Suomessa somatostatiinireseptorien kuvantamiseen käytetään galliumin radioisotooppia  $^{68}\text{Ga}$  (Loimaala ym. 2014, 1932). Kjaerin ja Kniggen (2015, 742) mukaan kuparin radioisotoopilla  $^{64}\text{Cu}$  on merkittäviä etuja verrattuna  $^{68}\text{Ga}$ :han:  $^{64}\text{Cu}$ :n 13 tunnin puoliintumisaika mahdollistaa kuvantamisen kolmen tunnin kuluttua radioaktiivisen lääkkeen annostelusta, jolloin suurin osa aktiivisuudesta on poistunut munuaisista. Lisäksi  $^{64}\text{Cu}$ :n positronit liikkuvat kudoksessa vain yhden millimetrin ennen annihiloitumista, kun taas  $^{68}\text{Ga}$ :n positronit etenevät neljä millimetriä ennen annihilaatiota, mikä heikentää kuvantamisen paikkaerotuskykyä.  $^{64}\text{Cu}$ :lla on myös yli 24 tunnin käyttöikä. (Kjaer & Knigge 2015, 742, 744.)

Lutetiumhoidon aloittaminen edellyttää, että isotooppitutkimuksessa havaitaan maksan kertymää voimakkaampi radioaktiivisen lääkkeen latautuminen kasvaimeen ja etäpesäkkeisiin. (Kjaer & Knigge 2015, 742, 744). Lisäksi potilaan munuaisten täytyy toimia moitteettomasti, koska kasvaimeen kiinnittymätön radioaktiivinen lääke erittyy munuaisten kautta. Luuytimen täytyy olla vahingoittumaton, sillä hoito voi vähentää verisolujen määrää. Potilaiden täytyy olla myös omatoimisia, sillä heidät eristetään 24

tunnin ajaksi radioaktiivisen lääkkeen antamisen jälkeen. (Mäenpää 2012, 436–437; Kjaer & Knigge 2015, 744.)

Radioaktiivinen lääke annostellaan laskimoon infuusiona, jonka tiputus kestää noin 10–30 minuuttia. Lutetiumhoitoa annetaan yleensä 4–8 kertaa riippuen potilaan hoitovasteesta sekä munuaisten ja luuytimen säderasituksesta. Hoitokertojen välissä on yleensä kahdeksan viikon tauko, mutta tauon pituus voi olla 6–12 viikkoa. (Mäenpää 2012, 436–437; Zaknun ym. 2013, 808.) Hoitoon kuuluu myös infuusiona annettava aminohappoliuos, joka suojaa munuaisia (Kam ym. 2012, 104; Mäenpää 2012, 436). Aminohappoliuoksen antaminen pienentää munuaisten absorboitunutta annosta 9–53 prosenttia. Aminohappoliuoksen tiputus aloitetaan 30–60 minuuttia ennen lutetiumhoitoa, ja tiputus kestää neljä tuntia. Mikäli aminohappoliuosinfuusion kestoa pidennetään 10 tuntiin, munuaisten absorboitunut annos pienenee vielä 39 prosenttia. Jos liuosta annetaan lisäksi lutetiumhoitoa seuraavina kahtena vuorokautena, munuaisten absorboitunut annos pienenee jopa 65 prosenttia. Jos potilas kärsii sydämen vajaatoiminnasta, suuria infuusionestemääriä on vältettävä. (Zaknun ym. 2013, 806–807.)

Hoidon toteutus vaatii isotooppihoitoihin erikoistuneen onkologin, isotooppiosastolla ja vuodeosastolla työskentelevien hoitajien sekä fyysikon ja radiokemistin yhteistyötä. Sairaalafyysikko vastaa vaativasta annoslaskennasta. (Mäenpää 2012, 437.) Munuaisten ja luuytimen annokset lasketaan hoitokertojen jälkeen isotooppikuvantamisen avulla, jotta yksittäiselle potilaalle annosteltava kumulatiivinen aktiivisuus voidaan määrittää tarkkaan. Munuaisten absorboitunut annos vaihtelee huomattavasti lutetiumhoitoa saavien potilaiden välillä. Myös pernan kertymä nähdään kuvauksissa. (Kam ym. 2012, 106; Mäenpää 2012, 437.) Annoslaskenta mahdollistaa hoitoannoksen optimoinnin siten, että kasvaimen kohdistuu mahdollisimman suuri sädeannos ja terve kudokseen, etenkin munuasiin ja luuytimeen, mahdollisimman pieni annos. Potilaalta otetaan hoitokertojen välillä täydellinen verenkuva 2–4 viikon välein. Myös munuaisten ja maksan toimintaa valvotaan kokeilla. Säderasitusta voidaan arvioida kuvantamisen ja verikokeiden lisäksi myös virtsakokeista saatavien tietojen avulla. (Zaknun ym. 2013, 809, 812.)

Peptidireseptoreihin perustuvien syöpähoitojen hoitovaste on harvoin täydellinen, joten taudin eteneminen on odotettavissa seurannan aikana. Hoito on mahdollista uusilla, mikäli potilaan luuydin ja munuaiset toimivat riittävästi ja somatostatiinireseptorien kuvauksessa nähdään riittävä radioaktiivisen lääkkeen kertymä kasvaimessa. (Kam ym. 2012,

109.) Munuaisten saama säderasitus määrittää hoitotuloksen ja luuydinkuormituksen ohella sen, montako hoitokertaa potilaalle voidaan antaa. (Mäenpää 2012, 437; Mäenpää & Tenhunen 2012, 2213.)

### **Säteilysuojelliset näkökulmat**

Lutetiumhoitoa saavan potilaan kohdalla noudatetaan samoja yleisiä säteilysuojeluvarotoimia kuin radiojodihoitoa saavien potilaiden kohdalla (Bakker ym. 2006, 270).  $^{177}\text{Lu}$  emittoi pääasiassa vain 113 keV:n ja 208 keV:n gammasäteilyä. Täten  $^{177}\text{Lu}$ :n gammasäteily absorboituu potilaan kehoon paremmin kuin  $^{131}\text{I}$ :n korkeaenerginen gammasäteily, sillä jopa 81 prosenttia  $^{131}\text{I}$ :n gammasäteilystä on energialtaan 364 keV. Näin ollen  $^{131}\text{I}$ :n emittoiman säteilyn annosnopeus on huomattavasti suurempi kuin  $^{177}\text{Lu}$ :n. (Bakker ym. 2006, 270; Zaknun ym. 2013, 802.)

Peptidireseptorihoidon jälkeen on huomioitava, että annosteltu aktiivisuus poistuu potilaan virtsan mukana kahden vuorokauden kuluessa. Potilaita ohjeistetaan huolehtimaan wc-hygieniasta tarkasti ja vetämään wc kahdesti jokaisen käynnin jälkeen. Hyvä käsihygienia on myös ensiarvoisen tärkeää. Jos kädet kontaminoituvat virtsasta, ne pestään kylmällä vedellä ilman hankaamista. Alusvaatteiden ja wc-istuimen ympäristön likaantumista on varottava viikon ajan, ja kontaminoituneet vaatteet pestään erikseen. Inkontinenssista kärsivät potilaat katetroidaan ennen hoitoa, ja katetri poistetaan kaksi päivää hoidon jälkeen. Henkilökunnan on syytä käyttää suojakäsineitä katetroituja potilaita hoitaessaan. Fertiilissä iässä olevien naisten on vältettävä raskaaksi tulemistä vähintään kuusi kuukautta hoidon jälkeen. Lutetiumhoito vaurioittaa väliaikaisesti kivesten tukisoluja, joten miespotilaat voivat halutessaan pakastaa siemennestettä ennen hoitoa. (Zaknun ym. 2013, 808.)

Bakker ym. (2006) esittelevät artikkelissaan neljän työntekijän vuosittaisia sormiannoksia, jotka aiheutuivat  $^{177}\text{Lu}$ -potilasannosten valmistuksesta. Työntekijät valmistivat vuodessa 400 lutetiumhoitoannosta, joiden aktiivisuus oli 7,4 GBq. Keskimääräinen sormien ekvivalenttiannos oli  $23 \pm 11$  mSv vuodessa, eli alle 10 prosenttia sormien vuotuisesta annosrajasta, joka on 500 mSv. Efektiivinen annos oli 0,5–1,5 mSv vuodessa. (Bakker ym. 2006, 269–270.)

## 4 RÖNTGENHOITAJAN OSAAMISVAATIMUKSET

Yhteistyökumppanille tuotettavan isotooppihoito-oppaan tiedollisen sisällön suunnittelussa huomioidaan eurooppalaisen röntgenhoitajan osaamisvaatimukset, joita on käsitelty EFRS:n ja EANM:n benchmarking-dokumenteissa. Seuraavaksi käydään läpi EFRS:n ja EANM:n osaamisvaatimukset isotooppihoitoja toteuttaville röntgenhoitajille.

### 4.1 EFRS:n benchmarking-dokumentti

Röntgenhoitajaliittojen eurooppalainen keskusjärjestö EFRS (European Federation of Radiographer Societies) on perustettu vuonna 2008, mutta tätä edelsi vuosikymmenten yhteistyö eri maiden röntgenhoitajaliittojen välillä (EFRS 2015.) Vuonna 2008 Euroopan parlamentti ja neuvosto hyväksyivät suosituksen eurooppalaisten tutkintojen viitekehiksestä (EQF), jossa tutkinnot ja osaaminen on jaettu kahdeksaan tasoon (OPH 2017). EFRS:n mukaan röntgenhoitajan tietojen, taitojen ja osaamisen tulisi saavuttaa EQF:n kuudes taso. Vuoden 2008 suositusta on hyödynnetty EFRS:n benchmarking-dokumentin muodostamisessa. (EFRS 2014, 4.) Kielitoimiston sanakirja (2017) määrittelee benchmarkingin vertailukehittämiseksi, jossa yritystä, tuotetta tai vastaavaa kokonaisuutta kehitetään vertaamalla sitä ansioituneisiin esikuviin. Vertailukehittäminen voidaan nähdä työkaluna, jolla pyritään järjestelmällisesti kehittämään laatua ja muuttamaan organisaatiokulttuuria. Benchmarkingin tarkoitus on verrata toiminnan tehokkuutta valioluokkaa edustavien tahojen tehokkuuteen. (Laaksonen & Ollilla 2017, 86–87.) Tässä opinnäytetyössä käsitellään tarkemmin vastavalmistuneen röntgenhoitajan isotooppihoitoihin liittyvät osaamisvaatimukset.

EFRS:n benchmarking-dokumentissa röntgenhoitajien oppimistavoitteet on jaoteltu ydinosaamiseen, jota tarvitaan jokaisella röntgenhoitajan työn osa-alueella, sekä erityisosaamiseen, jota on muun muassa isotooppihoitoihin liittyvä osaaminen (EFRS 2014, 4). Dokumentissa pätevyys jaotellaan tietoihin, taitoihin ja osaamiseen (EFRS 2014, 25–26). Vainio (2015, 34) on opinnäytetyönään kääntänyt EFRS:n benchmarking-dokumentin ja päättänyt käyttää sanaa *osaaminen* pätevyyden tai kompetenssin sijasta. Tämän vuoksi myös tässä opinnäytetyössä puhutaan EFRS:n benchmarking-dokumenttiin viitattaessa osaamisesta.

EFRS:n määritelmä röntgenhoitajalle kuuluu seuraavasti: Röntgenhoitajat ovat kuvantamisen ja sädehoidon ammattilaisia, jotka ovat ammatillisesti vastuussa potilaiden fyysisestä ja psykososiaalisesta hyvinvoinnista ennen tutkimusta tai hoitoa, sen aikana ja tutkimuksen tai hoidon jälkeen. Heidän täytyy aktiivisesti arvioida kuvantamistutkimusten ja sädehoidon oikeutusta ja optimointia. He huolehtivat potilaiden säteilysuojelusta sekä ALARA-periaatteen ja säteilysuojeluun liittyvän lainsäädännön noudattamisesta. (EFRS 2014, 29.)

## 4.2 EANM:n benchmarking-dokumentti

Vuonna 1985 perustettu EANM (European Association of Nuclear Medicine) on Euroopan isotooppilääketieteen yhdistys, jonka tavoitteena on edistää tieteellistä tutkimusta ja koulutusta isotooppilääketieteen saralla. EANM pyrkii myös jakamaan tietoa ja lisäämään keskustelua sairauksien diagnosoinnista, hoidosta, tutkimisesta ja ennaltaehkäisystä radioaktiivisten lääkkeiden avulla. (EANM n.d.)

EANM on julkaissut uuden benchmarking-dokumentin isotooppilääketieteen alalla työskentelevien teknologioiden osaamisvaatimuksista vuonna 2017. Uuden dokumentin on tarkoitus päivittää ja täsmentää EANM:n vuonna 1998 julkaisemaa suositusta sekä yhtenäistää isotooppilääketieteessä työskentelevien teknologioiden työnkuvaa. Vuoden 2017 dokumentissa todetaan, että isotooppilääketieteen alalla teknologit ja röntgenhoitajat työskentelevät usein vastaavissa tehtävissä, mutta joissakin Euroopan maissa koulutukset ja ammattiryhmät on eriytetty toisistaan. (EANMTC 2017, 2–3, 9.) Vaikka EANM tekee benchmarking-dokumentissa eron isotooppilääketieteen parissa työskentelevien teknologioiden ja röntgenhoitajien välille, tässä opinnäytetyössä käytetään vain röntgenhoitaja-nimikettä, koska suomalainen röntgenhoitajatutkinto antaa valmiudet työskennellä isotooppilaboratoriossa. EANM tunnustaa EFRS:n benchmarking-dokumentin ansiot, mutta toteaa, että röntgenhoitajien laatima ja röntgenhoitajille suunnattu dokumentti käsittelee isotooppilääketieteen osa-aluetta liian yleisellä ja pintapuolisella tasolla. Tämän vuoksi EANM:n on laatinut oman benchmarking-dokumenttinsa. (EANMTC 2017, 7–9.)

Dokumentissa isotooppilääketieteessä työskentelevä röntgenhoitaja määritellään terveydenhuollon ammattilaiseksi, joka hallitsee kattavasti isotooppilääketieteeseen liittyvät

toimenpiteet. Hän toimii moniammatillisessa työryhmässä, johon kuuluu muun muassa lääkäreitä, fyysikoita, sairaanhoitajia ja muita potilaasta huolehtivia työntekijöitä. Röntgenhoitaja vastaa siitä, että isotooppilääketieteen kuvantamistutkimukset ja muut tutkimukset, radioaktiivisten lääkkeiden käyttökuntoon saattaminen ja isotooppihoidot toteutetaan mahdollisimman korkealaatuisesti. Lisäksi röntgenhoitaja huolehtii potilaan hyvinvoinnista ja siitä, että tavoiteltu tutkimus- tai hoitotulos saavutetaan mahdollisimman pienellä potilaan, henkilökunnan ja väestön säteilyaltistuksella. Eurooppalaisilla isotooppiosastoilla työskentelee useiden ammattiryhmien edustajia, koska koulutus, osaamisvaatimukset ja lainsäädäntö vaihtelevat maittain. Tästä syystä EANM:n teknologikomitea (EANMTC) aloitti prosessin, jonka tavoitteena on määritellä ja yhtenäistää eurooppalaisen isotooppilääketieteen työtehtäviä ja tutkintovaatimuksia. (EANMTC 2017, 3–4.)

Opinnäytetyössä keskitytään vastavalmistuneen röntgenhoitajan osaamisvaatimukseen, koska yhteistyökumppanille laadittava isotooppihoitoja käsittelevä opas on suunnattu uusille röntgenhoitajille. EANM:n (1998, 3) mukaan vastavalmistuneen röntgenhoitajan osaamisvaatimukset tarjoavat vankan perustan, jolle edistynyt osaaminen ja asiantuntemus alkavat rakentua. Seuraavaan taulukkoon on koottu EFRS:n benchmarking-dokumentin sekä EANM:n vuoden 1998 suosituksen ja vuoden 2017 benchmarking-dokumentin isotooppihoitoja koskevat osaamisvaatimukset (taulukko 3). Vaikka osaamisvaatimukset on benchmarking-dokumenteissa jaoteltu tietojen, taitojen ja osaamisen mukaan, taulukossa noudatetaan isotooppihoitoprosessin selkeyttämiseksi EANM:n vuoden 1998 suosituksen mukaista jäsentelyä. Suosituksessa tarkastellaan isotooppihoitoprosessin esivalmisteluja, potilaan tunnistamista ja ohjausta, radioaktiivisen lääkkeen annostelua, mahdollista kuvantamista ja jälkihoito-ohjeita.



TAULUKKO 3. EFRS:n ja EANM:n benchmarking-dokumenttien sekä EANM:n suosituksen osaamisvaatimukset isotooppihoitojen parissa työskentelevälle röntgenhoitajalle. (EANM 1998, 19–20; EFRS 2014, 25–26; EANMTC 2017, 13–14, 20–21).

<b>EANM</b>	<b>EFRS</b>
<b>Isotooppihoitojen esitiedot ja -valmistelut</b>	
<p>Röntgenhoitaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää isotooppihoitojen periaatteet ja fysiologisen perustan sekä kliinisessä työssä käytettävät isotooppihoidot</li> <li>• tietää säteilybiologian perusteet ja kuinka niitä sovelletaan isotooppihoidoissa</li> <li>• tietää isotooppihoitoprosessin eri vaiheet</li> <li>• vastaa laadunvalvontatestien suunnittelusta, suorittamisesta ja testitulosten kirjaamisesta</li> <li>• varmistaa ennen radioaktiivisen lääkkeen annostelua, että lähete on asianmukainen ja isotooppihoidolle on olemassa selkeä indikaatio ja oikeutus</li> <li>• varmistaa, että potilas on antanut suostumuksensa isotooppihoitoon.</li> </ul>	<p>Röntgenhoitaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää laboratoriovälineitä asianmukaisesti</li> <li>• tekee laadunvarmistustestit laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti</li> <li>• osaa kommunikoida lähettävän lääkärin kanssa oikeutusperiaatteesta</li> <li>• ymmärtää oikeutusperiaatteen ja pystyy arvioimaan sitä lähetteen kautta</li> <li>• tietää isotooppilääketieteessä käytettävien lääkkeiden vaikutukset muiden lääkkeiden kanssa (mm. tyroksiini) sekä radioaktiivisten lääkkeiden biologiset ja fysikaaliset puoliintumisajat.</li> </ul>
<b>Potilaan tunnistus ja ohjaus</b>	
<p>Röntgenhoitaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• varmistaa potilaan henkilöllisyyden</li> <li>• ohjaa potilasta asianmukaisesti ennen radioaktiivisen lääkkeen antamista</li> <li>• sulkee pois isotooppihoidon vastaaiheet, fertiili-ikäisen potilaan raskauden tai imetyksen</li> <li>• käy läpi isotooppihoidon säteilysuojeluohjeet (WC-hygienia, mahdollinen osastolle jäänti).</li> </ul>	<p>Röntgenhoitaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kommunikoi tehokkaasti potilaiden ja hoitajien kanssa ilman, että potilaan kokemus hoidosta häiriintyy</li> <li>• kertoo potilaalle hoidon kulusta ja vastaa asianmukaisesti kysymyksiin.</li> </ul>

<b>Lääkkeen annostelu</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Röntgenhoitaja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osallistuu radioaktiivisen lääkkeen käyttökuntoon saattamiseen</li> <li>• huolehtii siitä, että radioaktiiviset lääkkeet on valmisteltu käyttökuntoon asianmukaisesti ja mitattu annoskalibraattorilla</li> <li>• huolehtii siitä, että lääkkeen antotapa on oikea</li> <li>• toteuttaa työtehtävänsä säteilysuojeluohjeiden ja -säästöjen mukaisesti</li> <li>• vastaa moniammatillisen työryhmän kokonaistoiminnan koordinoinnista isotooppihoidon toteutuksessa.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Röntgenhoitaja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• toimii ripeästi käsitellessään radioisotooppeja</li> <li>• noudattaa ohjeiden mukaisia, suunnitelmallisia ja sujuvia työkentelytapoja henkilökunnan, potilaiden ja väestön säteilyannosten minimoimiseksi</li> <li>• huolehtii potilaan säteilysuojelusta radioaktiivisten lääkkeiden käyttökuntoon saattamisen, käsittelyn ja annostelun ajan</li> <li>• osaa annostella potilaalle oikean määrän radioaktiivista lääkettä</li> <li>• osaa avustaa lääkäriä isotooppihoidon antamisessa.</li> </ul>
<b>Kuvantaminen</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Röntgenhoitaja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää isotooppihoitoihin liittyvän kuvantamisen tekniset edellytykset</li> <li>• tietää isotooppihoitojen annoslaskentamenetelmät, kuten kuvantamiseen perustuvan annoslaskennan</li> <li>• suorittaa kuvantamistutkimuksen tarkoituksenmukaisessa ajankohdassa ja varmistaa, että kuvantamislaitteelle syötetyt tutkimustiedot pitävät paikkansa</li> <li>• optimoi kuvantamisprotokollat mahdollisimman korkean kuvanlaadun saavuttamiseksi</li> <li>• toteuttaa kuvantamistutkimukset yksikön työohjeiden mukaisesti</li> <li>• huolehtii säteilysuojelutoimista, jotka liittyvät potilaalle annettuun radioisotooppiin ja aktiivisuuteen.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Röntgenhoitaja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• on tietoinen tutkimusmenetelmistä, joita voidaan käyttää isotooppikuvantamisen sijaan</li> <li>• pystyy suorittamaan isotooppikuvantamistutkimuksia ja käsittelemään tutkimuksista kerättyä kuvamateriaalia</li> <li>• huolehtii kuvantamistutkimusten annostarkkailusta ja optimoinnista.</li> </ul>

<b>Jälkihoito</b>	
<p>Röntgenhoitaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjaa tarvittavat tiedot potilastietojärjestelmään yksikön ohjeiden mukaisesti ja antaa potilaalle tarvittavat kirjalliset hoito-ohjeet sekä todistuksen hoidon saamisesta</li> <li>• tietää isotooppihoitopotilaiden kotiuttamiseen liittyvät annosrajoitukset ja radioaktiivisten lääkkeiden käsittelyyn liittyvät riskit</li> <li>• tietää radioaktiivista lääkettä saaneeseen potilaaseen liittyvän kontaminaatiovaaran, isotooppihoidon jälkeen potilaaseen jääneen aktiivisuuden varojen sekä lääkkeen käyttäytymismekanismien ja erittymisen potilaan elimistössä</li> <li>• tarkastaa, etteivät hoitotila tai -välineet ole kontaminoituneet</li> <li>• suorittaa säteilyn tarkkailumittaukset</li> <li>• mittaa tarvittaessa potilaan elimistöön jääneen aktiivisuuden tason ja varmistaa, että potilas voidaan kotiuttaa osastolta</li> <li>• ohjeistaa potilaan jälkihoidosta vastaavia tahoja isotooppihoitoon liittyvissä asioissa sekä varmistaa, että ohjeistus on ymmärretty</li> <li>• vastaa potilaaseen liittyvistä säteily-suojelutoimista isotooppihoidon jälkeen niin kauan kuin potilaassa on jäljellä ulkopuolisille säteilyaltistusta aiheuttavaa aktiivisuutta.</li> </ul>	<p>Röntgenhoitaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttää säteilyannosten mittaamiseen ja pienentämiseen tarkoitettuja välineitä</li> <li>• osaa puhdistaa radioaktiivisella lääkkeellä kontaminoituneen pinnan tai tilan turvallisesti ja tehokkaasti</li> <li>• antaa säteilysuojeluohjeet potilaalle.</li> </ul>

## 5 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN PROSESSI

### 5.1 Toiminnallisen opinnäytetyön menetelmä

Ammattikorkeakouluissa tehtävää tutkimusta ohjaa työelämälähtöisyys, ajankohtaisuus ja käytännöllisyys. Työelämää koskevassa tutkimuksessa tähdätään teorian, kokemuksen ja ammattikäytäntöjen yhdistämiseen. Työelämälähtöisyyden myötä tutkimus on yleensä soveltavaa tutkimusta, joka pyrkii esimerkiksi kehittämään toimialan käytäntöjä. (Vilka 2015, 17–19.) Vilkan ja Airaksisen (2003, 9) mukaan toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on ohjeistaa, opastaa, järjestää tai järjeistää ammatillista toimintaa esimerkiksi perehdyttämisoppaan muodossa. Salonen (2013, 7) lukee toiminnallisen opinnäytetyön kehittämistoiminnan alakäsitteeksi ja rinnastaa opinnäytetyön kehittämishankkeeseen ja tutkimukselliseen kehittämistyöhön. Opetuksellisessa mielessä toiminnallisen opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on antaa tekijöille eväitä toteuttaa vastavia kehittämishankkeita myös työelämässä (Salonen 2013, 5).

Ammattikorkeakouluissa tutkimukseksi voidaan mieltää myös toiminnallinen työ, jossa tuotokseen liittyy selvitystyötä ja teoriataustan kartoitusta. Vaikka edellä kuvattuun työskentelyyn sisältyy tutkimuksellisia elementtejä, kuten hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen teoriataustan selvityksessä, kyseessä ei kuitenkaan ole varsinainen tutkimus, koska tarkoituksena ei ole tuottaa uutta tietoa. (Vilka 2015, 30–33.) Toiminnallinen ja tutkimuksellinen opinnäytetyö eroavatkin toisistaan lähtökohtaisesti juuri siinä, että toiminnalliseen opinnäytetyöhön kuuluu jonkinlaisen tuotoksen tekeminen ja tutkimuksellisessa opinnäytetyössä tuotetaan uutta tietoa. (Salonen 2013, 5.) Tämän työn menetelmäksi valikoitui toiminnallinen opinnäytetyö, koska tarkoituksena on laatia konkreettinen tuote yhteistyökumppanille eli opas isotooppihoidoista Taysin isotooppi-laboratoriolle. Isotooppihoitoja käsittelevällä oppaalla pyritään kehittämään ja yhtenäistämään isotooppilaboratorion käytäntöjä isotooppihoitojen antamisesta ja sekä antamaan tietoa radioisotoopeilla hoidettavista sairauksista.

Ensisijaisia kriteereitä oppaalle ovat innovatiivisuus, käytettävyys, sisällön kohdentuminen vastaanottajille, tuotteen vetoavuus, tiedollinen arvo, selkeys ja johdonmukaisuus. Oppaiden kohdalla on kiinnitettävä erityistä huomiota lähdekritiikkiin. (Vilka & Airaksinen 2003, 51–53.) Lähdekritiikkiin kuuluu myös mahdollisimman tuoreiden läh-

teiden suosiminen, sillä nopeasti kehittyvällä alalla tuotetaan jatkuvasti uutta tutkimustietoa ja jo tutkitun tiedon oikeellisuutta arvioidaan toistuvasti (Vilka & Airaksinen 2003, 72–73). Lääke- ja hoitotiede lukeutuvat suurin harppauksin edistyviin aloihin, joilla lähteiden ajantasaisuus on ensiarvoisen tärkeää.

Toiminnallisen opinnäytetyön prosessiin osallistuu alusta saakka muitakin toimijoita kuin työn tekijät, sillä tuotoksen suunnittelu, toteutus ja arviointi edellyttävät vuorovai-  
kutusta yhteistyökumppanin kanssa (Salonen 2013, 6). Tämän oppaan kohdalla yhteis-  
työkumppani on ollut mukana aiheen valinnassa, rajauksessa, oppaan pilotoinnissa ja  
arvioinnissa.

Salonen (2013, 15–19) kutsuu toiminnallista opinnäytetyötä kehittämishankkeeksi, jo-  
hon kuuluvat aloitusvaihe, suunnitteluvaihe, esivaihe, työstövaihe, tarkistusvaihe, vii-  
meistelyvaihe ja valmis tuotos. Aloitusvaiheessa linjataan kehittämistarve ja -tehtävä,  
toimintaympäristö sekä toimijat. Suunnitteluvaiheeseen kuuluu opinnäytetyösuunnitel-  
man tekeminen. Esivaiheessa tekijät siirtyvät suunnitelman pohjalta varsinaiseen työs-  
kentely-ympäristöön ja organisoivat yhteistyötä toimijoiden kanssa. Työstövaihe kattaa  
käytännön työskentelyn tavoitteen saavuttamiseksi. Tarkistusvaiheessa arvioidaan tuo-  
tosta, minkä seurauksena voidaan jatkaa työstövaihetta tai siirtyä viimeistelyyn. Vii-  
meistelyvaiheessa hiotaan niin tuotosta kuin raporttiakin. Lopuksi valmis tuotos esitel-  
lään yhteistyökumppanille ja julkaistaan. (Salonen 2013, 15–19.) Tutkimuksen kulkua  
kuvaillessaan Vilka (2015, 57) on jakanut tutkimuksen prosessivaihteet ideatasoon,  
sitoutumiseen, toteuttamiseen, kirjoittamiseen ja tiedottamiseen. Vaikka Vilkan proses-  
sikuvaus koskee varsinaista tutkimusta eikä toiminnallista opinnäytetyötä, Vilka  
(2015, 31) toteaa, että työelämän tutkimusavusteisessa kehittämisessä voidaan nähdä  
yhtymäkohtia tieteelliseen tutkimukseen. Täten Vilkan nimeämiä vaihteita voidaan so-  
veltaa myös toiminnallisen opinnäytetyön prosessiin.

## **5.2 Oppaan suunnittelu, toteutus ja arviointi**

Barbazette (2013, 63) esittelee seitsemän vaihetta, jotka kuuluvat työntekijöille suunnat-  
tujen opetusmateriaalien suunnitteluun. Ensimmäiseksi tunnistetaan opetusmateriaalien  
kehittämistarve ja aloitetaan yhteistyö työntekijöiden esimiehen kanssa. Toiseksi tunnis-  
tetaan opetuksen keskeinen sisältö. Kolmanneksi tunnistetaan kohderyhmä, ja neljän-

neksi laaditaan oppimistavoite. Viidenneksi päätetään se, kuinka oppimistavoitteisiin pääsy arvioidaan. Kuudenneksi valitaan opetusväline, ja seitsemännessä vaiheessa tuotetaan opetusmateriaali. (Barbazette 2013, 63.)

Isotooppihoitoja käsittelevän oppaan tarve oli havaittu isotooppilaboratoriossa, minkä jälkeen opinnäytetyön aihetta tarjottiin opiskelijoille opinnäytetyön aiheseminaarissa. Sisällöksi valikoitiin kolme isotooppilaboratoriossa yleisimmin annettavaa hoitoa ja kohderyhmäksi vastavalmistuneet röntgenhoitajat. Isotooppihoito-oppaan oppimistavoite on antaa tietoa kolmesta radioisotoopeilla hoidettavasta sairaudesta, kolmen isotooppihoidon toteutuksesta ja hoitoihin liittyvästä säteilysuojelusta. Oppimistavoitteiden toteutumisen arviointi päätettiin jo opinnäytetyösuunnitelman yhteydessä toteuttaa oppaan pilottiversiolla, jonka isotooppilaboratorion työntekijät saivat arvioitavakseen keuhalla 2017. Lisäksi tekijät arvioivat lopullisen oppaan onnistuneisuutta muun muassa Vilkan ja Airaksisen (2003, 51–53) kriteereiden valossa.

### **Oppaan sisältö**

Toimiva opetusmateriaali on sisällöllisesti selkeää, täsmällistä, yksiselitteistä ja kieli-asultaan moitteetonta. (Barbazette 2013, 74.) Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (2015, 290) käsittelevät tieteellisen tekstin kirjoitussääntöjä, joita voidaan pitää hyvänä ohjenuorana myös isotooppihoito-oppaan kirjoittamisessa. Kirjottajan on tärkeää asettua lukijan asemaan, jotta tekstistä muotoutuu kiinnostava ja ymmärrettävä. Vilkan ja Airaksisen (2003, 39) mukaan on huomioitava, kenelle opas kohdennetaan. Isotooppihoitoja käsittelevä oppaan kohderyhmää ovat vastavalmistuneet röntgenhoitajat, jotka työskentelevät isotooppilaboratoriossa.

Oppaan suunnittelu alkoi kirjallisuuskatsauksella, jossa haettiin tietoa oppaassa käsiteltävistä isotooppihoidoista. Hoitojen lisäksi teoriaosuudessa tarkasteltiin sairauksia, joita kyseisillä radioisotoopeilla voidaan hoitaa. Oppaan teoriatausta koostettiin hyvää tieteellistä käytäntöä noudattaen. Lähteinä käytettiin sekä kotimaisia että kansainvälisiä artikkeleita ja teoksia, jotta saatiin mahdollisimman kattava käsitys oppaassa käsiteltävistä isotooppihoidoista ja sairauksista. Lähteiden ajankohtaisuudesta ei haluttu tinkiä, joten lähteiksi valikoitiin pääosin 2010-luvulla julkaistuja tekstejä. Koska opas käsittelee kolmea eri isotooppihoitoa, tiedollista sisältöä on väistämättä paljon. Lähdekirjallisuutta kertyi runsaasti, ja teoriaosuus kasvoi suunniteltua laajemmaksi siihen nähden, että kyseessä on toiminnallinen opinnäytetyö. Tämä teki oppaaseen sisällytettävän tie-

don valikoimisesta melko vaativaa. Oppaan sisältö suunniteltiin vastaanottajia palvelevaksi siten, että oppaan rakenteen ja sisällön punaisena lankana toimivat isotooppilaboratorion omat työohjeet, joita täydennettiin teoriaosiesta poimitulla tiedolla.

Isotooppihoitoja käsittelevään oppaaseen ei aluksi kirjoitettu erillistä johdantoa, koska opas haluttiin pitää mahdollisimman tiiviinä. Lisäksi tekijät ajattelivat, että koska oppaan kohderyhmää ovat isotooppilaboratoriossa työskentelevät röntgenhoitajat, oppaan vastaanottajilla on koulutuksensa puolesta riittävät pohjatiedot isotooppihoidoista yleisellä tasolla. Ohjauskeskustelun jälkeen oppaaseen päädyttiin kuitenkin lisäämään johdanto, joka selventää lukijoille oppaan tarkoitusta ja sisältöä. Isotooppihoito-oppaan asiasisältö päätettiin rakentaa siten, että kutakin hoitoa pohjustettiin taustatiedolla hoidettavasta sairaudesta. Sairausosion jälkeen siirryttiin hoitojen toteutukseen, jota oli alun perin ajateltu kuvata isotooppilaboratorion työohjeita ja EANM:n vuoden 1998 suositusta mukailevassa järjestyksessä. Ohjaustapaamisissa saadun palautteen perusteella isotooppilaboratorion työohjeista päätettiin kuitenkin jossain määrin irrottautua oppaan lopullisessa versiossa, sillä hoitojen toteutus ei edennyt ohjeissa loogisessa järjestyksessä. Hoitojen keskinäinen esittämisjärjestys oppaassa määräytyi hoitojen yleisyyden mukaan.

Jos arvioidaan oppaan sisältöä Vilkan ja Airaksisen (2003, 51–53) luettelemien kriteerien valossa, sisällön kohdentuminen vastaanottajille, tiedollinen arvo ja lähdekirjallisuuden ajankohtaisuus toteutuvat oppaassa hyvin. Oppaan sisältö suunniteltiin osittain isotooppilaboratorion omien työohjeiden pohjalta, mikä takaa sen kohdentumisen laboratorion työntekijöille. Tiedollista arvoa oppaaseen tuo työohjeiden täydentäminen tuoreista lähteistä haetulla lisätiedolla ja toisaalta myös hieman epäloogisesti etenevien työohjeiden selkeyttäminen. Oppaan ensimmäinen versio luovutettiin isotooppilaboratorion työntekijöiden arvioitavaksi kesäkuun 2017 alussa. Työntekijöitä pyydettiin kommentoimaan nimenomaan oppaan sisältöä, sillä ulkoasu oli tuolloin vielä kehittelyvaiheessa. Isotooppilaboratorion röntgenhoitajien lisäksi myös osaston sairaalafyysikko tutustui oppaan ensimmäiseen versioon. Työntekijät korjasivat joitakin epäselviä ilmauksia ja lisäsivät muutamia täsmennyksiä. Sairaalafyysikko huomautti muun muassa, että <sup>177</sup>Lu-hoidon annoslaskentaan käytettävällä ohjelmalla määritetään Taysissa pernan ja maksan annos. Opinnäytetyön tekijät eivät löytäneet tälle käytännölle perusteluita lähdekirjallisuudesta, joten tekijät tiedustelivat, miksi Taysissa toimitaan näin ja rajoit-taako näiden elinten annos hoidon uusimista. Fyysikon mukaan maksan ja pernan an-

nokset eivät vaikuta hoidon jatkuvuuteen. Käytäntö on omaksuttu toisilta yksiköiltä, mutta koska näiden elinten annokset eivät ole kriittisiä uusintahoitojen kannalta, käytäntöä saattaa olla syytä arvioida uudelleen. Pieniä täsmennyksiä lukuun ottamatta oppaan sisältöön ei toivottu mainittavia muutoksia. Oppaan sisältöä voidaan siis pitää onnistuneena myös yhteistyökumppanin näkökulmasta.

### **Oppaan kieliasu ja jäsentely**

Toimivassa opetusmateriaalissa tekstin täytyy olla hyvää, jouhevaa ja havainnollista yleiskieltä ja asiatyyliä. Mutkaton virkerakenne, huolellinen jäsentely, onnistuneet ja tiiviit sananvalinnat sekä käsitteiden tarkkuus tekevät tekstistä selkeän. (Hirsjärvi ym. 2015, 290–291, 299.) Ohjeiden ja oppaiden kohdalla erityisen tärkeää on tekstin ymmärrettävyys, joka rakentuu ennen kaikkea asioiden loogisesta esittämisjärjestyksestä. Tekstille kannattaa kehittää tietoisesti juoni, jota vastaanottajan on helppo seurata. Esittämisjärjestyksen kannalta on tärkeää pohtia, mikä tekstin tavoite on ja missä yhteydessä tekstiin paneudutaan. (Hyvärinen 2005, 1769–1770.) Suomen standardoimisliitto SFS (2012) linjaa käyttöohjeiden suunnittelua ja laatimista koskevia periaatteita. SFS:n julkaisussa esiteltyjä periaatteita voidaan soveltaa myös työntekijöille suunnattuun oppaaseen, koska oppaan on käyttöohjeen tapaan tarkoitus antaa yksiselitteiset ohjeet jonkin toiminnon toteuttamiseen. Standardin mukaan pitkissä käyttöohjeissa täytyy olla johdonmukainen rakenne. Toimenpiteitä koskevassa ohjeessa on kerrottava joka työvaiheen kohdalla, mitä siihen siirtyminen edellyttää. Ohjeissa noudatetaan sitä järjestystä, jossa toiminnot etenevät. (SFS 2012, 52, 54.)

Isotooppihoito-oppaassa eri hoitoja käsittelevät kokonaisuudet päätettiin aloittaa taustatiedolla sairaudesta, jonka hoitoon kukin isotooppihoito on tarkoitettu. Sairausosion jälkeen esitellään radioisotoopin fysikaaliset ominaisuudet pienessä inforuudussa. Seuraavaksi luetellaan hoidon toteutukseen tarvittavat välineet. Sen jälkeen jokaisesta hoidosta kuvataan esivalmistelut, potilaan tunnistus ja ohjaus, lääkkeen annostelu, jälkihoito ja mahdolliset hoitoon liittyvät mittaukset ja kuvantaminen. Oppaan lopussa kerrataan myös säteilysuojelua isotooppihoidoissa.

Ohjeissa käytettävän sanaston ja terminologian on oltava johdonmukaista. Asiasisältö esitetään mutkattomasti ja ytimekkäästi, ja lauserakenteiden pitää olla yksinkertaisia ja virkkeiden lyhyitä. (SFS 2012, 56.) Hirsjärvi ym. (2015, 290) huomauttavat, että yksinkertaiset virkerakenteet pitävät ammattisanastoa sisältävänkin tekstin ymmärrettävänä.



Hyvärisen (2005, 1770) mukaan yli kymmensenttiset kappaleet käyvät raskaslukuisiksi, joten esimerkiksi luetelmia voi käyttää harkiten keventämään tekstiä. Hyvänä nyrkkisääntönä voidaan pitää myös sitä, että virkkeiden täytyy olla ymmärrettävissä ensi lukemalta. (Hyvärinen 2005, 1771–1772.) Työntekijän kaipaaman tiedon on löydettävä oppaasta nopealla silmäyksellä, joten olennaisia seikkoja ei voi piilottaa ylipitkiin kappaleisiin. Isotooppihoito-oppaan tekstikappaleet pidettiin pääosin erittäin lyhyinä, jotta tekstin ymmärrettävyys ei kärsisi. Ainoastaan sairausosioon kirjoitettiin muita osioita pidempiä kappaleita, joiden pituus ei kuitenkaan ylittänyt kymmentä senttiä. Teksti muotoiltiin helposti hahmotettavalle yleiskielelle, jossa suositettiin mutkattomia ja täsmällisiä ilmaisuja. Luetelmia käytettiin inforuuduissa, joissa listattiin hoitoihin tarvittavat välineet.

SFS:n standardin (2012, 60) mukaan ohjeen kieliasun oikeellisuutta ja termien johdonmukaista käyttöä on arvioitava. Isotooppihoito-oppaassa on käytetty termejä johdonmukaisesti siten, että samaan ilmiöön tai asiaan viitataan aina tietyllä termillä. Eräänä esimerkkinä toimii ”radioaktiivinen lääke”, johon ei viitata missään vaiheessa esimerkiksi ”radiolääkkeenä” tai ”merkkiaineena”. Radioisotoopeista on myös käytetty yhtenäistä kirjoitusasua, jossa isotoopin massaluku on ilmaistu yläindeksillä alkuaineen lyhenteen edellä (<sup>223</sup>Ra). Kirjoitusasun oikeellisuuden ja kielioppisääntöjen tarkistamiseen käytettiin muun muassa Kielitoimiston sanakirjaa, neuvontapuhelinta ja ohjepankkia.

Hyvärinen (2005, 1770) ja Barbazette (2013, 74) korostavat otsikoinnin tärkeyttä kirjoittamisessa, sillä otsikointi parantaa tekstin luettavuutta ja jäsentää tietoa. Väliotsikoiden avulla lukija löytää nopeasti etsimänsä kohdan tekstistä. Kappaleiden rakentamisessa kirjoittajan täytyy hahmottaa, mitkä seikat muodostavat asiakokonaisuuden. Onnistuneessa kappalejaossa jokaisen kappaleen voisi nimetä omalla otsikolla. (Hyvärinen 2005, 1769–1770.) Isotooppihoito-oppaassa eri hoitoja käsittelevät osiot erotettiin toisistaan pääotsikoilla. Sairausosio, esivalmistelut, potilaan tunnistus ja ohjaus, lääkkeen annostelu ja jälkihoito erotettiin omiksi osioikseen väliotsikoilla. Barbazette (2013, 74) ja Hyvärinen (2005, 1772) kehottavat ohjaamaan lukijan lähdekirjallisuuden pariin lisätieto-osiossa, joten oppaan loppuun nimettiin muutama keskeinen lähde jokaisesta hoidosta. Lisäksi oppaan lähteiden perään lisättiin maininta siitä, että täydellinen lähdeluettelo on nähtävissä opinnäytetyöraportissa.

Barbazette (2013, 74) suosittaa materiaalin jäsentelyä esimerkiksi sivunumeroinnin ja sisällysluettelon avulla. Myös SFS:n (2012, 52) mukaan yli kaksisivuisen ohjeen sivut numeroidaan, ja yli nelisivuiset ohjeet vaativat yleensä sisällysluettelon. Isotooppihoito-oppaan rakennetta selkeytettiin sisällysluettelon ja sivunumeroinnin avulla, koska oppaassa on yli 10 sivua.

Oppaan jäsentelyä ja kieliasua voidaan arvioida Vilkan ja Airaksisen (2003, 51–53) mainitsemien selkeyden ja johdonmukaisuuden kriteerien valossa, jotka toteutuvat tekijöiden mielestä isotooppihoito-oppaassa hyvin. Selkeyden vuoksi oppaassa vältettiin monimutkaisia lauserakenteita ja pitkiä virkkeitä. Asiakokonaisuudet erotettiin omiksi kappaleiksiin, ja tärkeimpiä seikkoja korostettiin värien ja muiden tehokeinojen avulla. Jokainen hoito esiteltiin samalla otsikointikaavalla, mikä lisäsi oppaan johdonmukaisuutta. Hoitojen toteutuksen kuvaus eteni työvaiheiden mukaisesti.

### **Oppaan ulkoasu**

Vilkan ja Airaksisen (2003, 51) mukaan on tärkeää pohtia, missä muodossa opas palvelee vastaanottajia optimaalisesti. Opas päätettiin toteuttaa sekä painettuna että sähköisenä versiona, koska käytännön työn lomassa röntgenhoitajien on vaivattominta ja nopeinta hakea tietoa painetusta oppaasta, joka on konkreettisesti käsien ulottuvilla työpisteessä. Toisaalta opas välitettiin yhteistyökumppanille myös sähköisessä muodossa, jota on mahdollista päivittää, mikäli hoitojen toteutuskäytännöt muuttuvat. Oppaan ulkoasun kohdalla tehtiin yhteistyötä neljän muun röntgenhoitajaopiskelijan kanssa, jotka myös tekivät opinnäytetyönään oppaan Taysin isotooppilaboratoriolle. Tavoitteena oli tuottaa ulkoasultaan tietyiltä osin yhdenmukaiset oppaat, jotta opinnäytetyöt muodostaisivat ilmeeltään yhtenäisen julkaisusarjan. Opas päätettiin tehdä Microsoft Word -ohjelmalla, vaikka alun perin oli suunnitelmassa käyttää Scribus-taitto-ohjelmaa. Paljon kuvia ja tekstiä sisältävän isotooppihoito-oppaan asettelu osoittautui kuitenkin ongelmalliseksi Wordilla, joten lopullinen opas päätettiin taittaa Adobe InDesign -ohjelmalla. Isotooppihoitoja käsittelevän oppaan lopullisen ulkoasun toteutukseen ja muotoiluun osallistui myös media-assistentti Tuukka Terämaa, mikä antoi oppaalle ammattimaisen ilmeen.

Barbazetten (2013, 74) mukaan tehokkaassa opetusmateriaalissa on visuaalista ilmaisuvoimaa, eli tarpeeksi valkoista taustaa ja tilaa tekstille. SFS:n standardin (2012, 60) mukaan paras mahdollinen luettavuus syntyy, kun optimoidaan kirjainkoon, kirjaintyyppin, rivin merkkimäärän (noin 70) ja rivivälin (noin 120 prosenttia kirjainkoosta) suhde.

Riittävän suuri kirjainkoko edistää tekstin luettavuutta. Isotooppihoito-opas voidaan lukea käsikirjaksi, jossa erittäin tärkeä informaatio merkitään vähintään kirjainkoolla 14, otsikot kirjainkoolla 12 ja jatkuva teksti kirjainkoolla 10, mikäli vaalealla taustalla on tummaa tekstiä. Jos tausta on tumma ja teksti vaalea, tarvitaan isompi kirjainkoko. (SFS 2012, 62.) Isotooppihoito-oppaaseen valittiin väliotsikoihin kirjainkoko 16 ja leipätekstiin kirjainkoko 12. Lihavoitua tekstiä ja suurta kirjainkokoja on käytetty erittäin olennaisten asioiden kohdalla, jotta nämä yksityiskohdat nousevat tekstistä esiin. Corbel-fontti valikoitui yhteistyössä toisten opinnäytetyöntekijöiden kanssa, koska kaikkien isotooppilaboratoriolle tehtävien oppaiden piti olla ulkoasultaan tietyiltä osin yhtenäisiä. Vaikka isotooppihoito-opas haluttiin pitää tiiviinä, leipäteksti ei saanut näyttää liian ahtaalta, joten riviväliksi valittiin 1,15.

Barbazette (2013, 80) painottaa visuaalisen ilmeen tärkeyttä, koska esteettisen vaikutelman lisäksi materiaalin ulkoasulla on merkitystä lukijoiden oppimiseen ja tiedon sisäistämiseen. Graafisen ilmeen täytyy olla yhtenäinen. Opetusmateriaaleissa kannattaa käyttää yhteistyökumppanin logoa ja värimaailmaa. Tarvittaessa värimaailman voi myös rakentaa siten, että se täydentää logon värejä. Korostusvärinä kannattaa käyttää vähintään yhtä väriä ja korkeintaan viittä väriä. (Barbazette 2013, 74, 81, 83.) SFS:n (2012, 66) mukaan teksti taitetaan siten, että otsikko, leipäteksti ja muut tekstielementit erottuvat selkeästi toisistaan. Turvallisuutta koskeva tieto merkitään muuta tekstiä suuremmalla tai erilaisella kirjaintyyppillä. Myös värien käyttö lisää tiedon näkyvyyttä. (SFS 2012, 72.) Oppaan värimaailma määräytyi yhteistyökumppani Taysin sinisen logon perusteella. Jokaiselle hoidolle valittiin oma teemaväri, joka näkyy pääotsikon taustassa, väliotsikoissa ja tekstiosiota ympäröivissä laatikoissa. Värit sointuvat sekä Taysin siniseen logoon että toisiinsa. Värimaailma haluttiin pitää miellyttävänä ja raikkaana, joten väreiksi valittiin pehmeitä vihreään ja harmaaseen taittavia sävyjä. Myös säteilysuojelija lisätieto-osioilla on omat teemavärensä. Jokaisessa hoito-osiossa on radioisotooppia ja sen vaikutusmekanismia käsittelevä kappale, joka on erotettu muusta tekstistä taustavärillä. Lisäksi jokaisessa hoidossa on välineet-inforuutu, joka on erotettu muusta tekstistä omilla, teemavärin mukaisilla kehyksillä.

SFS (2012, 54) suosittaa kuvien käyttöä, koska kuvat selkeyttävät ohjeita ja lisäävät ymmärrettävyyttä. Kuvien täytyy olla korkealaatuisia ja selkeitä (SFS 2012, 66). Opasta suunniteltaessa pohdittiin, minkälainen kuvamateriaali tukee tekstin ymmärtämistä ja hoitojen toteutusta käytännössä. Tarvittavista valokuvista laadittiin lista, ja valokuvat

käytiin ottamassa isotooppilaboratorion työntekijöiden avustuksella 17.5.2017. Hoidoissa käytettäviä tarvikkeita kuvattiin isotooppilaboratoriossa ennen varsinaisten hoitojen antamista, jotta valokuviin saatiin hoidoissa tarvittavia välineitä aidoissa tilanteissa. Muutama valokuva saatiin isotooppilaboratorion työntekijöiltä myöhemmin.

Kun pohditaan Vilkan ja Airaksisen (2003, 51–53) mainitsemana innovatiivisuuden kriteeriä, voidaan todeta, että oppaan ensisijaisista kriteereistä juuri innovatiivisuus toteutuu oppaan kohdalla heikoimmin. Isotooppi-oppaan väline on perinteinen painettu opasvihko, ja sisältökin on esitetty konventionaalisessa muodossa. Sen, minkä opas häviää innovatiivisuudessa, se kuitenkin voittaa käytettävyydessä, joka oli myös yksi oppaan ensisijaisista kriteereistä. Painetun oppaan käyttö on mutkatonta joka tilanteessa. Eräs kriteereistä oli oppaan vetoavuus, jota tukevat yhtenäinen visuaalinen ilme muiden oppaiden kanssa, raikas ja harmoninen värimaailma, havainnolliset valokuvat sekä tekstiosioiden selkeys.

## 6 POHDINTA

### 6.1 Opinnäytetyöprosessin arviointi

Opinnäytetyöprosessi käynnistyi, kun Tampereen ammattikorkeakoululla järjestettiin aihe-seminaari syyskuussa 2016. Seminaarissa esiteltiin opinnäytetyöaiheita, jotka oli saatu Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitokselta sekä sädehoitopoliklinikalta. Raportointiasiantuntija Kotkavuoren (2017) mukaan isotooppihoitojen antaminen Taysissa on lisääntynyt viime vuosina. Taysin isotooppilaboratorion työntekijät toivoivatkin, että hoitoja käsittelevät tiedot koottaisiin yhteen röntgenhoitajille suunnatuksi oppaaksi. Aihe kiinnosti tekijöitä, koska molemmat olivat lähdössä aihe-seminaaria seuraavalla viikolla isotooppitutkimusten ammattitaitoa edistävään harjoitteluun. Toiminnallinen opinnäytetyö oli sopiva yhdistelmä teoriaa ja käytäntöä opinnäytetyön tekijöille, sillä toisella on aiemman korkeakoulututkintonsa puolesta hyvä pohja aiheen teoreettiseen käsittelyyn ja toisella on enemmän visuaalista silmää ja loogista hahmottamiskykyä oppaan suunnitteluun. Tämän vuoksi opinnäytetyön tekeminen jakautui siten, että toinen tekijöistä otti päävastuun opinnäytetyöraportista ja toinen keskittyi oppaan laatimiseen.

Opinnäytetyön työstäminen lähti käyntiin aiheanalyysillä, joka esiteltiin ideaseminaarissa marraskuussa 2016. Tässä vaiheessa tekijöillä oli ajatuksena sisällyttää oppaaseen ainoastaan  $^{131}\text{I}$ - ja  $^{223}\text{Ra}$ -hoidot, koska sairaanhoitajaopiskelijat olivat tehneet  $^{177}\text{Lu}$ -hoidosta opinnäytetyön vuonna 2016. Lisäksi tekijät arvelivat, että kolme hoitoa käsiteltävä opas saattaisi olla liian suuri urakka opinnäytetyölle mitoitettuun työmäärään nähden. Seuraavalla viikolla pidettiin ensimmäinen työelämäpalaveri, jossa yhteistyökumppanin toivomuksesta myös  $^{177}\text{Lu}$ -hoito otettiin mukaan oppaaseen. Aiheanalyysia täydennettiin  $^{177}\text{Lu}$ -hoitoa koskevalla osuudella, minkä jälkeen tekijät keskittyivät opinnäytetyösuunnitelmaan. Opinnäytetyösuunnitelma hyväksyttiin 3.1.2017, minkä jälkeen alkoi teoriaosuuden kirjoittaminen. Opasta päästiin suunnittelemaan teoriaosuuden pääkohtien valmistuttua huhtikuussa 2017, ja ensimmäinen versio oppaasta jätettiin isotooppilaboratorion työntekijöiden arvioitavaksi kesäkuussa 2017. Isotooppilaboratorion kommentit saatiin elokuussa 2017, minkä jälkeen oppaasta tehtiin korjattu versio syyslokakuussa 2017. Ohjaustapaamisessa saadun palautteen perusteella opinnäytetyöraportti ja opas muokattiin lopulliseen muotoonsa. Valmis opas ja opinnäytetyöraportti palautettiin lokakuussa 2017.

Opinnäytetyöprosessia voidaan pohtia tarkastelemalla johdannossa esiteltyjä opinnäytetyön tavoitetta ja tarkoitusta. Tavoitteena oli lisätä uusien röntgenhoitajien tietoa Taysissa annettavista isotooppihoidoista ja niiden toteuttamiseen liittyvistä käytännöistä. Tarkoituksena oli suunnitella, toteuttaa ja arvioida opas  $^{131}\text{I}$ -,  $^{223}\text{Ra}$ - ja  $^{177}\text{Lu}$ -isotooppihoidoista Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaituksen isotooppilaboratoriolle. Tekijät katsovat onnistuneensa tavoitteessaan, sillä isotooppihoitoja käsittelevä opas sisältää tärkeää taustatietoa sairauksista, joihin oppaassa kuvatut isotooppihoidot on kehitetty. Tämä taustatieto on olennaista hoitoindikaation ymmärtämisen ja potilaan ohjauksen kannalta. Lisäksi itse hoitojen toteutus on kuvattu järjestelmällisesti ja loogisesti, jotta opasta lukevalle röntgenhoitajalle syntyy selkeä käsitys hoitoprosessista kokonaisuudessaan. Opasta kuvittavat valokuvat havainnollistavat hoitojen työvaiheita ja -välineitä paremmin kuin pelkät luettelmat. Hoitoja ja sairauksia käsitellään erittäin kattavasti ja monipuolisesti opinnäytetyöraportissa, josta isotooppilaboratorion työntekijät saavat halutessaan lisätietoa. Opinnäytetyöprosessi antoi isotooppilaboratoriolle myös aihetta arvioida toimintakäytäntöjään muun muassa  $^{177}\text{Lu}$ -hoidon yhteydessä suoritettavan annoslaskennan osalta. Myös opinnäytetyön tarkoitus on saavutettu, koska isotooppihoitoja käsittelevän oppaan suunnittelua, toteutusta ja arviointia on kuvailtu kaikkine työvaiheineen opinnäytetyöraportissa. Lisäarvoa oppaan arvioinnille tuo se, että myös yhteiskumppanilla oli mahdollisuus vaikuttaa oppaan lopulliseen muotoon.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyöprosessi oli pitkä ja työntäyteinen, vaikka työ eteni koko ajan opinnäytetyösuunnitelmaa varten laaditun aikataulun mukaisesti. Prosessin päätteeksi voidaan todeta, että tekijöiden ennakkoarvio osui oikeaan siinä, että kolme hoitoa käsittävä opas on liian työläs projekti opinnäytetyölle mitoitettuun opintopistemäärään suhteutettuna. Opinnäytetyöraportti kasvoi kattavan teoriaosuuden vuoksi liian laajaksi siihen nähden, että kyseessä on toiminallinen opinnäytetyö, jonka pääpaino on itse tuotteessa eli oppaassa. Kuviossa 1 on esitetty opinnäytetyöprosessin pääkohdat kronologisessa järjestyksessä.



Kuvio 1. Kaavio opinnäytetyöprosessista Salosen (2013, 15–19) ja Vilkan (2015, 31) kuvailemien vaiheiden mukaan.

## 6.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen on uskottavan tutkimuksen perusta. Hyvä tieteellinen käytäntö pitää sisällään tiedeyhteisössä vaalittujen toimintatapojen noudattamista. Näitä toimintatapoja ovat huolellisuus, tarkkuus, toisten tutkijoiden työn tunnustaminen, omien tulosten oikeellinen esittäminen sekä avoimuus. Hyvään tieteelliseen tutkimuskäytäntöön kuuluu myös tulosten ja käytettyjen menetelmien huolellinen ja oikeellinen raportointi. (Hirsjärvi ym. 2015, 24; Tuomi 2007, 143, 146.) Toiminnalliseen opinnäytetyöhön ei kuulu varsinaisen tutkimuksen tekemistä eikä täten omien tutkimustulosten esittämistä, mutta hyvää tieteellistä käytäntöä on noudatettava opinnäytetyöraportin kirjoittamisessa ja lähteisiin viittaamisessa. Tässä työssä lähteinä on käytetty paljon kansainvälisiä julkaisuja, jotka käsittelevät melko monimutkaisia ja ajoittain vaikeasti ymmärrettäviä lääketieteellisiä aiheita. Väärinymmärrysten ja käänkövirheiden poissulkemiseksi tekijät ovat varmistaneet tietojen oikeellisuuden useista lähteistä.

Opinnäytetyöprosessia sekä oppaan suunnittelua ja toteutusta on kuvattu raportissa avoimesti ja kattavasti.

Vilkan (2015, 196) mukaan laadullisessa tutkimuksessa luotettavuuden kriteerinä voidaan nähdä itse tutkija ja hänen rehellisyytensä, koska arviointi kohdistuu tutkijan tekoihin, valintoihin ja ratkaisuihin. Niinpä luotettavuutta täytyy pohtia jokaisen valinnan kohdalla. Onkin tärkeää, että tutkija kykenee perustelemaan valintansa ja ratkaisunsa sekä kuvailemaan, kuinka niihin on päädytty. Lisäksi tutkijan täytyy arvioida, kuinka ratkaisut peilautuvat tavoitteisiin. (Vilka 2015, 197.) Opinnäytetyöprosessia on kuvattu perusteellisesti raportin luvussa viisi. Oppaan suunnittelua, toteutusta ja arviointia on puntaroitu laajalti lähdekirjallisuuden kautta, ja muun muassa oppaan jäsentelyä ja ulkomuotoa koskeville ratkaisuille on haettu perusteet kirjallisuudesta.

Tutkimuksen luotettavuutta voi vähentää se, että tutkimusryhmän jäsenet kytkeytyvät usein tutkimaansa yhteisöön ja sen toimintakulttuuriin (Vilka 2015, 198). Tämän opinnäytetyön kohdalla luotettavuutta puoltaa se, että tekijöillä ei ollut (ammattitaitoa edistävää harjoittelua lukuun ottamatta) kytköksiä työyhteisöön, jolle opas tuotetaan. Tekijöillä ei myöskään ollut ennakkoasennetta, joka olisi ohjannut tietynlaisten lähteiden valikoimista kirjallisuuskatsaukseen, koska aihe oli tekijöille ennestään vieras.

Luotettavuutta arvioidessa on syytä kiinnittää huomiota aineiston keräämistapaan, tutkimuksen aikataulutukseen, raportoinnin luotettavuuteen ja läpinäkyvyyteen (Tuomi 2007, 151–152). Lähteiden etsinnässä hyödynnettiin pääasiassa Tampereen ammattikorkeakoulun kirjaston terveysalan elektronisten aineistojen tiedonhaun opasta ja terveysalan ammattilaisille suunnatun Oppiportin materiaaleja. Artikkeleita ja kirjoja haettiin muun muassa Suomen lääkirlehdessä, Lääketieteellisestä Aikauskirja Duodecimita sekä PubMed- ja Academic Search Premier -tietokannoista. Suomen- ja englanninkielisinä hakusanoina käytettiin oppaassa käsiteltäviä sairauksia, isotooppihoitoja ja pelkkiä radioisotooppien lyhenteitä. Teoriaosuuteen etsittiin mahdollisimman tuoreita lähteitä, joten lähteiksi valittiin pääosin 2010-luvun jälkeen julkaistuja aineistoja, kuten tiedejulkaisujen artikkeleita ja elektronisia kirjoja. Aikataulu suunniteltiin opinnäytetyöprosessin alussa huolellisesti, ja siinä onnistuttiin myös pääpiirteissään pysymään. Tärkeintä oli saada teoriaosuus valmiiksi ennen oppaan suunnittelua ja oppaan ensimmäinen versio isotooppilaboratorion työntekijöiden arvioitavaksi ennen kesää 2017, jotta lopullinen opas voitiin toteuttaa yhteistyökumppanin toiveita kunnioittaen.



Eettisyyden varmistamiseksi on laadittava jo teoriaosuuden muistiinpanojen tekovaiheessa täsmällinen lähdeviite kaikista lähteistä (Hirsjärvi ym. 2015, 118). Tekijät ovat alusta asti merkinneet huolellisesti lähteet ja lähdeviitteet opinnäytetyöhön, jotta toisten tutkijoiden työ saa ansaitsemansa tunnustuksen eikä plagiointia pääse vahingossakaan tapahtumaan. Elektronisten tiedeartikkeleiden sivunumeroita oli toisinaan vaikea selvittää, mutta kaikista lähteistä löydettiin lopulta pdf-versio, johon oli merkitty myös sivunumerot.

### **6.3 Oma oppimiskokemus ja kehittämisehdotus**

Salosen (2013, 5) mukaan toiminnallisen opinnäytetyön yhtenä tavoitteena opetuksellisessa mielessä on antaa tekijöille eväitä toteuttaa vastaavia kehittämishankkeita myös työelämässä. Opinnäytetyöprosessi on opettanut tekijöilleen etenkin terveystieteiden tiedonhakua, hyvän tieteellisen käytännön mukaista raportointia sekä työelämähankkeen suunnittelua ja käytännön toteutusta. Opinnäytetyöraportin kirjoittaminen on kehittänyt viittaustekniikkaa ja harjaannuttanut tieteellisten tekstien lukutaitoa.

Oppaan laatiminen antoi tekijöille syvällistä tietoa oppaassa käsiteltävistä radioaktiivisista lääkkeistä, niihin liittyvistä säteilysuojelutoimista ja sairauksista, joita kyseisillä lääkkeillä voidaan hoitaa. Graafisessa toteutuksessa ilmenneet haasteet kehittivät ongelmanratkaisukykyä ja luovuutta. Oppaan sisällön kokoaminen vaati kaikkein keskeisimpien ja olennaisimpien seikkojen poimimista valtavasta tietomäärästä. Lisäksi asiasisältö piti ilmaista mahdollisimman selkeästi ja täsmällisesti. Oppaan tekeminen opetti, kuinka tärkeää pitkäjänteisen projektin suunnitteluvaihe on. Vastaisuudessa tekijät osaavat ennakoida paremmin projektissa mahdollisesti ilmeneviä ongelmia ja varautua niihin. Kehittämisehdotuksena esitetään oppaan laajentamista siten, että siinä esitellään kaikki Taysin isotooppilaboratoriossa annettavat isotooppihoidot ja sairaudet, joihin kyseiset hoidot on tarkoitettu.

## LÄHTEET

Al-Shakhray, I. 2008. Radioprotection using iodine-131 for thyroid cancer and hyperthyroidism: a review. *Clinical Journal Of Oncology Nursing*, 12(6), 905–912.

Bakker, W. H., Breeman, W.A., Kwekkeboom, D. J., De Jong, L. C. & Krenning, E. P. 2006. Practical aspects of peptide receptor radionuclide therapy with [177Lu][DOTA0, Tyr3]octreotate. *The Quarterly Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 50(4), 265–271.

Barbazette, J. 2013. *How to Write Terrific Training Materials: Methods, Tools, and Techniques*. Somerset: Center for Creative Leadership.

Bayer. N.d. Xofigo – tuotetiedot. Lääkevalmisteen käyttöopas.

Bodei, L., Lam, M., Chiesa, C., Flux, G., Brans, B., Chiti, A & Giammarile, F. 2008. EANM procedure guideline for treatment of refractory metastatic bone pain. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 1–7. Luettu 15.6.2017.

[http://eanm.org/publications/guidelines/gl\\_radio\\_treatment.pdf](http://eanm.org/publications/guidelines/gl_radio_treatment.pdf)

Dauer, L. T., Williamson, M. J., Humm, J., O’Donoghue, J., Ghani, R., Awadallah, R., Carrasquillo, J., Pandit-Taskar, N., Aksnes, A-K., Biggin, C., Reinton V., Morris, M. & St Germain, J. 2014. Radiation safety considerations for the use of <sup>223</sup>RaCl<sub>2</sub> DE in men with castration-resistant prostate cancer. *Health physics*, 106(4), 494–504.

De Leo, S., Lee, S. Y. & Braverman, L. E. 2016. Hyperthyroidism. *Lancet*, North American Edition 388(10047), 906–918.

EANM. N. d. General Information. European Association of Nuclear Medicine. Luettu 9.11.2016. <http://www.eanm.org/about/general-information-2/>

EANM. 1998. Competencies for the European Nuclear Medicine Technologist. European Association of Nuclear Medicine. Luettu 24.3.2017. <http://www.eanm.org/content-eanm/uploads/2017/02/Entry-Level-Competencies.pdf>

EANMTC. 2017. EANM Benchmark Document on Nuclear Medicine Technologists’ Competencies – version 1.0. Luettu 12.9.2017. [http://www.eanm.org/content-eanm/uploads/2016/11/EANM\\_2017\\_TC\\_Benchmark.pdf](http://www.eanm.org/content-eanm/uploads/2016/11/EANM_2017_TC_Benchmark.pdf)

EFRS. 2014. European Qualifications Framework (EQF) Benchmarking Document: Radiographers. European Federation of Radiographer Societies. Luettu 9.11.2016. [http://www.efrs.eu/publications/see/EFRS\\_EQF\\_level\\_6\\_benchmark?file=749](http://www.efrs.eu/publications/see/EFRS_EQF_level_6_benchmark?file=749)

EFRS. 2015. The European Federation of Radiographer Societies – EFRS. Luettu 9.11.2016. <http://www.efrs.eu/content/content/id/122>

Eskelinen, S. 2016. Tyreotropiini (P-TSH). *Terveyskirjasto*. Helsinki: Duodecim. Luettu 31.8.2017.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03132](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03132)

- Evans & Pratt. 2007a. Physics principles in the clinical use of radioisotopes. Teoksessa Hoskin, P. J. (toim.) *Radiotherapy in Practice - Radioisotope Therapy*. Oxford: OUP Oxford, 1–8.
- Evans & Pratt. 2007b. Radioprotection and regulatory aspect of radioisotope therapy. Teoksessa Hoskin, P. J. (toim.) *Radiotherapy in Practice - Radioisotope Therapy*. Oxford: OUP Oxford, 159–180.
- Freedland, S. J. (2011), Screening, risk assessment, and the approach to therapy in patients with prostate cancer. *Cancer*, 117(6), 1123–1135.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2015. Tutki ja kirjoita. 20. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.
- Husari, J. Röntgenhoitaja. 2017. Isotooppihoidot. Sähköpostiviesti. Jukka.husari@pshp.fi. Luettu 8.5.2017.
- Hyer, S. & Harmer, C. 2007. Radiotherapy for benign thyroid disease: use of <sup>131</sup>I. Teoksessa Hoskin, P. J. (toim.) *Radiotherapy in Practice - Radioisotope Therapy*. Oxford: OUP Oxford, 47–61.
- Hyvärinen, R. 2005. Millainen on toimiva potilasohje? Hyvä kieliasu varmistaa sanoman perillemenon. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 121(16), 1769–1772.
- Härkönen, U., Itkonen L. & Kiviniemi, V. 2015. Radium-223-dikloridi kastroatioresistentin eturauhassyövän hoidossa. Arviointikooste. Helsinki: Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea.
- Kaijaluoto, S. (toim.) 2014. Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa 2012. Helsinki: STUK.
- Kam, B. L. R., Teunissen, J. J. M., Krenning, E. P., de Herder W.W., Khan, S., van Vliet E. I. & Kwekkeboom, D. J. 2012. Lutetium-labelled peptides for therapy of neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 39(Suppl. 1), 103–112.
- Kataja, V. 2011. Kastroatioresistentin eturauhassyövän lääkehoito uudistuu. *Suomen lääkärilehti* 66(24), 1971–1972.
- Keller, L. M. M., Jimenez, A. M., Small, W. & Gordon, L. I. 2008. Radiolabeled monoclonal antibody therapies. Teoksessa Small, W. (toim.) *Combining Targeted Biological Agents with Radiotherapy: Current Status and Future Directions*. New York: Demos Medical, 81–99.
- Kellokumpu-Lehtinen, P. & Tammela, T. 2013. Uusilla lääkkeillä parempaa hoitoa eturauhassyöpään. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*. 129(9), 923–930.
- Kellokumpu-Lehtinen, P., Joensuu, T. & Tammela, T. 2013. Eturauhassyöpä. Teoksessa Joensuu, H., Roberts, P. J., Kellokumpu-Lehtinen, P., Jyrkkiö, S. Kouri, M. & Lyly, T. (toim.) *Syöpätaudit*. 5. painos. Helsinki: Duodecim, 562–580.

Kemppainen, J. 2014. Merkkiaineella on väliä endokriinisten kasvainten PET-TT-kuvantamisessa. *Suomen Lääkärilehti* 69(12), 852–853.

Kielitoimiston sanakirja. 2017. Benchmarking. Helsinki: Kotimaisten kielten keskus. Päivitetty julkaisu. Päivitetty 28.2.2017. Viitattu 24.3.2017.  
<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/>

Kjaer, A., & Knigge, U. 2015. Use of radioactive substances in diagnosis and treatment of neuroendocrine tumors. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 50(6), 740–747.

Kotkavuori, M. raportointiasiantuntija. 2017. Isotooppihoidot. Sähköpostiviesti. minna.kotkavuori@pshp.fi. Luettu 31.1.2017.

Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos. 2016a. Radium-223-dichloride-hoito (XX7AT) työohje. Versio 0.2, hyväksytty 23.5.2016. Tampereen yliopistollisen sairaalan isotooppilaboratorion työohjeet.

Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos. 2016b. Lutetium octreotate hoito (F959) työohje. Versio 1.5, hyväksytty 2.12.2016. Tampereen yliopistollisen sairaalan isotooppilaboratorion työohjeet.

Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos. 2016c. Radiojodihoito, kilpirauhaskudos (XX7CT). Versio 1, hyväksytty 7.12.2016. Tampereen yliopistollisen sairaalan isotooppilaboratorion työohjeet.

Käypä Hoito -suositus. 2014. Eturauhassyöpä. Luettu 2.1.2017.  
<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=hoi11060>

Laaksonen, H & Ollila, S. 2017. Lähijohtamisen perusteet terveydenhuollossa. 3. uudistettu painos. Helsinki: Edita.

Lassmann, M. & Nosske, D. 2013. Dosimetry of Ra-chloride: dose to normal organs and tissues. *European Journal of Nuclear Medicine & Molecular Imaging* 40(2), 207–212.

Lien, L. M., Tvedt, B. & Heinrich, D. 2015. Treatment of castration-resistant prostate cancer and bone metastases with radium-223 dichloride. *International Journal of Urological Nursing* 9(1), 3–13.

Loimaala, A., Mäenpää, H., Lipponen, T., Schildt, J., Kämäräinen, E-V., Karhumäki, L. & Ahonen, A. 2014. Somatostatiinireseptoreiden PET-TT-kuvaus Ga-DOTA-peptideillä parantaa neuro-endokriinisten kasvainten diagnostiikkaa. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 130(19), 1931–1938.

Lääketieteen termit. 2017. Terveysportti, Termit ja sanakirjat. Viitattu 15.8.2017.  
<http://www.terveysportti.fi/sovellukset/sanakirjat/#/b/113/A>

Mali, P. 2013. Keuhkosityöpä. Teoksessa Joensuu, H., Roberts, P. J., Kellokumpu-Lehtinen, P., Jyrkkiö, S. Kouri, M. & Lyly, T. (toim.) *Syöpätaudit*. 5. painos. Helsinki: Duodecim, 368–387.

- Mallinckrodt Medical B. V. 2014. Sodium Iodide (I131) Capsule T Finland. Valmisteyhteenveto.
- Metso, S. 2009. Onko hypertyreoosin radiojodihoito turvallista? Suomen lääkärilehti 64(10), 901–907.
- Mumtaz, M., Lin, L. S., Hui, K. C. & Mohd Khir, A. S. 2009. Radioiodine I-131 for the therapy of graves' disease. The Malaysian Journal of Medical Sciences 16(1), 25–33.
- Mustajoki, P. 2015a. Tietoa potilaalle: kilpirauhasen liikatoiminta (hypertyreoosi, ”myrkkysteura”). Lääkärikirja Duodecim. Helsinki: Duodecim.
- Mustajoki, P. 2015b. Tietoa potilaalle: Kilpirauhasen tulehdukset (tyreoidiitit). Lääkärikirja Duodecim. Helsinki: Duodecim.
- Mustonen, R. & Salo, A. 2002. Säteily ja solu. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Helsinki: STUK, 28–40.
- Mäenpää, H. O. 2012. Sädehoito kohteeseensa lääkehoidon keinoin. Suomen lääkärilehti, 67(7), 436–437.
- Mäenpää, H. O. & Tenhunen, M. 2012. Syövän radionuklidihoidot – mitä uutta? Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 128(21), 2209–2216.
- Mäenpää, H. O. 2013. Auttaako täsmäsädehoito? Teoksessa Jalavainen, M. (toim.) Syöpäsäätien julkaisusarja Focus Oncologiae 2013, 95–99.
- NCRP. 2007. Management of radionuclide therapy patients. Report 155. Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements.
- Nguyen, N. C., Shah, M., Appleman, L. J., Parikh, R. & Mountz, J. M. 2016. Radium-223 Therapy for Patients with Metastatic Castrate-Resistant Prostate Cancer: An Update on Literature with Case Presentation. International Journal Of Molecular Imaging 2016, 1–12.
- Nilsson, S. 2016. Radionuclide Therapies in Prostate Cancer: Integrating Radium-223 in the Treatment of Patients With Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer. Current Oncology Reports 18(2), 1–12.
- OPH. 2017. Tutkintojen viitekehykset. Luettu 29.09.2017. [http://www.oph.fi/koulutus\\_ja\\_tutkinnot/tutkintojen\\_tunnustaminen/tutkintojen\\_viitekehys](http://www.oph.fi/koulutus_ja_tutkinnot/tutkintojen_tunnustaminen/tutkintojen_viitekehys)
- Oszukowska, L., Knapska-Kucharska, M., & Lewinski, A. 2010. Effects of drugs on the efficacy of radioiodine ((131)I) therapy in hyperthyroid patients. Archives Of Medical Science, 6(1), 4–10.
- Peştean, C & Larg, M. L. 2013. Special Considerations in Radiation Protection: Minimising Exposure of Patients, Staff and Members of Public. Teoksessa Peştean, C., Veloso Jéronimo, V. & Hogg, P. (toim.) Radionuclide Metabolic Therapy: Clinical Aspects, Dosimetry and Imaging - A Technologist's Guide, 41–53. Luettu 15.6.2017.

[http://www.eanm.org/content-eanm/uploads/2016/11/Radionuclide\\_Metabolic\\_Therapy.pdf](http://www.eanm.org/content-eanm/uploads/2016/11/Radionuclide_Metabolic_Therapy.pdf)

Pastila, R. (toim.) 2017. Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta: vuosiraportti 2016. Helsinki: STUK.

Pedler, K. 2015. The current status of MRI in prostate cancer. *Australian family physician*, 44(4), 225–230.

Ristamäki, R. & Tarkkanen, M. 2016. Haiman edenneen neuroendokriinisen kasvaimen lääkehoito. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 132(7), 641–646.

Salmela, P. I., Tarkkanen, M., Arola, J. & Haglund, C. 2013. Ruoansulatuskanavan ja haiman neuroendokriiniset kasvaimet. Teoksessa Joensuu, H., Roberts, P. J., Kellokumpu-Lehtinen, P., Jyrkkiö, S. Kouri, M. & Lyly, T. (toim.) *Syöpätaudit*. 5. painos. Helsinki: Duodecim, 512–529.

Salmi, M. 2015. Syövän immunoterapian uusi tuleminen. *Sic! Lääketietoa Fimeasta*. 5(3), 11–13.

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön: Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Sandberg, J. & Paltemaa, R. 2002. Ydin- ja säteilyfysiikan perusteet. Teoksessa Ikäheimonen, T. K (toim.) *Säteily ja sen havaitseminen*. Helsinki: STUK, 11–63.

Sane, T. 2010. Aikuisten hypertyreoosin hoidon vaikea valinta. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 126(20), 2419–2420.

SFS. 2012. SFS-EN 82079-1: Käyttöohjeiden laatiminen. Jäsentäminen, sisältö ja esittäminen. Osa 1: Yleiset periaatteet ja yksityiskohtaiset vaatimukset. 1. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS.

Sisson, J. C., Freitas, J., MacDougall, I. R., Dauer, L. T., Hurley, J. R., Brierley, J. D., Edinboro, C. H., Rosenthal, D., Thomas, M. J., Wexler, J. A., Asamoah, E., Avram, A. M., Milas, M. & Greenlee, C. 2011. Radiation Safety in the Treatment of Patients with Thyroid diseases by Radioiodine 131I: Practice Recommendations of the American Thyroid Association. *Thyroid* 21(4), 335–346.

Stokkel, M., Junak, D., Lassmann, M., Dietlein, M. & Luster, M. 2010. EANM procedure guidelines for therapy of benign thyroid disease. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 37(11), 2218–2228.

STUK. 2013. Säteilyturvallisuus isotooppilääketieteessä. ST-ohje 6.3. Luettu 27.8.2017. <https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST6-3>

Taatila, T. Osastonhoitaja. 2017. Isotooppihoidot. Sähköpostiviesti. Tina.taatila@pshp.fi. Luettu 3.5.2017.

Teunissen, J. J. M. 2011. Nuclear medicine techniques for the imaging and treatment of neuroendocrine tumours. *Endocrine-Related Cancer* 18(Suppl. 1), 27–51.

Tuomi, J. 2007. Tutki ja lue: Johdatus tieteellisen tekstin ymmärtämiseen. Helsinki: Tammi.

Vaarala, M; Kähkönen, E; Viitanen, J; Taari, K & Tammela, T. 2011. Kastration luustovaikutukset eturauhassyöpöpotilailla. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*. 127(11), 1129–1136.

Vainio, S. 2015. Röntgenhoitajan osaaminen eurooppalaisessa tutkintojen viitekehyyksessä – EFRS:n benchmarking-dokumentin suomenkielinen käännös. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Vilkka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

Vilkka, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. uudistettu painos. Jyväskylä: PS-kustannus.

Vuong, W., Sartor, O. & Pal, S.K. 2014. Radium-223 in metastatic castration resistant prostate cancer. *Asian Journal of Andrology* 16(3), 348–353.

Välimäki, M. & Arola, J. 2011. Ruoansulatuskanavan ja haiman neuroendokriiniset kasvaimet. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 127(15), 1549–1559.

Välimäki, M. & Schalin-Jäntti, C. 2009. Hypertyreoosi. Teoksessa Välimäki, M., Sane, T. & Dunkel, L. (toim.) *Endokrinologia*. 2. painos. Helsinki: Duodecim, 190–211.

Wieder, H. A. 2014. Clinical use of bone-targeting radiopharmaceuticals with focus on alpha-emitters. *World Journal of Radiology*, 6(7), 480–485.

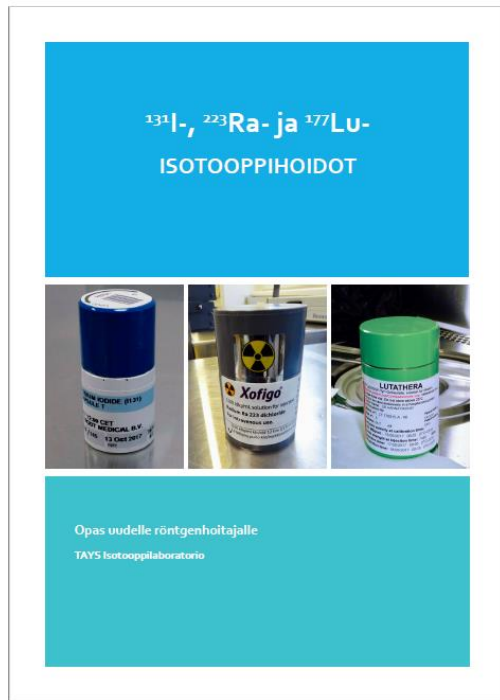
Wyszomirska, A. 2012. Iodine-131 for therapy of thyroid diseases. Physical and biological basis. *Nuclear Medicine Review* 15(2), 120–123.

Xofigo-PI. 2013. Xofigo (Radium Ra 223 dichloride) Injection. Accessdata FDA. [https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda\\_docs/label/2013/203971lbl.pdf](https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2013/203971lbl.pdf)

Zaknun, J. J., Bodei, L., Mueller-Brand, J., Pavel, M. E., Baum, R. P., Hörsch, D. & Kwekkeboom, D. J. 2013. The joint IAEA, EANM, and SNMMI practical guidance on peptide receptor radionuclide therapy (PRRT) in neuroendocrine tumours. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 40(5), 800–816.

Öberg, K. E. 2010. Gastrointestinal neuroendocrine tumors. *Annals of Oncology* 21(Suppl. 7), 72–80.

Öberg, K. E. 2012. Molecular Imaging Radiotherapy: Theranostics for Personalized Patient Management of Neuroendocrine Tumors (NETs). *Theranostics* 2(5), 448–458.

Liite 1. <sup>131</sup>I-, <sup>223</sup>Ra- ja <sup>177</sup>Lu-isotooppihoidot – Opas uudelle röntgenhoitajalle

Sisällysluettelo	
JOHDANTO	1
<sup>131</sup> I-ISOTOOPPIHOITO	2-4
Kilpirauhasen liikatoiminta	2
Esivalmistelut	3
Potilaan tunnistus ja ohjaus	3
Lääkkeen annostelu	4
Jälkihoido	4
<sup>223</sup> Ra-ISOTOOPPIHOITO	5-7
Kastratioreseptitetti eturauhassyöpä	5
Esivalmistelut	6
Potilaan tunnistus ja ohjaus	6
Lääkkeen annostelu	6-7
Jälkihoido	7
<sup>177</sup> Lu-ISOTOOPPIHOITO	8-11
Neuroendokriiniset kasvaimet	8
Esivalmistelut	9
Potilaan tunnistus ja ohjaus	9
Lääkkeen annostelu	10
Jälkihoido	11
Kuvantaminen	11
SÄTEILYSUOJELU ISOTOOPPIHOIDOISSA	12-13
Yleisiä suojatusohjeita	12
Varotoimenpiteitä	13
LISÄTIETOA	14



(jatkuu)

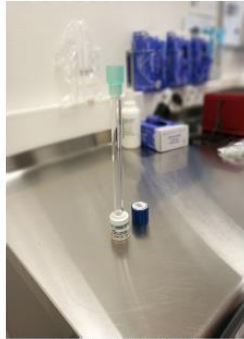


### Esivalmistelu

Ennen hoitoa selvitetään potilaan hoitohistoria ja lääkytys, erityisesti tyreostaattilääkityksen käyttö, jodidipitoisten varjoaineiden saanti, rymhiäniolilääke amidonaronin käyttö, muut jodidipitoiset lääkkeet sekä jodin osuus ruokavaliosta.

Tyreostaattilääkitys tauotetaan ennen hoitoa 4 vuorokauden ajaksi, koska se voi estää <sup>131</sup>I:n kertymisen kilpirauhaeseen. Thyreostaattilääkityksen voi aloittaa uudelleen 4 vuorokauden kuluttua hoidosta.

Potilaan täytyy olla syömättä 4 tuntia ennen hoitoa.



\*\*\*Hoitoneuvo lyijypurkissa + apilaattori

### Potilaan tunnistus ja ohjaus

Potilaan henkilöllisyys varmistetaan sekä nimellä että syntymäajalla. Naispotilaiden kohdalla potilasta tunnustetaan raskaus.

Potilasohjaus tapahtuu ennen jodikapelin antamista, jotta röntgenhoitajan sädealtuus jää mahdollisimman alhaiseksi. Potilaalle annetaan kirjalliset säteilysuojeluohjeet, ja hänelle selvitetään hoidon kulkua sekä jälkihoito-ohjeet. Kaikki potilaista askarruttavat kysymykset käydään läpi ennen radioktiivisen lääkkeen annostelua, jotta potilas voidaan isotuttaa välttämättä annostelun jälkeen. Mikäli potilas on matkustamassa ulkomaille, hänelle kirjoitetaan todistus isotooppihoidon antamisesta.

3

### Lääkkeen annostelu

1. Radiodiodikapeli toimitetaan isotooppilaboratorioon lyijysuojassa, jonka kyseistä tarkastetaan päivittäin. Kapelin aktiivisuus ja se, että kyseessä on oikea radiodiodikapeli.
2. Suojassa oleva kapeli nostetaan apilaattorilla ulos ja mitataan annostelunsaantona (<sup>131</sup>I:n arvo) la. Radiodiodin annostus hypertyreosin hoitoon on 111–370 MBq (yleisimmän 259 MBq). Mittaus tuloksen tarkistaa kaksi röntgenhoitajaa.
3. Kapelin aktiivisuus kirjataan potilaalle annettavien säteilysuojeluohjeeseen.
4. Apilaattorissa oleva kapeli nostetaan takaisin lyijysuojaan ja vietään potilaan luokse.
5. Potilaalle tarjotaan vettä ennen kapelin antamista. Sen jälkeen potilas ottaa kapelin suuhunsa apilaattorilla ja nieläisee kapelin kokonaan runsaan veden kanssa.
6. BSiin kirjataan tiedot hoidon antamisesta: annettu radiodiodikapelin aktiivisuus ja erinumero. Kirjataan myös, että potilas on saanut sekä kirjalliset että suulliset säteilysuojeluohjeet. Lisäksi Endotäy. A-järjestelmään kirjataan hoidon antaminen.



\*\*\*Automaattinen mittaus annostelublaattorilla

### Jälkihoito

Jälkihoito-ohjeet käydään potilaan kanssa läpi ennen radiodiodikapelin antamista.

Potilaan täytyy olla syömättä 2 tuntia hoidon antamisen jälkeen. Runsaasta juomasta ja tihästä wc:ssä käymistä suositellaan, jotta kilpirauhaeseen kertymätön radiodiodi poistuu kehosta mahdollisimman nopeasti. Huolellinen wc-hygienia on tärkeää, koska potilaan virtsa on radioaktiivista.

Imetyä on lopetettava hoidon antamisen jälkeen. Potilaan asuinjärjestelyihin ja perhe-elänteen läheisyyteen liittyy säteilyä selvitettävä. Potilaan on vältettävä pienten lasten ja raskaana olevien naisten välitöntä läheisyyttä viikon ajan. Pieniä lapsia ei saa pitää sylissä pitkää aikaa kahteen viikkoon radiodiodihoidon antamisen jälkeen. Kahden metrin etäisyydellä oleskelu on turvallista.

Huolellista ehkäisyä on käytettävä vähintään neljä kuukautta hoidon jälkeen. Raskaus tai imetykset ovat ehdottomia vasta-aiheita radiodiodihoidolle, sillä <sup>131</sup>I voi siirtyä istukan välityksellä sikiöön tai äidinmaidon kautta vauvaan. Mikäli radiodiodia annetaan raskaana olevalle naiselle, sikiölle voi kehittyä kilpirauhasen vajaatoiminta. Radiodiodialistus voi myös aiheuttaa lapelle myöhemmin tarkkaavaisuus- tai muistihäiriötä.

4

## <sup>223</sup>Ra-ISOTOOPPIHOITO

### Kastraatioresistentti eturauhassyöpä

Eturauhassyöpä on miesten yleisin syöpä Suomessa, ja siihen sairastuu joka kymmenes mies. Kastraatioherkät taudit reagoivat hyvin hormonihoidoin, mutta useimmat levinneet eturauhassyöpät kehittyvät kastraatioresistentiksi, jolloin syöpä jatkaa leviämistä hormonihoidosta huolimatta. Yli 90 prosentilla kastraatioresistentistä eturauhassyöpää sairastavista esiintyy luustotapaesäkkeitä, jotka voivat aiheuttaa murtumia, pahentaa kiputiloja, heikentää elämänlaatua ja aiheuttaa elinajanodotetta.

<sup>223</sup>Ra-diklonidi-isotooppihoidolla on tarkoitus lievittää potilaan kipuja ja tehostaa mahdollista solunsäätelijähoitoa. Radiodiodiopooppia käytetään eturauhassyöpäpotilaan hoitoon, mikäli potilaalla esiintyy kivuliaita luustotapaesäkkeitä, kastraatioresistentti kasvain ja epätarkkarajainen taudin leviäminen. Isotooppihoitoa suositellaan etenkin silinä tapauksissa, että vaste kipulääkkeisiin on huono. Metastasoitunutta kastraatioresistenttiä eturauhassyöpää voidaan hoitaa myös monilla eri solunsäätelijä- tai hormonihoidoilla. Hoitovasteet ovat usein lyhytaikaisia ja lisäävät elinajanennustetta keskimäärin vain pari kuukautta. <sup>223</sup>Radium (<sup>223</sup>Ra), valmistimenimeltään Xofigo, on verrattain uusi hoitomuoto kastraatioresistentin eturauhassyöpän hoitoon. Se hyväksyttiin käyttöön toukokuussa 2012. <sup>223</sup>Ra on alfaseiteijä, joten se toimii voimakkaasti lyhyellä kantamalla ja sillä on suuri energiansiirtokyky. Nämä ominaisuudet tekevät hoidosta tehokkaan ja paikallisen.

<sup>223</sup>Ra: T<sub>1/2</sub> = 11,4 päivää  
Säteilylaji: α, pieni määrä β-, γ

Vaikutusmekanismi: <sup>223</sup>Ra-diklonidi toimii luustoon hakeutuvan kalsiumin tapaan. Radioaktiivinen lääke yhdistyy hydroksapatiin kanssa ja korvaa kalsiumin luuston etäpesäkkeissä. Alfaseiteijä <sup>223</sup>Ra:n kantama on erittäin lyhyt, noin 0,4 mm.

5

### Välineet:

- vetokappin työtassolla muovisuojaja
- ilmastointineula
- pitkä neula vetoneulana
- Luer Lock rusku hoitoannokselle
- 150 ml NaCl infuusio
- kroonikkovaippa imualustana potilaan käden alla
- kertakäyttöinen suojaussu
- suojakäsineet
- suosuoja ja suojaalasit tai visierimaski potilaalle ja hoitohenkilökunnalle

### Esivalmistelu

Potilas saa hoitopäivänä syödä, juoda ja ottaa lääkkeet normaalisti.

Henkilökunnalle ja potilaalle varataan suojaavusteet kontaminaation estämiseksi.

Henkilökunta: kertakäyttöinen suojaatki, suojakäsineet, suosuoja sekä suojaalasit tai visierimaski.

Potilas: suojaalasit ja suosuoja tai visierimaski sekä kroonikkovaippa potilaan syliin ja injektiokäden alle.

Kun <sup>223</sup>Ra-diklonidi saapuu isotooppilaboratoriolle, tarkastetaan että rahtikirjassa ja <sup>223</sup>Ra-purkin etiketissä on yhtenäinen erinumero (batch number). Myös lähetys PATID-merkintä (potilaan nimen, jalmet ja syntymävuosi) katsotaan rahtikirjasta ja kirjoitetaan tussilla <sup>223</sup>Ra-diklonidin suojaapurkkiin. Lääke säilytetään huoneenlämmössä.

Xofigo-annos on heti käyttövalmis kirkas ja väriltön liuos, jota ei saa laimentaa.

### Potilaan tunnistus ja ohjaus

Potilas tunnistetaan aina koko nimellä sekä henkilötunnusella.

Potilas saapuu lähettävästä yksiköstä kanyliotuna.

Isotooppilaboratoriossa potilaalle aloitetaan 150 ml NaCl-infuusio toimivan suonihteyden varmistamiseksi.

### Lääkkeen annostelu

Annostelu tapahtuu puhdistilan radiofarmasiakaapissa, jonka työtaso suojataan muovilla ja imualustalla.



Suojaavusteet

6

(jatkuu)



<sup>137</sup>Lu-hoitoannoksen mittaus annoskalibraattorilla

- Xofigo-annos on aina potilaskohtainen. Se tilataan potilaan painon mukaisesti. Injektio-pullossa on 6 ml liuosta, ja ominaisaktiivisuus on 500 kBq/ml referenssipäivänä.
- <sup>137</sup>Ra:n hajoamisradioaktiivisuuden avulla lasketaan hoitoannospullosta otettavan annoksen tilavuus. <sup>137</sup>Ra-dikloridin annostus on 55 kBq/kg.
- Tussilla kirjoitettu PATID-merkintä tarkastetaan suojapurkin kyljestä ja varmistetaan, että ne vastaavat potilaan tietoja.
- Hoitoannoksen aktiivisuus mitataan aina annoskalibraattorilla <sup>137</sup>Ra:n energialla ennen potilaalle antamista. Mittaus tuloksen tarkistaa aina kaksi röntgenhoitajaa.
- Hoitoannos vedetään Luer Lock -ruiskuun. Pitkä neula toimii vetoneulana, ja pullon asetetaan ilmastointineula tasaamaan mahdollinen ylipaine ja estämään alipaineen syntyminen. Xofigo-pullo pidetään tukevasti pöydällä, kun hoitoannos vedetään ruiskuun.
- Kanyyliin toimituus tarkastetaan keittosuolaliuoksella ennen <sup>137</sup>Ra-dikloridivalmisteen antamista, jotta ekstravasatiota ei pääse tapahtumaan. Lääkäri injoi radioaktiivisen lääkkeen potilaaseen kolmitahnan kautta hitaasti noin minuutin kuluessa, ja kanyyli huuhdellaan hyvin NaCl-liuoksella heti injektion jälkeen.
- Infusio annetaan tippua loppuun, jonka jälkeen kanyyli poistetaan. Syntyvät jätteet hävitetään asianmukaisesti.

#### Jälkihoito

Potilaalle annetaan XOFIGO-potilasopas ensimmäisellä hoitokerralla. Potilaalle annetaan myös todistus (Certification of radioactive treatment -kortti) saadusta hoidosta. Jokaisen hoitokerran yhteydessä vanha kortti hävitetään ja annetaan uusi tilalle.

Potilasta neuvotaan noudattamaan hyvää wc-hygieniaa.

Huolellista ehkäisyä on käytettävä Xofigo-hoidon aikana ja vähintään 6 kuukautta sen jälkeen.

Hoidon jälkeen potilas saa poistua isotooppi-laboratoriosta.

Hoito kirjataan RIS-järjestelmään.

Hoidon jälkeen fyysikko suorittaa kontaminaatiomittauksia sekä puhdistilassa että injektiohuoneessa.

Lähetettävä yksikkö vastaa potilaan jälkiseurannasta.

7

## <sup>177</sup>Lu-ISOTOOPPIHOITO

### Neuroendokriiniset (NE) kasvaimet

Suomessa todetaan uusia NE-kasvaimia vuosittain noin 250–300 kappaletta. Väitönsä kasvaimista on oireettomia, joten ne jäävät toteamatta henkilöin elinajaksi. NE-kasvain on pahanlaatuinen kasvain, joka tuottaa peptidihormoneja ja voi olla lähtöisin hermo- tai epiteelisolusta. NE-kasvainten lähtökudos sijaitsee jopa 95 prosentissa tapauksista suolistossa, mahalaukussa tai keuhkoputkissa. Tyypillisimmät löydökset tehdään umpiläikkästä, ohutsuolasta ja haimasta. NE-kasvainten solukalvon pinnalla on yleensä runsaasti somatostatiinireseptoreita (SSRT), mikä mahdollistaa kasvainten kuvantamisen radioaktiivisten lääkkeiden avulla.

NE-kasvainten hoito tähtää kasvainten poistoon tai pienentämiseen, kasvun estämiseen, oireiden helpottamiseen ja eliniän pidentämiseen. Yleensä ensimmäinen hoitomuoto on leikkaus. Jotain NE-kasvaimia voidaan hoitaa kantaja-aiheeseen sidottuilla radioisotooppilla. Tampereella on käytössä <sup>177</sup>Lu-oktreotaati-injektioita. <sup>177</sup>Lu-hoidon tavoitteena on tuhoata syöpäsoluja ja hidastaa syövän etenemistä. Isotooppihoitoon voidaan päätyä, jos syöpä etenee, eikä leikkauksesta tai somatostatiinilääkkeistä ole hyötystä potilaalle. Hoito edellyttää, että NE-kasvainten somatostatiinireseptoreiden latautuminen on isotooppihoitoon kelpoista vähintään maksan tavonmisen kertyminen luoissa. Hoitoa voidaan antaa maksimissaan 4 kertaa 8 viikon välein. Hoito annetaan syöpätautiin vuodeosastolla iv-infuusiona.

<sup>177</sup>Lu: T<sub>1/2</sub> = 6,7 päivää  
Säteilylaji: β<sup>-</sup>, osittain myös γ

Vaiikutusmekanismi: <sup>177</sup>Lu on sidottu kantajana toimivaan oktreotaattiin, joka on somatostatiini-kasvuhormonin analogi. <sup>177</sup>Lu-oktreotaati kulkeutuu NE-kasvaimiin, koska NE-kasvainten solukalvon pinnalla on yleensä paljon somatostatiinireseptoreita. <sup>177</sup>Lu on pääasiassa beetasäteilyä, jonka maksimikantama kudoksessa on 2 mm.

8

#### Välineet:

- säteilysuoja 100 ml NaCl-pullolle
- 10 ml Luer Lock ruisku
- hybridiruiskusuoja (voilframi-pleksi)
- 5 ml Luer Lock ruisku + 20 ml Luer Lock
- 2 x 100 ml NaCl-pullo
- pitkä 20 G neula ja normaaleja 20 G neuloja
- infusioletku, johon yhdistetään "lyhyt oksa"
- suojatakki
- pitkävaraiset suojakäsineet (nitrili)
- suusuoja ja suojalasit tai visiirimaske

#### Esivalmistelu

Ennen hoitoa potilaalle tehdään diagnostinen <sup>67</sup>Ga-oktreotidi-PET-tutkimus. Vuodeosastolla varmistetaan myös potilaan verenkuva ja muunlaisten toimita.

30 minuuttia ennen hoitoa potilaalle aloitetaan vuodeosastolla aminohappo-infusio, joka suojaa munuaista säteilyvauriolta. Tippus kestää noin 4 tuntia.

<sup>177</sup>Lu-oktreotaati saapuu osastolle hoitopäivän aamuna. Se kuljetetaan lyijysuojassa vanhemmisvarastoon odottamaan käyttökuntoon saatamista.

#### Tunnistus ja ohjaus

Potilas tunnustetaan nimellä ja henkilötunnuskilillä.

<sup>177</sup>Lu-hoitoa varten potilas on sairaalan vuodeosastolla, ja potilaan ohjauksesta ja tarkailusta vastaavat pääasiassa osaston lääkäri ja sairaanhoitajat.



Aminohappo-infusio

9



<sup>137</sup>Lu-hoitoannoksen mittaus annoskalibraattorilla

#### Lääkkeen annostelu

Radioaktiivisen lääkeinfuusion tippuukseen tarvitaan tippalaskuri ja "lyhyt oksa" (tippaletku), joka täytetään keittosuolaliuoksella ennen <sup>177</sup>Lu:n käsitelyä.

<sup>177</sup>Lu-oktreotaati-injektionestettä käsitellään osastolla käytettävällä paksumpalla, pitkävaraisella nitrilihansikkaita ja suojaessua sekä visiirimaskeja.

Annoskalibraattori säädetään <sup>177</sup>Lu-arvoille (cal#, 400 x 10 enter). <sup>177</sup>Lu-oktreotaattipullon aktiivisuus mitataan ja kirjataan ylös. Tilattu annos on 7,4 GBq. <sup>177</sup>Lu-hoitoannos mitataan annoskalibraattorilla ennen potilaalle antamista aina kahden röntgenhoitajan läsnä oltessa, jotta varmistetaan hoitoannoksen aktiivisuuden oikeellisuus.

500 ml NaCl-pullosta poistetaan 25 ml liuosta, ja pullo laitetaan säteilysuojan sisään.

Hoitoannos vedetään <sup>177</sup>Lu-oktreotaattipullosta 50 ml ruiskuun noin viidessä erässä ja lisätään NaCl-pulloon. <sup>177</sup>Lu-oktreotaattipullo pyritään saamaan mahdollisimman tyhjäksi, jos jäännösaktiivisuus on enemmän kuin 500 MBq. Tyhjä pullo huuhdellaan pienellä määrällä keittosuolaliuosta, jotta koko hoitoannos saatisiin siirrettyä lääkeinfusio-pulloon. Tyhjän <sup>177</sup>Lu-oktreotaattipullon jäännösaktiivisuus mitataan ja kirjataan ylös (alle 500 MBq). Ruiskun jäännösaktiivisuus mitataan ja kirjataan ylös (n. 35 MBq).

Säteilysuojan sisällä oleva lääkeinfusio-pullo asetetaan pyörillä olevaan kuljetusaakioon, ja siihen yhdistetään NaCl-liuoksella täytetty "lyhyt oksa". Kuljetusaation kansi suljetaan ja viedään osastolle. Osastolla lääkeinfusio-pullo nostetaan tippatelineeseen ja yhdistetään tippalaskuriin. Nopeudeksi asetetaan 400 ml/h (kesto n. 20 minuuttia).



Pitkävaraiset pihdit



Kuljetusaakio

10

(jatkuu)

### Jälkihoito

Masaman <sup>177</sup>Lu-oktreotaattikansiosista täytetään oktreotaattihoidosaavia. Lu-hoidon toteuttaja kirjataan ylös. Tyhjän <sup>177</sup>Lu-oktreotaattipullon ja nukiun sisältämä aktiivisuus lisätään tyhjän lääkinefusiopullon aktiivisuuteen. Tyhjän lääkinefusiopullon aktiivisuutta ei mitata, vaan se arvioidaan (40 MBq).

Tämä kokonaisaktiivisuus sekä päivämäärä, jolloin jätteen saa hävittää, merkitään jätteen päälle. Jätteet vietään vanhenemisvastaston puolituntumaan, kunnes ne voidaan hävittää turvallisesti.

Kohteeseen kiinnittymätön aktiivisuus erittyy virtsan mukana parin päivän kuluessa, jolloin on tärkeää huolehtia wc-hygieniasta. Potilasta ohjataan vetämään wc kahdesti käynnin jälkeen muutamien päivien ajan hoidon jälkeen. Hyvä käsihygienia on ensiarvoisen tärkeää. Mikäli potilas kärsii inkontinenssista, hänet katetroidaan ennen hoitoa. Katetri poistetaan kaksi päivää hoidon jälkeen.

Naispotilaita neuvotaan välttämään raskausi tulemistä vähintään 6 kuukautta hoidon jälkeen. Miespotilaat voivat halutessaan pakata siemenestettä ennen hoitoa, koska <sup>177</sup>Lu-hoito vaurioittaa väliaikaisesti kivesten tukisoluja.

Sairaalafyysikko vastaa vaativasta annoslaskennasta. Hoidon antamisen jälkeen fyysikko käy mittamassa aktiivisuustasot potilaasta ja hoitoympäristöstä.



Tyhjä <sup>177</sup>Lu-oktreotaattipullo



Votokoppi

### Kuvantaminen

Ensimmäisellä hoitokerralla potilas kuvataan mahdollisimman pian hoitoannoksen antamisen jälkeen. On toivottavaa, ettei potilas käy wc:ssä ennen kuvausta, jotta rakon aktiivisuus saadaan laskettua kuvauksen perusteella. Potilas kuvataan myös 2-3 vuorokauden kuluessa hoidon antamisesta jokaisella hoitokerralla.

Muualtaista ja luvuimen annokset lasketaan hoitokertojen jälkeen isotoppi kuvantamisen avulla, jotta yksittäiselle potilaalle annosteltava kumulatiivinen aktiivisuus voidaan määrittää tarkkaan. Annoslaskenta mahdollistaa hoitoannoksen optimoinnin siten, että kasvaimen kohdistuu mahdollisimman suuri ja terve kudoksiin mahdollisimman pieni sädeannos. Muualtaista ja luvuimen sädeannos määrittää hoitotuloksen ohella sen, montako hoitokertaa potilaalle voidaan antaa.

11

## SÄTEILYSUOJELU ISOTOOPPI-HOIDOISSA

Röntgenhoitaja huolehtii potilaan hyvinvoinnista ja siitä, että tavoiteltu tutkimus- tai hoitotulos saavutetaan mahdollisimman pienellä potilaan, henkilökunnan ja väestön säteilyaltistuksella. Röntgenhoitajan tulee huomioida oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate isotooppihoitojen yhteydessä.

### Yleisiä suojautumisohjeita

Henkilökunnan on huolehdittava isotooppihoitoa saaneen potilaan hyvinvoinnista, mutta tavoitteena on myös suojautuminen potilaan säteilyaltistuksen vähentämiseksi, jotta potilas ei tulkitse väärällä välinpitämättömyydellä. Säteilävän potilaan kanssa keskustellessa otetaan etäisyyttä potilaaseen soveltuvalla esimerkiksi ovensuuhun.

Lukioiselta säteilyaltistukselta suojautumisessa henkilökunnan on huomioitava säteily-suojelun kolme kulmakiveä: aika, etäisyys ja väline. Esimerkiksi säteilävän potilaan tai radioaktiivisen lääkkeen läheisyydessä vietetään mahdollisimman vähän aikaa, etäisyys säteilävään potilaaseen tai radioaktiiviseen lääkkeeseen pidetään mahdollisimman suurena ja radioaktiivinen lääke säilytetään asianmukaisessa suojuksessa. Ensipotilaan kanssa potilausturvallisuus ei kuitenkaan saa vaarantua.

Raskaana olevat tai raskautta suunnittelevat hoitoon henkilöiden jäsenet eivät saa osallistua isotooppihoitoa saavan potilaan hoitoon.

Hoitotila kannattaa sijoittaa esimerkiksi käytävän päähän, jolloin ulkopuolisilla ei ole tarvetta liikkua tilan läheisyydessä.

Kontaminaation estämistä varten isotooppilaboratoriossa on oltava asiantunteva henkilökunta ja säteilyturvallisuutta edistävät välineet sekä tarvittavat välineet ja toimitettavat radioaktiivisten jätteiden käsittelyyn ja säilytykseen. Kontaminaation sattuessa isotooppilaboratoriossa täytyy löytyä tarvittavat välineet kontaminaatioalueen eristämiseen ja turvalliseen puhdistamiseen, jotta kontaminaation leviämisen voidaan estää. Myös mittauslaite suoritettava asiantuntija (sairaalafyysikko) tarjonta.

Röntgenhoitajan ja muun hoitoon osallistuvan henkilökunnan on käytettävä asianmukaista suojavarustusta käsitellessään, annostellessaan ja tullessaan tilaan, jossa käsitellään tai annostellaan radioaktiivista lääkettä. Tähän varustukseen kuuluvat kertakäyttöiset suojahanskat, suojatakki, suojamaski, suojajalka sekä kangassuojukset.

Huolellinen hygienia on ensiarvoisen tärkeää. Erityistä tarkkaavaisuutta tulisi kiinnittää erittimien käsittelyyn. Mikäli joudutaan koskemaan esimerkiksi ulosteita, virtsaa, oksennusta tai muita eritteitä, tulisi käyttää kertakäyttöhanskoja. Potilaita ohjeistetaan istumaan wc-käynnillä, jotta roiskeiden määrä ja radioaktiivisen virtsan leviäminen voidaan minimoida.

12

### Lisätieto

#### <sup>131</sup>I-hoidosta:

Metso, S. 2009. Onko hypertyreoosin radiojodihoidon turvallista? Suomen lääkärilehti 50/2009, 904-907.

Sisson, J. C., Freitas, J., MacDougall, I. R., Daver, L. T., Hurlley, J. R., Brierley, J. D., Edinboro, C. H., Rosenthal, D., Thomas, M. J., Wesley, J. A., Asanah, E., Avram, A. M., Miles, M. B., Greenlee, C. 2014. Radiation Safety in the Treatment of Patients with Thyroid Diseases by Radioiodine 131I: Practice Recommendations of the American Thyroid Association. Thyroid 24(4), 335-346.

Stokkel, M., Junak, D., Lassmann, M., Dietlein, M. & Luster, M. 2010. EANM procedure guidelines for therapy of benign thyroid disease. EJMNM 37 (14), 2218-2228.

Wyszynska, A. 2012. Iodine-131 for therapy of thyroid diseases. Physical and biological basis. Nuclear Medicine Review 15(1), 110-123.

#### <sup>223</sup>Ra-hoidosta:

Daver, L. T. 2014. Radiation safety considerations for the use of <sup>223</sup>RaCl<sub>2</sub> DE in men with castration-resistant prostate cancer. Health physics, 106(4), p. 494.

Lien, L. M., Tvedt, B. & Heinrich, D. 2010. Treatment of castration-resistant prostate cancer and bone metastases with radium-223 dichloride. International Journal of Urological Nursing 9 (1), 2-13.

Nguyen, N. C. 2016. Radium-223 Therapy for Patients with Metastatic Castrate-Resistant Prostate Cancer: An Update on Literature with Case Presentation. International Journal of Molecular Imaging, 2-3.

Pasteen, C. & Lang, M. L. 2013. Radionuclide Metabolic Therapy, Section 1, 4. Special Considerations in Radiation Protection: Minimizing Exposure of Patients, Staff and Members of Public, 47.

#### <sup>177</sup>Lu-hoidosta:

Bakker, W. H., Breeman, W.A., Kwekkeboom, D. J., De Jong, L. C. & Krenning, E. P. 2006. Practical aspects of peptide receptor radionuclide therapy with [<sup>177</sup>Lu]DOTA<sub>0</sub>, Tyr<sub>3</sub> octreotate. The Quarterly Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 50(4), 216-221.

Kam, B. L. R., Teunissen, J. J. M., Krenning, E. P., de Herder, W. W., Khan, S., van Vliet E. I. & Kwekkeboom, D. J. 2012. Lutetium-labelled peptides for therapy of neuroendocrine tumours. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 39(Suppl. 1), 103-112.

Mäenpää, H. O. 2012. Sädehoito kohteeseensa lääkehoidon konstein. Suomen lääkärilehti, 6/2012, 436-437.

Täydellinen lähdeluettelo on saatavilla raportissa ja löytyy myös Theseus-verkkokirjastosta.

14

<sup>131</sup>I emittoi sekä beetasäteilyä (β<sup>-</sup>) että korkeenergistä gammasäteilyä. Radiojodin säteilyvaikutuksesta yli 90 prosenttia aiheutuu beetasäteilystä. Beetasäteilyn keuhkosädeantama on 0,4-0,8 mm ja maksimikantama 3 mm. Tämän vuoksi sen aiheuttama säteilyaltistus kilpirauhasen ulkopuolella on erittäin vähäinen, mutta säteilyaltistusta potilaan koko elimistölle ja henkilökunnalle aiheuttaa <sup>131</sup>I:n emittoima korkeenerginen gammasäteily.

<sup>131</sup>Ra emittoi alfasäteilyä, jonka kantama on niin lyhyt, ettei potilas säteile kehon ulkopuolelle. Kontaminaation estäminen onkin Xoffgo-hoitoa saavan potilaan kohdalla tärkein säteilysuojelullinen tekijä. Henkilökunnalle ja ulkopuolisille aiheutuva säteilyaltistus Xoffgo-hoitoa saavasta potilaasta on pienempi kuin esimerkiksi FDG-PET-tutkimuksessa olleesta potilaasta. Xoffgo-hoitoa saavalle potilaalle ei aseteta ihmiskontaktihin liittyviä rajoituksia. <sup>131</sup>Ra poistuu lähinnä ulosteiden mukana.

<sup>177</sup>Lu emittoi pääasiassa beetasäteilyä (β<sup>-</sup>), jonka maksimikantama kudoksessa on 2 mm. <sup>177</sup>Lu emittoi pieneltä osin myös gammasäteilyä. <sup>177</sup>Lu:n gammasäteilyn energia on pienempi kuin <sup>131</sup>I:n gammasäteilyn energia, ja näin ollen se absorboituu potilaan kehoon paremmin eikä säteile yhtä voimakkaasti kehon ulkopuolelle kuin <sup>131</sup>I. Lutetiumhoitoa saavan potilaan kohdalla noudatetaan samoja yleisiä säteilysuojeluvaroitelmia kuin radiojodihoidossa saavien potilaiden kohdalla. Potilaiden täytyy olla myös omatoimisia, sillä heidät eristetään 24 tunnin ajaksi radioaktiivisen lääkkeen antamisen jälkeen.

### Varotoimenpiteitä

- × Kontaminaationiämis
- × Säteilyhygienian noudattaminen
- × Raskaana oleville ei anneta isotooppihoitoa
- × Potilaiden on huolehdittava ehkäisystä



13

(jatkuu)



Tekijät:  
Laura Nurmela  
Heta Terämaa

Taitto:  
Tuukka Terämaa

Röntgenhoitajakoulutus 2017

