



Hoidonaikainen liike rinnan alueen vapaan hengityksen sädehoidossa

Lauri Suleva

Antti Virtanen

Opinnäytetyö
Lokakuu 2020

Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

SULEVA, LAURI & VIRTANEN, ANTTI:

Hoidonaikainen liike rinnan alueen vapaan hengityksen sädehoidossa

Opinnäytetyö 47 sivua, joista liitteitä 3 sivua

Lokakuu 2020

Potilaan hoidonaikainen liike on yksi sädehoidon kohdistumisen epävarmuustekijöistä rinnan alueen vapaan hengityksen sädehoidossa. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää vapaassa hengityksessä toteutetun rinnan alueen sädehoidon aikana tapahtuvaa potilaan hoidonaikaisen liikkeen määrää. Opinnäytetyön yhteistyökumppani, Pirkanmaan sairaanhoitopiirin sädehoitoyksikkö, voi hyödyntää tuloksia pintatunnistuslaitteen toimenpideraja-asetuksen määrittämisessä. Tarkoituksena oli kuvailla vapaassa hengityksessä toteutetun rinnan alueen sädehoidon potilaiden hoidonaikaista liikettä. Rinnan alueen sädehoidon potilaiden hoitokohteina oli sekä rinta että rinta ja solisalue.

Opinnäytetyö toteutettiin kvantitatiivisena tutkimuksena. Aineisto koostui 20 rintaa hoidettavan potilaan hoitokertojen tiedoista sekä 20 rintaa ja solisaluetta hoidettavan potilaan hoitokertojen tiedoista. Rintaa hoidettavien potilaiden hoitokertoja oli aineistossa 259. Rintaa ja solisaluetta hoidettavien potilaiden hoitokertoja oli aineistossa 404. Yhteensä aineistossa oli 663 hoitokertaa. Aineisto analysoitiin käyttäen tilastotieteellisiä menetelmiä. Aineistosta analysoitiin potilaiden hoidonaikaisen liikkeen määrää vertikaali-, longitudinaali- ja lateraalisuunnissa. Lisäksi aineistosta analysoitiin, minkä liikemäärän alapuolella hoidonaikainen kokonaisliike on pysynyt 95 % hoitokerran ajasta 95 % hoitokerroista.

Potilaiden hoitokohteen ollessa rinta, hoidonaikaisen liikkeen mediaani oli vertikaalisuunnassa 1,09 mm, longitudinaalisuunnassa 0,69 mm ja lateraalisuunnassa 0,51 mm. Raja-arvo, jonka alla 95 % hoitokerroista pysyi 95 % hoitokerran ajasta, oli 3,37 mm. Hoidonaikainen liike 95 % hoitokerroista oli suurimmillaan vertikaalisuunnassa 3,27 mm, longitudinaalisuunnassa 2,20 mm ja lateraalisuunnassa 2,45 mm. Potilaiden hoitokohteen ollessa rinta ja solisalue, hoidonaikaisen liikkeen mediaani oli vertikaalisuunnassa 1,03 mm, longitudinaalisuunnassa 1,12 mm ja lateraalisuunnassa 0,68 mm. Raja-arvo, jonka alla 95 % hoitokerroista pysyi 95 % hoitokerran ajasta, oli 3,49 mm. Hoidonaikainen liike 95 % hoitokerroista oli suurimmillaan vertikaalisuunnassa 2,83 mm, longitudinaalisuunnassa 3,28 mm ja lateraalisuunnassa 2,14 mm.

Hoidonaikaisesta liikkeestä rinnan alueen vapaan hengityksen sädehoidossa ei ole laajasti tutkimustietoa eikä sitä ole tutkittu samoin menetelmin kuin tässä opinnäytetyössä. Tutkittavien hoitokohteiden välillä ei havaittu suurta eroa hoidonaikaisen liikkeen määrässä. Tulosten mukaan opinnäytetyön yhteistyökumppanilla käytössä oleva 4 mm toimenpideraja-asetus on riittävä.

Asiasanat: hoidonaikainen liike, rinta, sädehoito, pintatunnistuslaite

ABSTRACT

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

SULEVA, LAURI & VIRTANEN ANTTI:
Intrafractional Motion in Free Breathing Breast Radiation Therapy

Bachelor's thesis 47 pages, appendices 3 pages
October 2020

The purpose of this study was to quantify the amount of intrafractional motion in free breathing breast cancer radiation therapy. Intrafractional motion is one of the uncertainty factors in radiation therapy treatment delivery. The results of the study can be used for the optimisation of motion tolerance limits in surface guided radiation therapy at Tampere University Hospital Radiation Therapy Unit.

The study was conducted with a quantitative approach. The sample consisted of 20 patients, who received radiation therapy to the breast, and 20 patients who received radiation therapy to the breast and clavicular area. In total, there were 663 fractions between these groups. Intrafractional motion was analysed in vertical, longitudinal and lateral directions. The magnitude of the isocentre deviation was examined by analysing the amount of motion that 95 % of the fractions stayed under for 95 % of the treatment time.

In both patient groups intrafractional motion was under 3,00 mm in lateral, longitudinal and vertical directions in most of the fractions. In 95 % of the fractions the magnitude of the isocentre deviation vector was 3,37 mm for patients who received radiation therapy to the breast, and 3,49 mm for patients who received radiation therapy to the breast and clavicular area.

The study shows that there are no large differences in intrafractional motion seen between the two patient groups. The findings indicate that the 4 mm motion tolerance limit for treatment delivery used in Tampere University Hospital is sufficient for free breathing breast radiation therapy.

Key words: intrafractional motion, breast, radiation therapy, surface image guided

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	RINNAN ALUEEN SÄDEHOITO	8
3	SÄDEHOIDON SUUNNITTELU	10
	3.1 Sädehoidon annossuunnittelu	10
	3.2 Sädehoitotekniikat	13
4	HOIDONAIKAINEN LIIKE	15
	4.1 Hoidonaikaisen liikkeen syyt.....	15
	4.2 Hoidonaikaisen liikkeen vaikutus sädehoitoon.....	15
	4.3 Hoidonaikaisen liikkeen määrä	16
	4.4 Baseline drift.....	17
	4.5 Hoidonaikaisen liikkeen seuranta	18
	4.6 Catalyst HD -pintatunnistuslaite.....	19
5	TAVOITE JA TARKOITUS	21
6	TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUSAINEISTO.....	22
	6.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä	22
	6.2 Tutkimusaineisto.....	23
	6.3 Aineiston keruu.....	25
	6.4 Aineiston analyysi.....	26
7	TUTKIMUSTULOKSET	29
	7.1 Potilaiden liike hoitokerran aikana	29
	7.2 Hoidonaikaisen kokonaisliikkeen määrän raja-arvo.....	30
	7.3 Hoidonaikaisen liikkeen määrän raja-arvo eri liikesuunnilla.....	32
8	POHDINTA.....	34
	8.1 Potilaiden liike hoitokerran aikana	34
	8.2 Hoidonaikaisen liikkeen määrän raja-arvot.....	36
	8.3 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	37
	8.4 Oma oppimiskokemus ja jatkotutkimusehdotukset.....	40
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	45
	Liite 1. Tiedonkeruulomake	45
	Liite 2. Hoidonaikaisen liikkeen määrä liikesuunnittain.....	46
	Liite 3. Hoidonaikaisen kokonaisliikkeen määrän raja-arvo.....	47

ERITYISSANASTO

CTV	(clinical target volume) kliininen kohdealue, joka sisältää makroskooppisen kasvaimen ja mikroskooppisen kasvaimen alueen
GTV	(gross tumor volume) makroskooppisen kasvaimen alue, jossa kasvainkudos on nähtävissä
Gy	gray, absorboituneen annoksen yksikkö
IMRT	intensiteettimuokattu sädehoito
Isosentri	pienin piste, jonka kautta säteilykeilan akseli aina kulkee
Lateraalinen	sivuttaissuuntainen
Longitudinaalinen	pituussuuntainen
Magnitude	muuttuja, joka kuvaa vertikaali-, longitudinaali- ja lateraaliliikesuunnista yhteenlaskettua hoidonaikaisen liikkeen kokonaismäärää
MLC	moniliuskakollimaattori
MU	monitoriyksikkö, hoitolaitteen annosmonitorin asetusarvon perusyksikkö
Percentile	<i>magnitude</i> -muuttujan se liikemäärä, jonka alla muuttuja on pysynyt 95 % hoitokerran ajasta
PTV	(planning target volume) suunnittelualue, joka ottaa huomioon kliinisen kohdealueen ja säteilykeilojen muutokset ja epätarkkuudet
Vertikaalinen	korkeussuuntainen
VMAT	(volumetric-modulated arc therapy) sädehoidon kaarihoitotekniikka

1 JOHDANTO

Rintasyöpä on Suomessa naisten yleisin syöpä (Joensuu & Huovinen 2013). Vuonna 2018 suomalaisilla naisilla uusia rintasyöpätapauksia löydettiin 4934 kappaletta. Rintasyöpään kuoli samana vuonna 873 naista. Rintasyövän viiden vuoden eloonjäämisluku oli 91 %. (Suomen Syöpärekisteri 2020, 25, 51.) Vuonna 2017 naisten uusista todetuista syöpätapauksista rintasyöpien osuus oli 30 % (Suomen Syöpärekisteri 2019, 5).

Sädehoito on leikkauksen ohella yksi tärkeimmistä syövän hoitomuodoista (Joensuu 2013). Nykyaikaisissa sädehoitotekniikoissa potilaan sädeannosjakaumat ovat tarkkoja, jolloin kasvainkudokseen saadaan suuri annos kuitenkin säästämällä viereistä terve kudosta. Jotta sädehoito saadaan kohdistettua tarkasti, kohdealueen sijainti on tiedettävä. Kohdealueen sijaintiin vaikuttaa useita tekijöitä, joista yksi on potilaan hoidonaikainen liike. Hoidonaikainen liike on potilaasta johuttavaa liikettä, joka tapahtuu hoitokerran aikana. Sädehoidon kohdistamisen epävarmuustekijät voivat jopa estää kuratiivisen annoksen kertymisen kohdealueelle. (Meeks, Willoghby, Langen & Kupelian 2012, 1.)

Potilaan asentoa pystytään seuraamaan hoidon aikana optisilla järjestelmillä, jotka seuraavat potilaan ihon pintaa tai potilaaseen kiinnitettyjä kohdennusmerkkejä. Optiset seurantajärjestelmät ovat parantaneet sädehoidon tarkkuutta merkittävästi. (Meeks ym. 2012, 1–6.) Kun kohdealue voidaan paikantaa tarkasti, saadaan sädehoidon asettelumarginaaleja pienennettyä ja terve kudoksen sädeannos vähenee (Kouri & Tenhunen 2013).

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata hoidonaikaisen liikkeen määrää rinnan alueen vapaan hengityksen sädehoidossa sekä löytää sellainen liikkeen määrän raja-arvo, jonka alapuolella 95 % hoitokertojen ajasta 95 % potilaista pysyi. Opinnäytetyössä selvitetään, kuinka paljon hoidonaikaista liikettä rinnan alueen vapaan hengityksen sädehoidossa ilmenee ja miten hoidonaikaisen liikkeen määrä vertautuu yhteistyötaholla käytössä olevaan pintatunnistulaitteeseen asetettuun toimenpiderajaan. Määritetyn toimenpiderajan tarkoituksena on varmistaa, että

sädehoito kohdistuu suunnitellulle alueelle. Potilaan liikkeen ylittäessä toimenpiderajan sädehoito pysähtyy. Aihe saatiin opinnäytetyön yhteistyökumppanilta, Pirkanmaan sairaanhoitopiirin sädehoitoyksiköltä.

2 RINNAN ALUEEN SÄDEHOITO

Rintasyövän sädehoito voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: kuratiiviseen- ja palliatiiviseen hoitolinjaan. Kuratiivisessa hoidossa tavoitteena on taudista parantuminen. Jotta taudista voi parantua, potilaasta tulee tuhota kaikki syöpäsolut. Kuratiivistavoitteinen hoito vaatii sen, että syöpädiagnoosi tehdään riittävän hyvissä ajoin. Palliatiivisessa hoidossa ei pyritä enää taudin parantamiseen. (Jussila, Kangas & Haltamo 2010, 20.) Palliatiivisen hoidon tarkoituksena on antaa hoitoa potilaan oireiden mukaan, kun sairaus on siinä vaiheessa, että sen etenemistä ei voida enää pysäyttää. Palliatiivisella hoidolla pyritään lievittämään potilaan oireita ja parantamaan potilaan elämänlaatua. (Palliatiivinen hoito ja saattohoito: Käypä hoito -suositus 2019.) Sädehoidolla on tärkeä rooli sekä kuratiivisessa että palliatiivisessa hoitolinjassa. Rintasyövässä kasvain pyritään poistamaan aina kirurgisesti, jos se ei ole metastasoitunut. Kirurgia onkin tärkein syövän hoitomuoto. Leikkaushoidon lisänä annettavaa hoitoa kutsutaan liitännäishoidoksi. (Jussila ym. 2010, 20–26.)

Jos mahdollista, potilaalle pyritään tekemään aina rintaa säästävä leikkaus. Jos syöpäpesäkkeet ovat levinneet laajasti, kasvain on kooltaan suuri tai potilas on aiemmin saanut sädehoitoa rinnan alueelle, rinnan säästävä leikkaus ei ole välttämättä mahdollista. (Vehmainen, 2017.) Rintaa säästävän leikkauksen eli resektion liitännäishoitona sädehoito on tärkeä, sillä uusiutumiskasvun riski on suurempi kuin mitä rinnan kokopoistossa. (Leidenius & Joensuu 2013.) Rinnan säästävä leikkaus yhdistettynä leikkauksen jälkeiseen sädehoitoon on kuitenkin yhtä turvallinen vaihtoehto, kuin rinnan kokopoisto eli masektomia. Masektomia tulee kyseeseen, jos rinnan säästävä leikkaus ei ole mahdollista tai kun potilas niin haluaa. Leikkausta edeltävästi voidaan myös tarvittaessa antaa neoadjuvanttihoitona solunsalpaajia tai hormonihoitoa. Näillä hoidoilla syöpäkasvainta pyritään pienentämään ja näin saamaan parempi lopputulos tulevilla leikkauksella. (Vehmainen 2017.)

Rintasyövän leikkauksen jälkeen liitännäishoitona annettavan sädehoidon tarkoituksena on vähentää paikallisen rintasyövän uusiutumisen mahdollisuutta. Jos potilaalle on tehty rintaa säästävä leikkaus, on sädehoito lähes aina tarpeellista.

Hoitokohteena on tällöin jäljellä oleva rinnan alue. Jos potilaan syöpä on metasta-
tasoitunut kainalon imusolmukkeisiin, on sädehoidon kohteena tapauskohtaisesti
myös kainalo, soliskuoppa ja rintalastan viereiset imusolmukkeet. (Vehmainen
2017.) Korkean uusiutumiskisrun omaaville potilaille voidaan suositella koko rin-
nan sädehoidon lisäksi myös tehosteannosta primaarikasvaimen alueella, joka
vähentää syövän paikallisuusiutumisen todennäköisyyttä (Vaalavirta & Skyttä
2019, 39).

Masektomian jälkeen sädehoitoa suositellaan, jos taudin uusiutumisen riski on
korkea. (Vehmainen 2017.) Masektomian jälkeisen sädehoidon indikaatioina ovat
kainaloon tai muihin imusolmukealueisiin levinneet metastaasit. Ihoon invasoitu-
neisiin kasvaimiin käytetään sädehoitoa, vaikka kainalometastaaseja ei ole löyty-
nyt. Yli 5 cm kokoisia kasvaimia voidaan hoitaa sädehoidolla, jos kasvaimeen
liittyy muita riskejä. (Vaalavirta & Skyttä 2019, 39–40.)

Metastasoituneen rintasyövän palliatiivista sädehoitoa annetaan luustometastaa-
seihin, oireileviin pehmytkudosmetastaaseihin ja selkäydinmetastaaseihin. Kes-
kus- ja luustohermoston metastaaseihin voidaan toteuttaa postoperatiivinen sä-
dehoito. Palliatiivista sädehoitoa voidaan harkita myös, jos potilaalla on todettu
vain yksi metastaasi. Metastaasien hoitolinjan valintaan vaikuttaa kasvaimen si-
jainti, koko ja potilaan leikkauskelpoisuus. (Tengström, Leidenius, Lahdenperä &
Vehmainen 2019, 70.)

Sädehoidon vaikutus perustuu ionisoivan säteilyn kykyyn ionisoida atomeja ja
molekyylejä, joiden kanssa se vuorovaikuttaa. Soluissa suurin osa säteilyn tuot-
tamasta vahingosta perustuu sen aiheuttamiin muutoksiin DNA-molekyylissä.
Vahinkoa syntyy myös muissakin solun osissa kuten esimerkiksi solukalvossa ja
plasmassa. DNA-vahinko voi näkyä yksittäisissä DNA-juosteissa tai kromo-
somasilla. Sädehoito on paikallista hoitoa ja sen vaikutukset ilmenevät siellä,
minne sädehoitoa on annettu. Sitä voidaan käyttää hoitomuotona yksistään sekä
liitännäishoitona muiden hoitomuotojen kanssa. (Washington & Leaver 2010, 12,
58–62.)

3 SÄDEHOIDON SUUNNITTELU

3.1 Sädehoidon annossuunnittelu

Biologisessa annossuunnittelussa tarkoituksena on määritellä sädehoidon kohdealueet, kriittiset elimet ja tehdä päätös sädehoidon fraktioinnista. Näiden määritysten tekemisestä vastaa aina sädehoitolääkäri. Määriteltäviä kohdealueita on makroskooppisen kasvaimen alue GTV, kliininen kohdealue CTV ja suunnittelualue PTV. (Jussila ym. 2010, 88–89.)

Ennen kohdealueitten määrittelyä potilaalle tehdään suunnittelukuvaus. Suunnittelukuvauksessa käytettävä kuvausasento on sama kuin tulevalla sädehoitojaksoilla oleva hoitoasento. Hoitoasennolla on suuri merkitys saavutettuun hoitovasteeseen ja tämän vuoksi on tärkeää, että hoitoasento mietitään tarkasti niin, että se on toistettavissa myös tulevilla hoitokerroilla. Hoitoasentoa päätettäessä tulee ottaa huomioon potilaan kunto sekä suunnittelukuvauslaitteen ja hoitolaitteen asettamat rajoitukset. Hoitoasennon toistettavuutta parannetaan ja hoidonaikeista liikettä vähennetään erilaisin muotein ja tuin, joita kutsutaan fiksaatiovälineiksi. Fiksaatiovälineitä käytettäessä hoitotarkkuus paranee ja virheiden mahdollisuus pienenee sekä potilaiden asettelu hoitoasentoon on teknisesti helpompaa. (Jussila ym. 2010, 82–84.)

Fiksaatiovälineet ovat erilaiset riippuen hoitokohteesta. Rinnan alueen sädehoidossa pyritään saamaan kädet tuetuksi pään yläpuolelle niin, että ne eivät ole hoitoalueella. (Jussila ym. 2010, 82–84.) Rinnan alueen sädehoidossa käytetään fiksaatiovälineitä, jossa on säädettävät käsitet, päätuki ja polvituki sekä liukueste pakaran alla onnistuneen sädehoidon mahdollistamiseksi. Kun käytetään asianmukaisia fiksaatiovälineitä, systemaattisten ja satunnaisten virheiden suuruus on 3–4 mm luokkaa. Systemaattisten ja satunnaisten virheiden suuruus tulee kuitenkin määrittää osastokohtaisesti. (National Cancer Action Team 2012, 53.)

Määriteltävistä kohdealueista GTV:llä eli makroskooppisen kasvaimen alueella, tarkoitetaan näkyvää syöpäkasvaimen aluetta, joka on löydetty joko kliinisellä tutkimuksella tai kuvantamisella. GTV sisältää aina korkeimman syöpäsolutiheyden ja GTV:tä ei pystytä määrittämään ollenkaan, jos havaittava syöpäkasvain on poistettu leikkauksessa. (Barrett, Dobbs, Morris & Roques 2009, 9; Jussila ym. 2010, 89.) Makroskooppisen kasvaimen alueen löytämiseksi käytetään useimmin moderneja kuvantamismenetelmiä, kuten CT:tä tai MRI:tä (Khan, Gibbons & Sperduto 2016, 26).

CTV eli kliininen kohdealue sisältää makroskooppisen kasvaimen alueen GTV:n, mikäli sitä ei ole leikkauksella poistettu, sekä mikroskooppisen kasvaimen alueen. CTV on alue, jonka sisällä olevat kudokset tulee tuhota taudin parantamiseksi. (Barrett ym. 2009, 10.) CTV:n määrittäminen on epätarkkaa ja tämän vuoksi GTV:n ympärille laitettavat CTV-marginaalit tulee olla riittävän suuret, jotta voidaan olla varmoja, että CTV sisältää sekä makroskooppisen, että mikroskooppisen kasvaimen (Khan ym. 2016, 26).

Suunnittelualueella eli PTV:llä, tarkoitetaan kliinistä kohdealuetta, jossa otetaan huomioon kaikki epävarmuustekijät kohdealueen ja säteilykeilan välisissä epätarkkuuksissa. Näitä epätarkkuuksia ovat mm. asettelu epätarkkuus ja kudosten sisäinen liike. (Jussila ym. 2010, 90.) GTV:n ja CTV:n sijainti voi muuttua hoidon aikana mm. asettelu epätarkkuuden, elinten fyysikaalisen liikkeen, potilaan hengittämisen ja hoidon aikaisen asennon muuttumisen vuoksi (Khan ym. 2016, 26). Potilaan liikkeessä tai elinten liikkeessä ja muuttuessa kooltaan ja muodoltaan joko hoidon aikana tai hoitokertojen välissä, myös CTV-alue voi liikkua. Jotta CTV-alue saisi tasaisen annoksen hoitojakson aikana, tulee CTV:n ympärille lisätä riittävät marginaalit. (Barrett ym. 2009, 10.)

Rinnan masektomian jälkeen adjuvanttihoitona annettavassa sädehoidossa rintakudoksesta ei löydy enää GTV:tä, sillä kaikki havaittava kasvainkudos on rinnan mukana poistettu. Tällöin CTV-alueena on koko rinta, johon lisätään PTV-marginaali. Useimmissa sädehoitoyksiköissä systemaattiseksi virheeksi raportoidaan 2–5 mm ja sen lisäksi hengitysvaihtelulle jätetään 5 mm marginaali. Tämä tarkoittaa 7–10 mm PTV-marginaalia normaalille rintasyövän sädehoidolle. Jokaisen sädehoitoyksikön tulisi kuitenkin mitata omat systemaattiset ja satunnaiset

virheet. Tarkoituksena on kohdistaa sädehoito koko rintakudokseen syvimpiä kerroksia myöten kuitenkin säästään alla olevaa lihaksistoa ja rintakehää. (Barrett ym. 2009, 271–272.)

Biologisen annossuunnittelun pohjalta luodaan fysikaalinen annossuunnitelma, jossa pyritään täyttämään biologisessa annossuunnitelmassa määritellyt kriteerit. Fysikaalinen annossuunnittelu toteutetaan käyttämällä sädehoidon annossuunnitteluohjelmaa. Hyvässä fysikaalisessa annossuunnitelmassa sädehoidon kohteena olevalle alueelle saadaan haluttu sädeannos, kohdealueen sädeannos tulisi olla mahdollisimman tasainen, sädeherkkien elinten annokset tulisi olla niin pieniä kuin mahdollisia, potilaaseen absorboituneen säteilymäärän tulisi olla mahdollisimman pieni ja sädehoitosuunnitelman tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen. (Jussila ym. 2010, 92.)

Päätöksen sädehoidon fraktioinnista tekee aina sädehoitolääkäri (Jussila ym. 2010, 88). Sädehoidon fraktioinnilla tarkoitetaan koko sädehoitojakson kokonaisannoksen jakamista pienempiin osiin, kerta-annoksiin, eli fraktioihin. Yhdellä fraktiolla tarkoitetaan yhtä hoitokertaa. Sädehoidon fraktioinnissa määritetään jokaisen kerta-annoksen suuruus ja niiden välinen aika. (STUK 1997, 67.) Normaalissa fraktioinnissa rinnan alueen sädehoidossa kokonaisannoksena on 45–50 Gy, joka jaetaan 25–28 fraktioon, jossa fraktiossa annettavan sädeannoksen määrä on 1,8–2 Gy. Hoito annetaan noin viiden viikon aikana. Toinen yleinen fraktiointimalli on hypofraktiointi, jossa 40–42,5 Gy:n kokonaisannos jaetaan 15–16 fraktioon, jolloin fraktiossa annettavan sädeannoksen määrä on noin 2,67 Gy. Hypofraktioidussa hoidossa hoitojakson pituus on noin kolme viikkoa. Näiden fraktiointimallien lisäksi voidaan kasvaimen alueelle antaa lisäsädeannoksena esimerkiksi 10–16 Gy:n sädeannos. Hypofraktioidussa sädehoidossa on havaittu olevan vastaava tai pienempi lyhyenajan ja pitkänajan haittavaikutuksien mahdollisuus, kuin normaalin fraktioinnin sädehoitojaksolla. (Blizblau, Yoo, & Horton 2016, 12.)

3.2 Sädehoitotekniikat

Konformaalisessa eli kohteenmukaisessa sädehoidossa säteily annetaan monesta eri suunnasta hoitokohteen mukaisia säteilykeiloja käyttäen. Sädekeilojen muokkaamiseksi kohdealueen mukaisiksi käytetään MLC-liuskoja eli moniliuskakollimaattoria. Moniliuskakollimaattorin ja säteilykeilojen suuntien avulla pyritään säästämään myös sädeherkkiä elimiä, jotta niiden annos jäisi mahdollisimman pieneksi. (Kouri & Tenhunen 2013; Jussila ym. 2010, 93.)

Intensiteettimuokattu sädehoito (IMRT) on yleistynyt käytettynä tekniikkana rinnan sädehoidoissa (Dumane, Kuo, Hong & Ho 2016, 100). IMRT:ssä asetetaan etukäteen halutut annosrajat kasvaimessa sekä toleranssirajat ympäröivälle terve kudokselle ja riskielimille. Intensiteettimuokatussa sädehoidossa hoitokenttien suuntien valinnalla pyritään säästämään terve kudosta ja kun hoitokohde ja terve kudokse on samassa kentässä, pystytään hoitokentän intensiteettiä muokata niin, että terve kudoksen kohdalla kentän intensiteetti on pienempi kuin hoitokohteen kohdalla. (Kouri & Tenhunen 2013.)

Rinnan sädehoidossa IMRT-tekniikalla pystytään vähentämään sydämen sekä ei hoidettavan rinnan sädeannosta verrattuna konformaaliseen sädehoitoon. Myös annosjakauma on IMRT-tekniikkaa käytettäessä tasaisempi. Näiden tekijöiden johdosta akuutit ihon haittavaikutukset ovat vähäisempiä IMRT-tekniikkaa käytettäessä. Rinnan sädehoidossa voidaan intensiteettimuokattu sädehoito toteuttaa käyttäen viistokenttiä. (Dumane ym. 2016, 100.)

Rinnan ja solisalueen sädehoito on monimutkaisempaa kuin pelkän koko rinnan sädehoito. Potilaan anatomia sekä tavoitteet kohdealueen annosjakaumalle vaikuttavat valittavaan hoitotekniikkaan. Hoidon tavoitteena on saada optimaalinen sädeannos rintaan ja paikallisiin imusolmukkeisiin sekä minimoida keuhkon ja sydämen sädeannosta. (Dumane ym. 2016, 107.)

VMAT-kaaritekniikassa (Volumetric-Modulated Arc Therapy) gantry liikkuu jatkuvasti hoidon aikana. Samoin moniliuskakollimaattorin liuskat liikkuvat ja sädeannoksen intensiteetti vaihtelee koko hoitokaaren ajan. Verrattuna normaaliin inten-

siteettimuokattuun sädehoitoon, VMAT-kaaritekniikka lyhentää hoitokerran kestoa ja vähentää monitoriyksiköiden (MU) määrää. VMAT-tekniikassa käytettyjen monitoriyksiköiden määrä on noin yksi kolmasosa verrattuna IMRT-tekniikkaan (Dumane ym. 2016, 111–113).

4 HOIDONAIKAINEN LIIKE

4.1 Hoidonaikaisen liikkeen syyt

Sädehoidon suunnittelun ja toteutuksen epävarmuustekijät voidaan jakaa kahteen luokkaan: mekaanisiin tekijöihin ja potilaaseen liittyviin tekijöihin. Mekaaniset tekijät liittyvät sädehoitolaitteistoon ja niitä ovat esimerkiksi kenttäkoon asetukset, asettelulaserien kohdistus sekä hoitopöydän muodon muutokset hoidon aikana tai pidemmän ajan kuluessa. Potilaasta johtuvia epävarmuustekijöitä hoidon oikein kohdistumiselle ovat mm. elinten liike, hoitokohteen liike, asettelupisteiden liike suhteessa sisäisiin elimiin, potilaan toistettava asettelu sekä potilaan liike hoidon aikana. (Halperin, Wazer, Perez & Brady 2013, 9–10.) Kehon sisäinen elinten liike voi olla vähäistä, ennalta-arvattavaa tai hankalasti arvioitavissa olevaa. Hengityслиike ja sydämen sykkeen aiheuttama liike toistuu säännöllisenä. (Barrett ym. 2009, 10.)

Potilaan liike hoidon aikana voi johtua esimerkiksi hengityksestä, ahdistuksesta, kivusta ja neurologisista ongelmista kuten dementiaasta (Evans, Crandley, Libby & Benedict 2013, 402–403). Potilaiden hoidonaikaisen liikkeen kontrollointi tulee olla tarkkaa, jotta saadaan haluttu sädeannos kasvaimen niin, että terve kudoksen saama sädeannos pidetään minimissään. Jotta potilas pysyisi mahdollisimman hyvin paikallaan tulee potilas fiksoida hoidon ajaksi huolellisesti. Myös potilaalle hoidon kulun kertomisesta ja potilaan valmistamisesta psykologisesti hoitoon on merkittävästi hyötyä, että potilas pysyisi liikkumatta hoidon aikana. (Halperin ym. 2013, 10.)

4.2 Hoidonaikaisen liikkeen vaikutus sädehoitoon

Potilaan liike vaikuttaa negatiivisesti ulkoisen sädehoidon laatuun (Halperin ym. 2013, 10). Jos hoidonaikainen liike on suurta, voi CTV-alueen sisälle jäädä alueita, joissa sädeannos jää vajaaksi. Annettaessa sädehoitoa vain osaan rintaa (Accelerated Partial Breast Irradiation), 5 mm on suurimmassa osassa tapauksia

riittävä PTV-marginaali CTV:n ympärillä. Hoidonaikaisen liikkeen hallintaan ja minimointiin käytettävät tekniikat voivat auttaa CTV-alueen riittävän sädeannoksen saamiseksi. (Yue ym. 2007, 2799.)

Mitä suurempaa potilaan hengityksestä johtuva liike on hoidon aikana, sitä suurempi on PTV-alueen saaman sädeannoksen heterogeenisyys. Myös sydämen ja keuhkojen saama sädeannos kasvaa liikkeen kasvaessa. Koska intensiteetti-muokatussa sädehoidossa moniliuskakollimaattori ei reagoi hengityслиikkeen vaikutukseen, suunniteltu annos ja toteutunut annos ovat hieman erilaiset. Tämä annosten ero kasvaa hengityслиikkeen ollessa suurta. Annosten ero ei ole kuitenkaan merkittävä ja suurempi syy annosjakauman heikentymiselle on tarvittavan PTV-marginaalin lisääminen, joka ottaa huomioon hengityслиikkeen. (George ym. 2003, 561.)

4.3 Hoidonaikaisen liikkeen määrä

Reitzin ym. (2018, 2) tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää hoidonaikaisen liikkeen mahdolliset epävarmuudet rinnan alueen sädehoidossa. Tutkimuksessa analysoitiin 104 potilaan hoitokertojen hoidonaikaiset liikkeet, jotka oli kerätty pintatunnistuslaitteella. Tutkimuksessa havaittiin, että potilaiden isosentripisteen poikkeaman mediaani koko hoitotaksilla oli 2,03 mm. Lateraalisuunnan hoidonaikaisen liikkeen määrän mediaani oli -0,25 mm, longitudinaalisuunnassa mediaani oli 0,45 mm ja vertikaalisuunnassa 1,07 mm. Säteilyn ollessa päällä poikkeaman määrä oli 99 % ajasta alle 4,45 mm. Suurimman osan ajasta potilaiden liikkeet eri suunnissa pysyivät PTV-marginaalien sisäpuolella. (Reitz ym. 2018, 2–7.)

Wiantin ym. (2014, 148) tutkimuksessa tutkittiin pintatunnistuslaite AlignRT:n tuottamaa tietoa potilaiden liikkeestä. Tutkimuksessa tarkkailtiin 30:tä vapaan hengityksen sädehoitopotilaan keskimääräisiä liikkeitä ja kiertoja pintatunnistuslaitteella. Tuloksissa todettiin, että 5 mm liikkeen toleranssirajaa käytettäessä potilaat olivat keskimäärin 5 % monitorointiajasta sen ulkopuolella. 2 mm toleranssirajaa käytettäessä potilaat olivat keskimäärin 34 % monitorointiajasta tolerans-

sirajan ulkopuolella. Tutkimustuloksista nähdään myös, että potilaat pysyivät suurimman osan ajasta per hoitokerta 5 mm päässä isosentripisteestä. Potilaan asennon muutoksen todettiin kasvavan hoitokerran pituuden kasvaessa ja hoitokerran pituus tulisi ottaa huomioon hoitoa suunniteltaessa. (Wiant ym. 2014, 148, 153–156.)

Hattelin ym. (2019, 42) tutkimuksessa rinnan alueen vapaan hengityksen sädehoitopotilaiden hoidonaikainen liike pysyi lähellä nollaa ja vain pieni osa liikehavainnoista ylitti 3 mm kaikissa kolmessa suunnassa, jotka olivat pysty-, korkeus- ja sivusuunta. Hoidonaikainen liike oli hyvin vähäistä sen ollessa keskimäärin 1,1 mm isosentristä (Hattel ym. 2019, 44).

4.4 Baseline drift

Hengitykliikettä kuvaavan käyrän perustason muutoksesta käytetään termiä *baseline drift*. *Baseline drift* saattaa aiheutua potilaan rentoutumisesta sädehoidon aikana tai hengitystekniikan muutoksesta. Potilaat voivat myös rentouttaa tai supistaa lihaksia, jotka muuttavat mittauksen kohteena olevan ihon pinnan korkeutta. (Rietzel, Pan & Chen 2005, 884.)

Jensen, Acosta Roa, Lund ja Frengen (2017, 867) mittasivat tutkimuksessaan hengityksen perustason muutosta ja sen ilmenemistä rinnan alueen sädehoidossa vapaassa hengityksessä. Mittaamiseen he käyttivät kehittämänsä laserjärjestelmää, joka mittasi etäisyyttä yksiulotteisesti AP-suunnassa. Hengityksen perustason muutoksen keskiarvo oli 1,3 mm posterioriseen suuntaan. Ensimmäisen hoitokerran aikana hengityksen perustasossa ei tapahtunut havaittavaa muutosta, mutta jo toisessa hoitokerrassa muutos oli havaittavissa. Muutos hengityksen perustasossa tapahtui lähes aina hoitokerran alussa, ensimmäisen kolmen minuutin aikana, jonka jälkeen taso vakiintui loppuhoitokerran ajaksi. Hengityksen perustason yli 5 mm poikkeamaa löydettiin vain 4,3 %:ssa hoitokertoja. Hengityksen perustason muutoksesta johtuva hoidonaikainen liike tulisi ottaa huomioon hoitomarginaaleja tehdessä. (Jensen ym. 2017, 868–872.)

Samaan tapaan Ricotti ym. (2016, 79) totesivat tutkimuksessaan, että hengityksestä johtuva liike oli alle 2 mm ja hengityksen perustason muutos oli suurempi vaikuttava epävarmuustekijä rinnan alueen sädehoidossa. Suurinta muutos oli posteriorisessa ja inferiorisessa suunnassa ja tason muutos tapahtui ensimmäisen kahdeksan minuutin aikana hoitokerran alusta. Hengityksen perustason muutoksen mediaani oli 12 minuutin kohdalla longitudinaalisuunnassa -0,4 mm ja vertikaalisuunnassa -1,9 mm. (Ricotti ym. 2016, 84–85.)

4.5 Hoidonaikaisen liikkeen seuranta

Hoidonaikaisen liikkeen vähentämiseksi on kehitetty erilaisia välineitä, kuten fiksaatiovälineitä. Ennen hoidon aloittamista potilaasta on perinteisesti otettu ortogonaaliset eli toisiinsa nähden kohtisuorat kV-kuvat tai kartiokeila-TT-kuvat hoidon kohdistumisen varmistamiseksi. Nämä keinot varmistavat kuitenkin vain hoitokertojen välisten epävarmuuksien minimoimisen ja eivät huomioi hoidonaikaisia epävarmuustekijöitä. Kuvantamista voidaan tehdä myös jaksottaisesti hoidon aikana käyttämällä MV-kuvantamista tai kV-läpivalaisua, mutta nämä aiheuttavat ylimääräistä sädeannosta ja hidastavat hoidon antamista. (Hoisak & Pawlicki 2018, 185.)

Potilaan jatkuva monitorointi hoidon aikana voi vähentää hoidonaikaisesta liikkeestä johtuvaa kohteen paikantamisen epävarmuutta ja vähentää potilaan asettelutarkkuuden epävarmuutta hoitokertojen välillä. Potilaiden asettelun helpottamisen, ionisoivan säteilyn käytön vähentämisen, säteilyannoksen vähentämisen ja potilaan hoidonaikaisen asennon monitoroinnin vuoksi on kehitetty laitteita, jotka eivät käytä ionisoivaa säteilyä. (Hoisak & Pawlicki 2018, 186) Pienetkin potilaan asennon muutokset hoidon aikana ja asettelussa voivat siirtää sädeannosta kohti terve kudosta ja näin ollen nostaa komplikaatioiden mahdollisuutta. Sen lisäksi kasvaimen annos saattaa jäädä vajaaksi. (Soufi & Arimura 2017, 238.)

Hoidonaikaisen liikkeen seurannassa ja potilaan asettelussa pintatunnistuslaitteella havaitaan virheet potilaiden asennossa arvioimalla siirtymiä potilaan pin-

nan koordinaateissa. Näitä koordinaatteja verrataan suunnitteluvaiheessa otettuun CT-referenssikuvaan sekä pintatunnistuslaitteen ottamiin pintakuviin. (Soufi & Arimura 2017, 238.)

Pintatunnistuslaitteella voidaan seurata potilaan hoidonaikaista liikettä eri suunnissa kolmiulotteisesti. Potilaan liikettä voidaan myös seurata suhteessa isosentriin. (Reitz ym. 2018, 5.) Pintatunnistuslaite mahdollistaa sädehoidon kohdistamisen epävarmuustekijöiden minimoimisen ja sen avulla voi olla mahdollista säävuttaa pienemmät kohdemarginaalit ja vähentää terve kudoksen saamaa annosta. Pintatunnistuslaite vähentää hoitojen välisen potilaan asettelun epävarmuutta ja sitä voidaan käyttää hengitystahdistettujen hoitojen suorittamiseen. (Hoisak & Pawlicki 2018, 186.)

Pintatunnistuslaitteen toiminta perustuu siihen, että potilaan pintaan heijastetaan valonsäteitä. Potilaan pinnasta heijastuva valo havaitaan hoituhuoneeseen asennetuilla kameroilla. Havaitusta heijastuneesta valosta saadaan muodostettua potilaan pinnasta 3D-kuva. Pintatunnistuslaitteen suurimmat hyödyt verrattuna perinteiseen hoidon kohdistamiseen ja monitorointiin, on sen kyky monitoroida potilaan liikettä hoidonaikaisesti sekä se, että se ei käytä ionisoivaa säteilyä eikä näin ollen aiheuta potilaalle ylimääräistä sädeannosta. (Soufi & Arimura 2017, 238.)

4.6 Catalyst HD -pintatunnistuslaite

Catalyst HD -pintatunnistuslaitetta voi käyttää sekä potilaan toistettavaan tarkkaan asetteluun hoitopöydälle ennen hoidon aloittamista että potilaan jatkuvaan monitorointiin hoidon aikana. Catalyst HD -järjestelmä antaa reaaliaikaista informaatiota potilaan asennosta ja tarvittavista siirroksista verrattuna potilaasta otettuun referenssipintaan. Hoidonaikaisen liikkeen reaaliaikaisessa monitoroinnissa järjestelmä raportoi liikkeestä eri suuntien deviaatioina. Catalyst HD -pintatunnistuslaite ei vaadi erillisten merkkien asettamista potilaan ihon pinnalle tai hoitopöytään eikä se käytä ionisoivaa säteilyä. Catalyst HD -järjestelmässä on käytävissä kolme eri moduulia; cPosition, cMotion ja cRespiration. CPosition mahdollistaa potilaan asettelun hoitopöydälle oikeaan hoitoasentoon, cMotion potilaan

hoidonaikaisen liikkeen seurannan sekä cRespiration hengitystahdistettujen hoitojen toteuttamisen. (C-RAD Positioning AB 2018.)

Potilaan hoidon suunnittelun yhteydessä muodostettu hoitosuunnitelma voidaan siirtää Catalyst HD -järjestelmään. CT-kuvasta saatu potilaan referenssipinta mahdollistaa potilaan asettelun. Potilaasta voidaan ottaa myös uusi referenssipinta Catalyst HD -järjestelmällä. Potilaan todellista pintaa verrataan laitteessa olevaan referenssipintaan ja laite neuvoo potilaan siirrostensa tekemisessä. Hoidon aikana on tärkeää, että potilaan asento pysyy samana. CMotion seuraa potilaan hoidonaikaista liikettä ja varoittaa, jos potilas liikkuu yli määritettyjen toimenpideraja-asetusten. (C-RAD Positioning AB 2018.)

5 TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää vapaassa hengityksessä toteutetun rinnan alueen sädehoidon aikana tapahtuvaa potilaan hoidonaikaisen liikkeen määrää, jota yhteistyökumppani voi hyödyntää Catalyst HD -pintatunnistulaitteen toimipideraja-asetusten määrittämisessä. Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvailla vapaassa hengityksessä toteutetun rinnan alueen sädehoidon potilaiden hoidonai-kaista liikettä.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

- Kuinka paljon potilaat liikkuvat hoitokertojen aikana?
- Mikä on potilaiden hoidonaikaisen liikkeen määrän raja eri liikesuunnissa, jonka alapuolella 95 % hoitokerroista pysyy?
- Mikä on hoidonaikaisen kokonaisliikkeen määrän raja, jonka alapuolella potilaat pysyvät 95 % hoitokerran ajasta 95 %:ssa hoitokerroista?

6 TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUSAINEISTO

6.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä

Kvantitatiivisella tutkimusmenetelmällä tarkoitetaan menetelmää, jossa aineisto on numeerista ja tutkittavia asioita sekä niiden ominaisuuksia tarkastellaan numeroiden avulla (Vilkkä 2007, 14). Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä vastaa mm. kysymyksiin mikä, missä, kuinka paljon ja kuinka usein? Tutkimuksen tuloksia voidaan esittää havainnollistavasti sekä kuvioin että taulukoin. Kuvaileva tutkimus liittyy usein osana miltei jokaiseen tutkimukseen ja se on empiirisen tutkimuksen perusmuoto. Vaatimuksena on laaja aineisto ja tärkeää on mittausten luotettavuus ja tarkkuus sekä tulosten yleistettävyyden. Aineistoon tai tutkimukseen tarvittavat tiedot on mahdollista hankkia esimerkiksi valmiista tilastoista, rekistereistä, tietokannoista tai sitten tiedot kerätään itse. (Heikkilä 2014, 13–16, 176–177.) Tässä opinnäytetyössä käsitellään aineistoa, joka koostuu pelkästään numeerisesta datasta, joten kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä oli luonnollinen valinta.

Kokonaistutkimukseen päädytään, jos perusjoukko on pieni. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa pieni perusjoukko tarkoittaa aineistoa, jossa joukon koko on alle 100. Jos perusjoukko on kovin suuri, käytetään usein otantatutkimusta. Otantamenetelmiä on useita erilaisia. Otantamenetelmän valitsemiseen vaikuttaa mm. tutkimuksen tavoitteet, kuten mitä tietoa halutaan ja mitä tiedolla halutaan tehdä. Jos tutkittavat valitaan muuten, kuin todennäköisyysotannalla, kutsutaan valittua joukkoa näytteeksi. Näytteet valitaan harkinnanvaraisesti niin, että se edustaisi perusjoukkoa mahdollisimman kattavasti ominaisuuksiltaan. (Heikkilä 2014, 30–34.)

Tässä opinnäytetyössä aineistona on harkinnanvarainen näyte. Aineisto kerättiin harkitusti opinnäytetyön tavoitteiden pohjalta valmiiksi olemassa olevasta tietokannasta sädehoitoyksikön työntekijöiden toimesta. Tietokanta sisälsi kaikki kyseisessä sädehoitoyksikössä Catalyst HD -pintatunnistuslaitteen avulla toteutetut potilaiden hoitokerrat. Aineiston eli näytteen tuli sisältää vain sellaisten potilaiden

hoitajaksojen tietoja, joissa sädehoidon kohdealueena oli rinta tai rinta ja solisalue ja hoito oli toteutettu vapaassa hengityksessä. Potilaille oli tehty rinnan osa- tai kokopoisto. Lisäksi aineistoon ei valittu hoitajaksoja, joissa hoitokertojen tiedot olivat jakautuneet useampaan tiedostoon uuden hoitopinnan ottamisen vuoksi. Harkinnanvaraisessa näytteessä aineistoon voidaan poimia sellaisia tilastoyksiköitä, jotka ovat helposti saatavilla (Nummenmaa, Holopainen & Pulkkinen 2014, 33). Opinnäytetyön aineisto kerättiin siten, että keruuhetkestä taaksepäin viimeisimmät opinnäytetyön aineiston sisäänottokriteerien täyttämät tilastoyksiköt valittiin näytteeseen.

6.2 Tutkimusaineisto

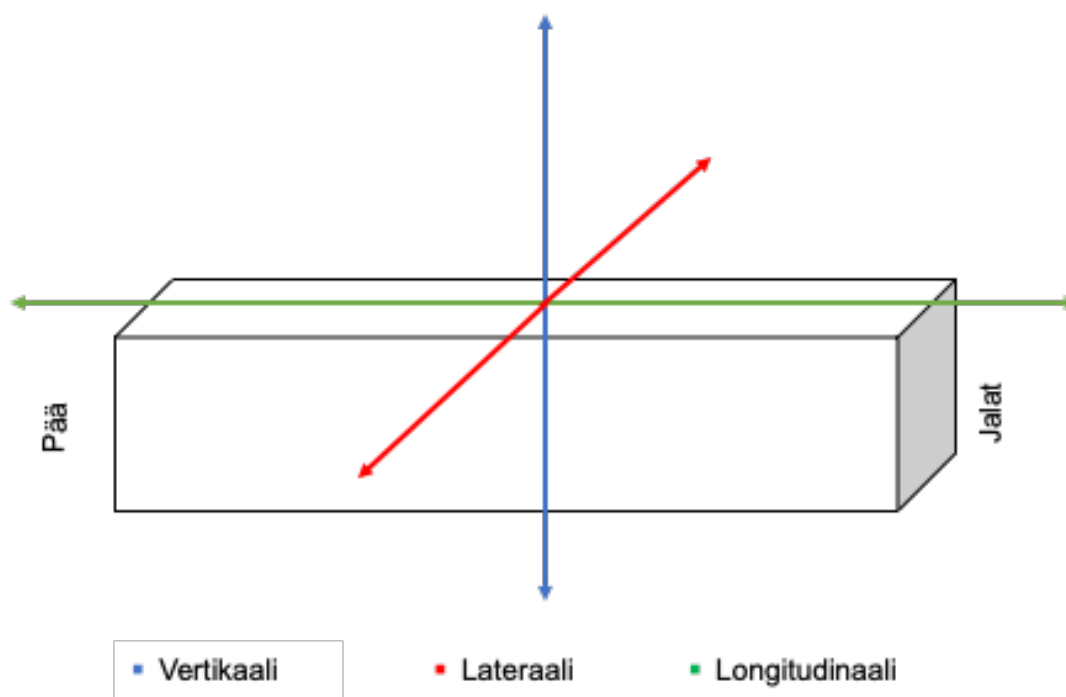
Opinnäytetyön aineistoon kerättiin 40 rinnan alueen vapaan hengityksen sädehoitopotilaiden hoidonaikaisen liikkeen tiedot. Potilaista 20:llä hoitoalueena oli koko rinta ja 20:llä hoitoalueena oli rinta sekä solisalue. Potilailla, joilla hoitoalueena oli koko rinta, hoitokertoja oli yhteensä 259. Potilailla, joilla hoitokohteena oli rinta sekä solisalue, hoitokertoja oli yhteensä 405. Yhteensä aineisto sisälsi 664 hoitokertaa. (taulukko 1.) Aineistosta poistettiin yksi rinnan ja solisalueen hoitokerta, koska sen katsottiin yhdessä yhteistyökumppanin kanssa sisältävän liikettä, joka ei ollut hoidon aikaista tai potilaasta johtuvaa. Jos hoitokertaa ei olisi poistettu se olisi vääristänyt tutkimustuloksia. Poiston jälkeen rinnan ja solisalueen hoitokertoja oli aineistossa 404. Jos pintatunnistulaitteen seuranta ei keskeytetä hoidon jälkeen heti, voi hoitokerran liikedataan rekisteröityä mm. liikettä hoitopöydän siirtämisestä. Näin ollen lopullisessa aineistossa oli 663 (n) hoitokertaa. Tutkimusaineistoon valittiin sekä vasempaan että oikeaan rintaan kohdistuvia hoitajaksoja.

TAULUKKO 1. Tutkimusaineistoon valittujen potilaiden ja hoitokertojen määrät

	Potilaat	Hoitokohde	Hoitokertojen määrä potilasta kohden	Hoitokerrat yhteensä
	20	Rinta	9–16	259
	20	Rinta ja solisalue	11–26	404
Yhteensä	40			663

Hoitokertojen määrä potilasta kohden vaihtelee suuresti sen vuoksi, että osa potilaiden hoitokerroista on voitu tehdä toisella hoitokoneella esimerkiksi hoitokoneen huoltotaukojen vuoksi tai pintatunnistuslaitteen toimenpiderajat ovat hoitokertojen aikana ylittyneet pysyvästi. Kun hoito on tehty toisella hoitokoneella, ei käytössä ole ollut Catalyst HD -pintatunnistuslaitetta ja näin ollen näistä hoitokerroista ei ole saatu tietoa potilaan hoidon aikaisesta liikkeestä.

Tutkimusaineisto kerättiin sädehoitoyksikön yhdeltä hoitokoneelta, jolla on käytössä Catalyst HD -pintatunnistuslaite. Potilaat aseteltiin hoitopöydälle selinmaakuulle hoitoasentoon käyttäen Catalyst HD -pintatunnistuslaitetta. Fiksaatiovälineenä käytettiin SaBella Flex™ -rintatelinettä. Hoidon aikaisesta liikkeestä saatiin tietoa sädehoidon aikana vertikaali-, lateraali- ja longitudinaalisuunnista, joissa yksikkönä oli senttimetri. Kierrosta, kallistuksesta ja rollista tietoa saatiin astelukina. Tässä opinnäytetyössä hyödynnettiin kuitenkin vain vertikaali-, lateraali- ja longitudinaalisuuntien liikemäärien tietoja (kuva 1).



KUVA 1. Vertikaali-, lateraali- ja longitudinaalisuunnat

Tutkimusaineistoon valittujen potilaiden hoitokausien tuli olla yhtäjaksoisia. Kaikki hoitokerrat toteutettiin niin, että kesken hoitokerran potilaasta ei otettu uutta referenssipintaa Catalyst HD -pintatunnistuslaitteella. Jos potilaasta joudutaan ottamaan uusi referenssipinta kesken hoitokerran, Catalyst HD -pintatunnistuslaite tuo tietokantaansa hoidon tiedot eri tiedostoon, kuin ennen uuden referenssipinnan ottamista tuodut tiedot. Kun hoitokerta jakautuu eri tiedostoihin, on tietojen yhdistäminen ja analysoiminen haastavaa.

6.3 Aineiston keruu

Aineiston keruuta varten opinnäytetyön tekijät suunnittelivat tiedonkeruulomakkeen (liite 1). Tiedonkeruulomake tehtiin yhteistyökumppanilta saadun malliaineiston pohjalta, josta selvisi mitä tietoja Catalyst HD -pintatunnistuslaite kerää jokaiselta hoitokerralta. Opinnäytetyön aineisto sisälsi tietoa potilaiden hoidon aikaisesta liikkeestä eri suunnissa, hoitokertojen pituudet sekä tiedon siitä, minkä liikemäärän alla 95 % hoitokerran ajasta kukin hoitokerta oli pysynyt. Eri suunnat, joita aineisto sisälsi, olivat vertikaali-, lateraali- longitudinaali-, kierto-, kallistus- ja roll-suunnat. Lisäksi aineisto sisälsi vertikaali-, lateraali- ja longitudinaalisuuntien

liikemäärien yhteen lasketun deviaation. Tiedonkeruulomaketta muokattiin opinnäytetyön tekijöiden toimesta myöhemmin vastaamaan tarkemmin sitä, mitä Catalyst HD:n tuottamasta datasta saatiin kerättyä. Catalyst HD -pintatunnistuslaite tallensi automaattisesti jokaisesta hoitokerrasta tiedot potilaan hoidon aikaisesta liikkeestä normaalia laadunvarmistustoimintaa varten. Opinnäytetyössä käsitellyt potilaiden hoitokerrat toteutuivat syksyn 2019 ja kevään 2020 aikana. Maaliskuussa 2020 opinnäytetyön aineisto otettiin Catalyst HD -tietokannasta sädehoitoyksikön työntekijöiden toimesta retrospektiivisesti.

Aineiston raakadata sisälsi alun perin liikemäärät jokaiselta keräyspisteeltä, mutta sädehoitoyksikön fyysikon tekemällä ohjelmistolla raakadatasta laskettiin jokaiselta hoitokerralta jokaisen liikesuunnan keskiarvot ja keskihajonnat sekä hoitokertojen pituudet. Raakadatan esikäsittelyn teki sädehoitoyksikön sairaalafyysikko. Aineistossa oli valmiiksi laskettuna jokaisen hoitokerran lopun liikepoikkeaman keskiarvon sekä hoitokerran alun liikepoikkeaman keskiarvon erotus, jota tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan *baseline driftinä*. Hoitokerran aluksi laskettiin hoitokerran ensimmäiset 15 sekuntia ja hoitokerran loppuksi viimeiset 15 sekuntia.

6.4 Aineiston analyysi

Aineiston eri muuttujissa oleva tieto voidaan esittää tunnusluvuilla, jotka kuvaavat muuttujaa hyvin. Tunnuslukujen avulla aineiston tieto saadaan tiiviimpään muotoon, vaikka osa informaatiosta häviääkin. Tunnuslukuja valittaessa on aina varmistettava, että ne ovat mielekkäitä kuvaamaan tiettyä muuttujaa. Valintaan vaikuttaa mm. se mikä on muuttujan mitta-asteikko. Tunnuslukuihin kuuluvat sijaintia kuvaavat tunnusluvut eli sijaintiluvut sekä hajontaluvut, jotka kuvaavat muuttujan arvojen vaihtelua. (Heikkilä 2014, 82–83.) Tämän opinnäytetyön muuttujien kuvaamiseen käytettiin sijaintilukuina keskiarvoa ja mediaania sekä hajontaluvuista keskihajontaa ja vaihteluväliä. Keskiarvo saadaan laskemalla muuttujat yhteen ja jakamalla tulos muuttujien lukumäärällä. Mediaani kuvaa muuttujien keskimmäistä lukuarvoa, kun muuttujat on aseteltu suuruusjärjestykseen. Keskihajonta kuvaa arvojen hajontaa keskiarvon ympärillä ja vaihteluväli kertoo muuttujien pienimmän ja suurimman arvon. (Heikkilä 2014, 83–86.)

Potilaiden liikkeen määrää hoitokerran aikana analysoitiin tutkimalla vertikaali-, lateraali- ja longitudinaalisuunnan liikettä erikseen. Potilaan liikkeen määrää analysoitiin ottamalla huomioon hoitokerran aikana tapahtunut *baseline drift* sekä kyseisen suunnan liikemäärän keskihajonta (SD) sekä hengityksestä johtuva satunnainen liike. Potilaan liikkeen määrä hoitokerran aikana vertikaali- ja longitudinaalisuunnassa laskettiin kaavalla (1),

$$\text{Liikemäärä (VRT, LNG)} = \text{Baseline drift} + 1,4 \cdot \text{SD} \quad (1)$$

jossa *baseline driftiin* lisättiin $1,4 \cdot$ keskihajonta (Aula 2020).

Keskihajontana käytettiin jokaisen hoitokerran kyseisellä suunnalla ollutta omaa keskihajontaa. Kerroin 1,4 saadaan, kun oletetaan, että satunnainen liike on hengityksestä johtuvaa sinimuotoista signaalia (Aula 2020). Hengitysliikkeen amplitudiksi voidaan arvioida noin $1,4 \cdot \text{SD}$ sillä sinimuotoisen signaalin huipusta huippuun arvo on $2 \cdot \sqrt{2} \cdot \text{SD}$, joka on pyöristettynä $2,8 \cdot \text{SD}$. Sinimuotoisen signaalin amplitudi on puolet huipusta huippuun arvosta eli $1,4 \cdot \text{SD}$. (Smith 1997.) *Baseline driftillä* tarkoitetaan hengityksen perustason muutosta hoitokerran aikana. *Baseline drift* on opinnäytetyön aineistossa laskettu hoitokertakohtaisesti jokaiselta suunnalta erikseen vähentämällä hoitokerran viimeisen 15 sekunnin liikemäärän keskiarvosta hoitokerran ensimmäisten 15 sekunnin liikemäärän keskiarvo.

Lateraalisuunnan liikemäärän analysoinnissa ei otettu huomioon hengityksestä johtuvaa satunnaista liikettä, koska tässä opinnäytetyössä hengityksestä johtuvan liikkeen oletettiin olevan minimaalista lateraalisuunnassa. Lateraalisuunnan liikemäärä laskettiin kaavalla (2),

$$\text{Liikemäärä (LAT)} = \text{Baseline drift} + \text{SD} \quad (2)$$

jossa otettiin huomioon *baseline drift* ja lisäämällä siihen kyseisen hoitokerran ja kyseisen liikesuunnan keskihajonta. (Aula 2020.)

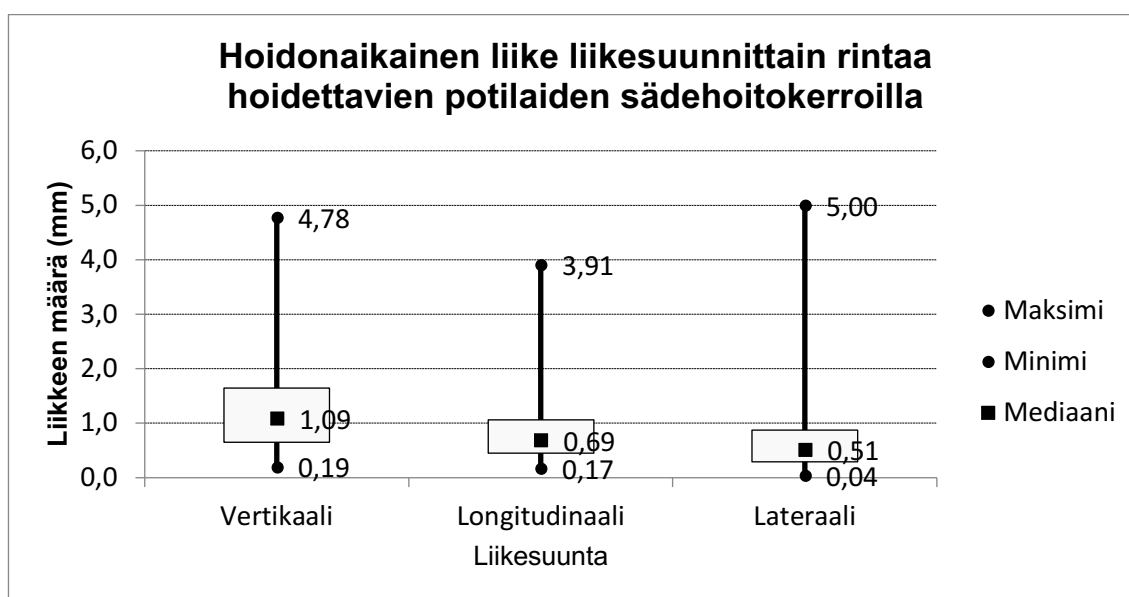
Catalyst HD -pintatunnistuslaitteen toimenpideraja-asetus määritetään kaikkien liikesuuntien yhteenlaskettuna liikkeen kokonaismääränä. Toimenpideraja-asetuksella tarkoitetaan rajaa, jonka ylittyessä hoito keskeytyy. Liikkeen rajaa, jonka alla 95 % potilaiden hoitoajasta 95 % potilasjoukon hoitokerroista on pysynyt, analysoitiin laittamalla jokainen hoitokerta suuruusjärjestykseen ja analysoimalla suurinta lukua muuttujan *percentile* kohdalta. *Magnitude*-muuttuja kuvaa eri liikesuunnista yhteenlaskettua liikkeen kokonaismäärää. *Percentile*-muuttuja laskee suoraan aineiston *magnitude*-muuttujasta sen liikemäärän, jonka alla potilaan jokaisen liikesuunnan yhteenlasketun liikemäärän deviaatio on pysynyt 95 % hoitokerran ajasta. Koko potilasjoukosta on poistettu suurimmat 5 % liikemäärän arvoista, jolloin saadaan tässä opinnäytetyössä tarkoitettu liikkeen määrän raja.

Liikkeen määrän rajaa tutkittiin myös erikseen lateraali-, vertikaali-, ja longitudinaalisuunnissa. Liikemäärän rajaa analysoitiin laittamalla edellä mainitulla tavalla laskettujen eri liikesuuntien liikemäärien arvot suuruusjärjestykseen. Tämän jälkeen jokaiselta liikesuunnalta laskettiin liikemäärän raja, jonka alla 95 % hoitokerroista on pysynyt koko hoitokerran ajan. Toisin kuin *magnitude*-muuttujaa analysoidessa, eri liikesuuntien raja-arvoissa ei ole otettu huomioon sitä liikemäärän rajaa, jonka alla liike on pysynyt 95 % hoitokerran ajasta, sillä sitä tietoa ei ollut saatavilla aineistossa.

7 TUTKIMUSTULOKSET

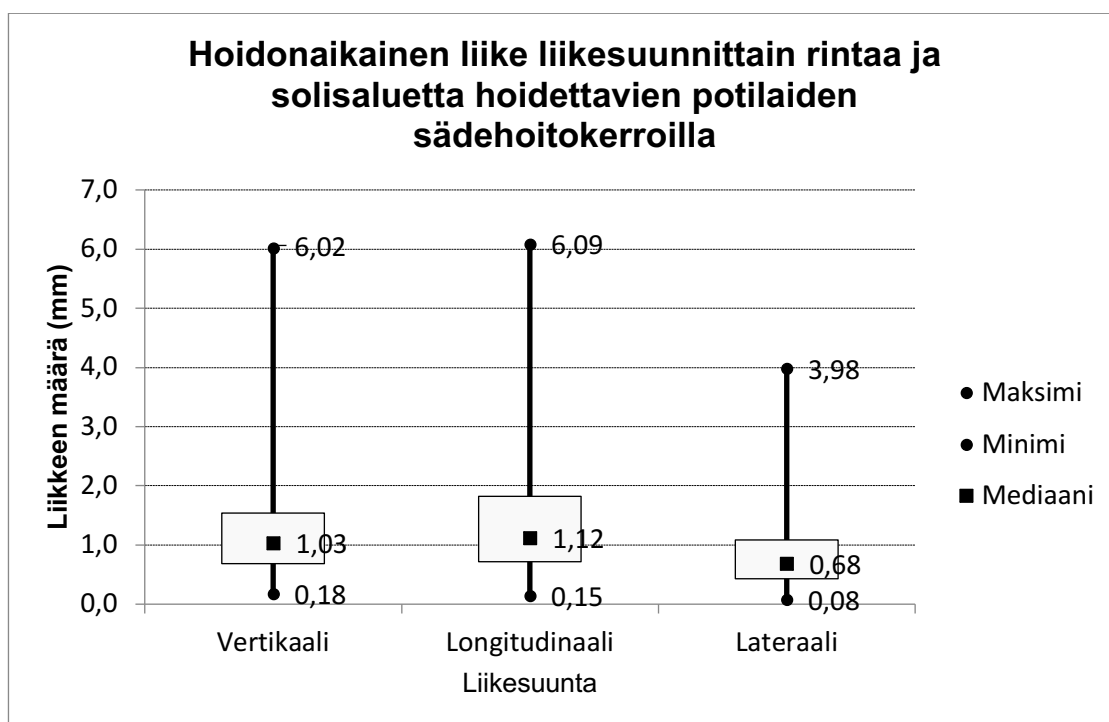
7.1 Potilaiden liike hoitokerran aikana

Potilailla, joilla sädehoidon kohteena oli koko rinta, hoidonaikaisen liikkeen mediaani oli vertikaalisuunnassa 1,09 mm, longitudinaalisuunnassa 0,69 mm ja lateraalisuunnassa 0,51 mm. Liikkeen määrän vaihteluväli oli näillä potilailla vertikaalisuunnassa 0,19 mm - 4,78 mm, longitudinaalisuunnassa 0,17 mm - 3,91 mm ja lateraalisuunnassa 0,04 mm - 5,00 mm. (kuvio 1; liite 2, taulukko 1.)



KUVIO 1. Hoidonaikainen liike liikesuunnittain rintaa hoidettavien potilaiden sädehoitokerroilla (f=259)

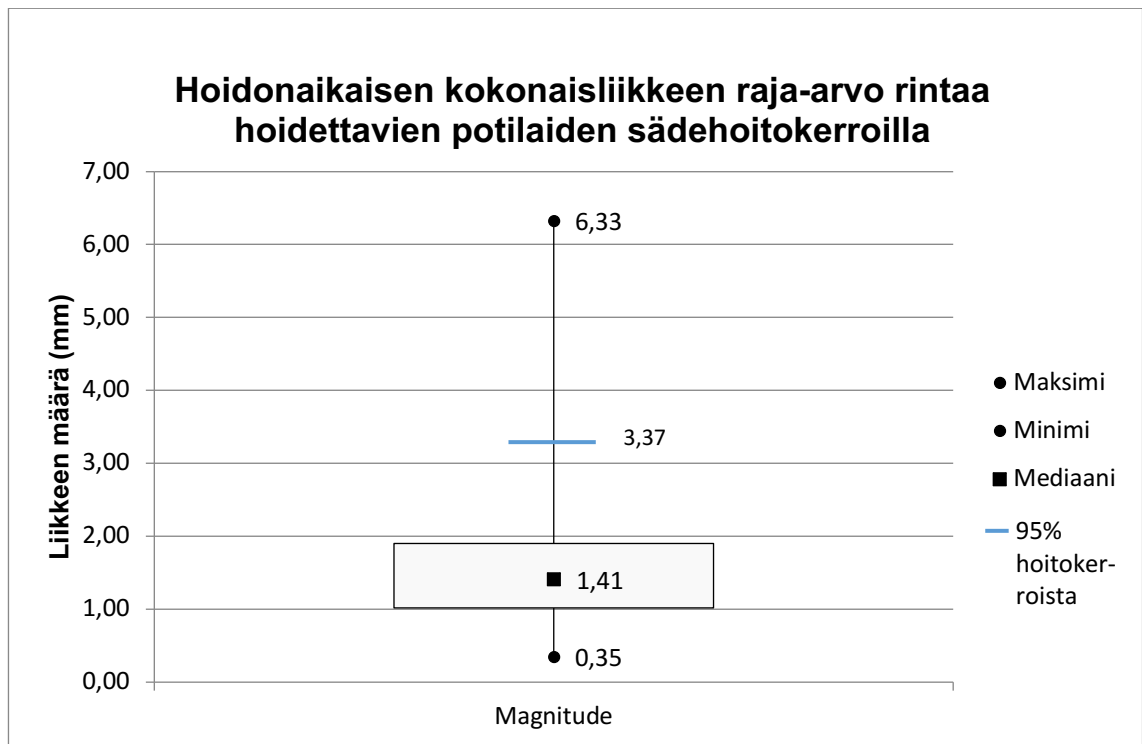
Potilailla, joilla sädehoidon kohteena oli rinta sekä solisalue, hoidonaikaisen liikkeen mediaani oli vertikaalisuunnassa 1,03 mm, longitudinaalisuunnassa 1,12 mm ja lateraalisuunnassa 0,68 mm. Liikkeen määrän vaihteluväli oli näillä potilailla vertikaalisuunnassa 0,18 mm - 6,02 mm, longitudinaalisuunnassa 0,15 mm - 6,09 mm ja lateraalisuunnassa 0,08 mm - 3,98 mm. (kuvio 2; liite 2, taulukko 2.)



KUVIO 2. Hoidonaikainen liike liikesuunnittain rintaa ja solisaluetta hoidettavien potilaiden sädehoitokerroilla (f=404)

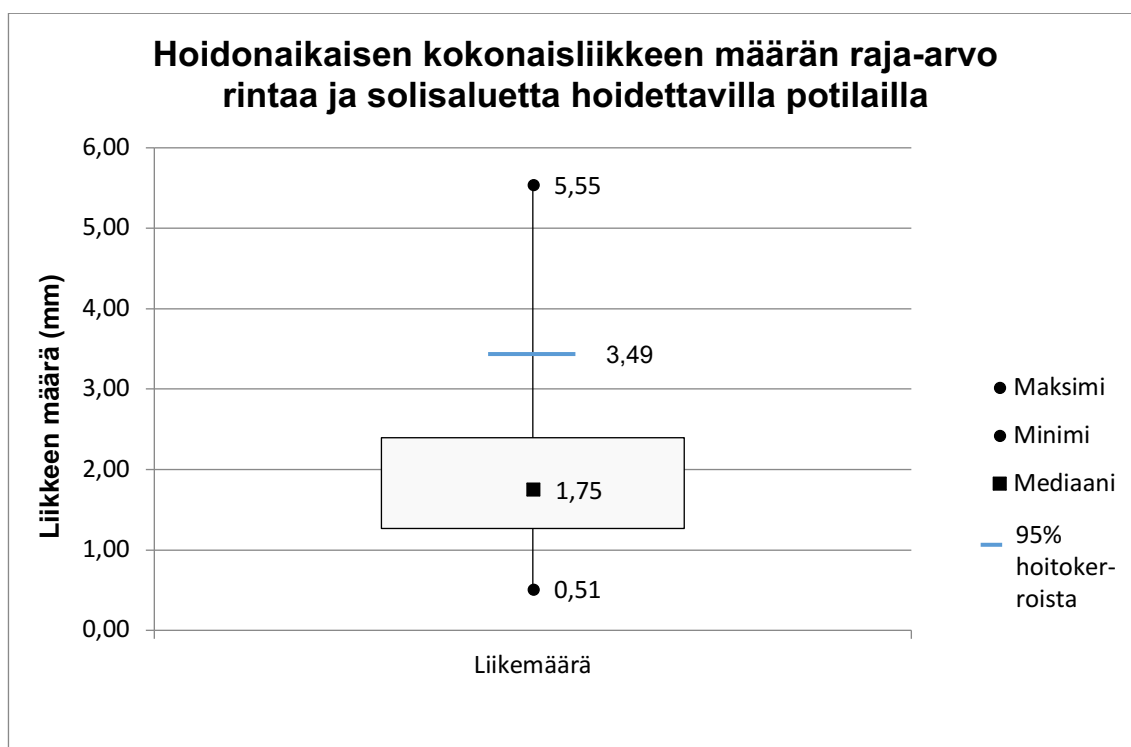
7.2 Hoidonaikaisen kokonaisliikkeen määrän raja-arvo

Kaikkien liikesuuntien yhteenlaskettua hoidonaikaisen kokonaisliikkeen määrää tutkittiin *magnitude*-muuttujan avulla. *Magnitude* sisälsi liikemäärän, jonka alla potilas pysyi 95 % hoitokerran ajasta. *Magnituden* mediaani oli rintaa hoidettavien potilaiden hoitokerroilla (f=259) 1,41 mm ja vaihteluväli oli 0,35 mm - 6,33 mm. Hoitokerroista laskettiin liikkeen määrän raja-arvo, jonka alla 95 % hoitokerroista pysyi. Näissä 95 %:ssa hoitokerroista *magnitude*-arvo oli suurimmillaan 3,37 mm. (kuvio 3; liite 3, taulukko 1.)



KUVIO 3. Rintaa hoidettavien potilaiden hoidonaikaisen kokonaisliikkeen eli *magnituden* määrä 95 % sädehoitokertojen (f=259) ajasta.

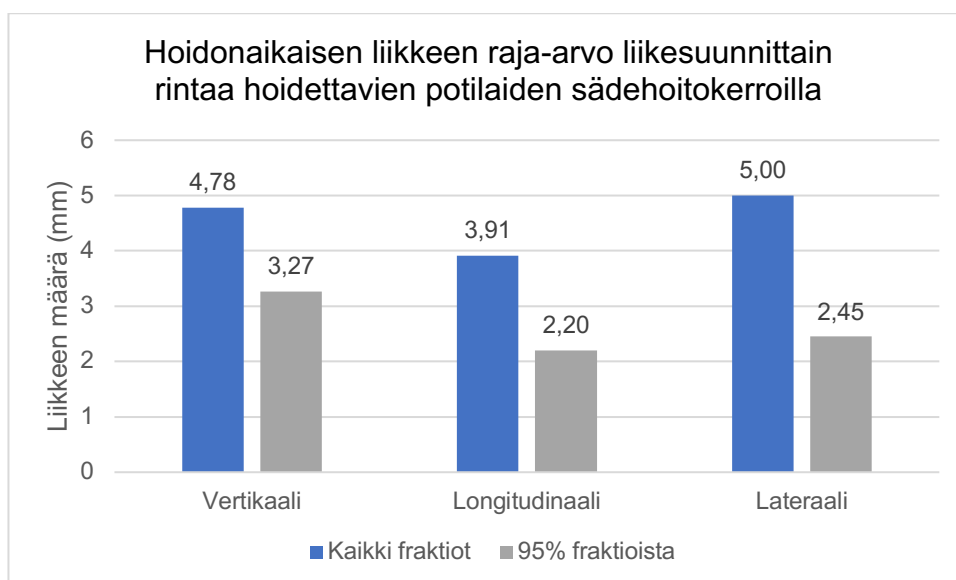
Rintaa ja solisaluetta hoidettavien potilaiden hoitokerroilla (f=404) hoidonaikaisen liikkeen *magnituden* mediaani oli 1,75 mm 95 % hoitokertojen ajasta. *Magnituden* vaihteluväli oli 0,51 mm - 5,55 mm. *Magnitude*-arvo oli suurimmillaan 3,49 mm 95 %:ssa hoitokertoja. (kuvio 4; liite 3, taulukko 2.)



KUVIO 4. Rintaa ja solisaluetta hoidettavien potilaiden hoidonaikaisen kokonaisliikkeen eli *magnituden* määrä 95 % sädehoitokertojen (f=404) ajasta.

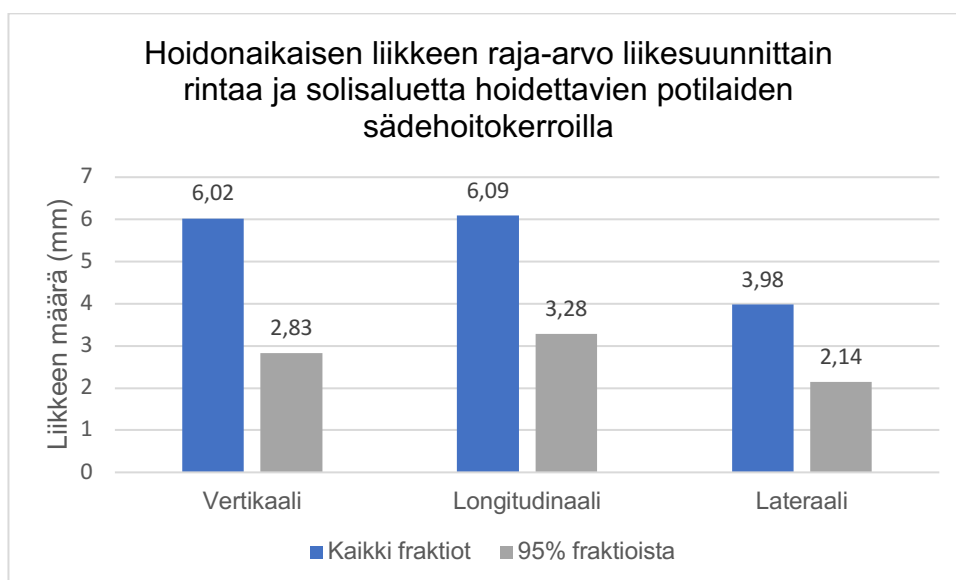
7.3 Hoidonaikaisen liikkeen määrän raja-arvo eri liikesuunnilla

Yksittäisillä liikesuunnilla raja-arvoa tutkittiin selvittämällä liikkeen määrän raja, jossa 95 % hoitokerroista pysyi. Rintaa hoidettavien potilaiden hoitokerroilla (f=259) hoidonaikaista liikettä havaittiin vertikaalisuunnassa suurimmillaan 4,78 mm, longitudinaalisuunnassa 3,91 mm ja lateraalisuunnassa 5,00 mm. Hoidonaikaista liikettä oli 95% hoitokerroista suurimmillaan vertikaalisuunnassa 3,27 mm, longitudinaalisuunnassa 2,20 mm ja lateraalisuunnassa 2,45 mm. (kuvio 5.)



KUVIO 5. Hoidonaikaisen liikkeen raja-arvo liikesuunnittain rintaa hoidettavien potilaiden sädehoitokerroilla (f=259).

Rintaa ja solisaluetta hoidettavien potilaiden hoitokerroilla (f=404) hoidonaikaista liikettä oli suurimmillaan vertikaalisuunnassa 6,02 mm, longitudinaalisuunnassa 6,09 mm ja lateraalisuunnassa 3,98 mm. Hoidonaikaista liikettä oli 95% hoitokerroista suurimmillaan vertikaalisuunnassa 2,83 mm, longitudinaalisuunnassa 3,28 mm ja lateraalisuunnassa 2,14 mm. (kuvio 6.)



KUVIO 6. Hoidonaikaisen liikkeen raja-arvo liikesuunnittain rintaa ja solisaluetta hoidettavien potilaiden sädehoitokerroilla (f=404).

8 POHDINTA

8.1 Potilaiden liike hoitokerran aikana

Tutkittaessa potilaiden hoidonaikaisen liikkeen määrää hoitokohteiden välillä, voidaan todeta, että hoidonaikaisen liikkeen määrä on ollut hyvin samankaltaista kahden ryhmän välillä. Hoitokohteen ollessa rinta, kaikkien hoitokertojen ($f=259$) hoidonaikaisen liikkeen määrän mediaani oli vertikaalisuunnassa 1,09 mm, longitudinaalisuunnassa 0,69 mm ja lateraalisuunnassa 0,51 mm. Kun hoitokohteena oli rinta sekä solisalue, oli kaikkien hoitokertojen ($f=404$) hoidonaikaisen liikkeen määrän mediaani vertikaalisuunnassa 1,03 mm, longitudinaalisuunnassa 1,12 mm ja lateraalisuunnassa 0,68 mm. Longitudinaalisuunnassa ero oli suurin hoitokohteiden välillä, mediaanin ollessa rintaa ja solisaluetta hoidettavien hoitokertoilla 0,43 mm suurempi kuin rintaa hoidettavilla.

Kun hoitokohteena oli rinta sekä solisalue liikkeen määrän mediaani oli longitudinaali- ja lateraalisuunnassa hieman suurempi, kuin hoitokohteen ollessa koko rinta ilman solisaluetta. Vertikaalisuunnassa hoidonaikaisen liikkeen mediaani oli pienempi hoitokohteen ollessa rinta sekä solisalue, kun hoitokohteen ollessa koko rinta. Vertikaalisuunnassa hoidonaikaisen liikkeen mediaani oli 1,09 mm hoitokohteen ollessa rinta ja 1,03 mm kun hoitokohde oli rinta ja solisalue.

Reitzin ym. (2018, 5) tutkimuksessa hoidonaikaisen liikkeen mediaani oli vertikaalisuunnassa 1,07 mm, longitudinaalisuunnassa 0,45 mm ja lateraalisuunnassa -0,25 mm. Vertikaalisuunnan muutokset ovat tämän opinnäytetyön tulosten kanssa samankaltaisia, kun taas longitudinaalisuunnassa tämän opinnäytetyön tuloksissa liike on ollut suurempaa. Myös lateraalisuunnassa tulokset ovat suurempia kuin Reitzin ym. (2018, 5) tutkimuksessa. (taulukko 2.) Tulokset eivät ole kuitenkaan täysin vertailukelpoisia, sillä Reitz ym. (2018, 5) on ottanut tutkimuksessa huomioon myös liikkeen suunnan. Tällöin mediaania käytettäessä tulokset ovat erilaisia verrattuna siihen, kun suuntaa ei ole otettu huomioon. Reitz ym. (2018, 5) on myös määrittänyt liikkeen määrän eri tavalla, kuin tässä opinnäytetyössä.

TAULUKKO 2. Hoidonaikaisen liikkeen määrän mediaani rinnan alueen sädehoi-
dossa liikesuunnittain verrattuna Reitzin ym. (2018, 5) tutkimustuloksiin

Hoitokohde	Opinnäytetyön tulokset		Reitzin ym. tulokset
	Rinta	Rinta ja solisalue	Rinta
Vertikaalisuunta	1,09 mm	1,03 mm	1,07 mm
Longitudinaalisuunta	0,69 mm	1,12 mm	0,45 mm
Lateraalisuunta	0,51 mm	0,68 mm	-0,25 mm.

Hoidonaikaisen liikkeen määrän vaihteluvälit jokaisella kolmella eri suunnalla ovat samankaltaisia hoitokohteiden välillä. Hoidonaikaisen liikkeen määrän vaihteluväli hoitokohteen ollessa rinta oli vertikaalisuunnassa 0,19 mm - 4,78 mm, longitudinaalisuunnassa 0,17 mm - 3,91 mm ja lateraalisuunnassa 0,04 mm - 5,00 mm. Hoitokohteen ollessa rinta sekä solisalue vaihteluväli oli vertikaalisuunnassa 0,18 mm - 6,02 mm, longitudinaalisuunnassa 0,15 mm - 6,09 mm ja lateraalisuunnassa 0,08 mm - 3,98 mm. Vaihteluvälien suuruutta selittää se, että yksittäisissä hoitokerroissa liikkeen määrä oli suurempaa kuin mitä suurimmassa osassa aineiston hoitokertoja. Vaihteluväli oli suurempi rintaa sekä solisaluetta hoidettavien potilaiden hoitokerroissa. Opinnäytetyön tulosten perusteella ei voi kuitenkaan sanoa, että tässä tutkimuksessa hoitokohteella olisi suuri merkitys liikkeen määrään.

Tässä opinnäytetyössä *baseline drift* määriteltiin hoitokerran viimeisen 15 sekunnin ja hoitokerran ensimmäisen 15 sekunnin liikemäärän keskiarvojen itseisarvojen erotuksena. *Baseline driftiä* ei käytetty itsessään opinnäytetyön tuloksissa, mutta sen avulla määriteltiin potilaiden hoidonaikaisen liikkeen määrää lisäämällä siihen hoitokertojen keskihajonnat ja ottamalla huomioon hengityksen amplitudi. Ricottin ym. (2016, 84–85) tutkimuksessa *baseline driftin* mediaani oli longitudinaalisuunnassa -0,4 mm ja vertikaalisuunnassa -1,9 mm 12 minuutin kohdalla hoitokertoja. Heidän tutkimuksessaan *baseline drift* oli määritetty eri tavalla, kuin tässä opinnäytetyössä ja heidän tutkimuksessaan oli otettu huomioon liikkeen suunta. Tässä opinnäytetyössä liikkeen määrän mediaani oli longitudinaalisuunnassa 0,69 mm ja 1,12 mm sekä vertikaalisuunnassa 1,09 mm ja 1,03 mm. Tulokset eivät ole kuitenkaan verrattavissa, koska tämän opinnäytetyön tuloksissa ei ole laskettu pelkkää *baseline driftiä*.

8.2 Hoidonaikaisen liikkeen määrän raja-arvot

Opinnäytetyössä selvitettiin hoidonaikaisen kokonaisliikkeen määrän rajaa, jossa 95 % hoitokerroista pysyy 95 % hoitokertojen ajasta. Sädehoitoyksikössä olevassa pintatunnistusalitteessa liikkeen määrän raja-arvo, jolloin sädetys keskeytyy, määritetään *magnitude*-arvon mukaan. *Magnitude*-arvo kertoo vertikaali-, longitudinaali-, ja lateraaliliikesuunnan yhteenlasketun hoidonaikaisen liikkeen kokonaismäärän. Potilaiden, joilla hoitokohteenä oli koko rinta, hoidonaikaisen liikkeen määrä pysyi 95 % hoitokerran ajasta vaihteluvälillä 0,35 mm - 6,33 mm. Hoitokerroista 95 % ei ollut *magnitude*-arvoltaan yli 3,37 mm. Suuri osa hoitokerroista toteutui niin, että 95 % hoitokerran ajasta hoidonaikaista liikettä ei ollut yli 4 mm toimenpiderajan.

Samankaltaista liikemäärän raja-arvoa ei ole aiemmissä tutkimuksissa selvitetty. Wiantin ym. (2014, 153) tutkimuksessa 30 potilaasta kaksi potilasta oli yli 95 % hoitokerran ajasta liikemäärän 3 mm yläpuolella. Potilaat olivat keskiarvoisesti 9 % monitorointiajasta liikemäärän 4 mm yläpuolella (Wiant ym. 2014, 153). Reitzin ym. (2018, 4) tutkimuksessa säteilyn ollessa päällä hoidonaikaisen liikkeen *magnitude* oli 99 % ajasta alle 4,45 mm. Opinnäytetyön tuloksissa 95 % hoitokerroista pysyi 95 % hoitokerran ajasta liikemäärien 3,37 mm (rinta) ja 3,49 mm (rinta ja solisalue) alapuolella. Tuloksista voidaan arvioida, että 3,37 mm ja 3,49 mm liikemäärän ylittäviä hoitokertoja ei opinnäytetyön aineistossa ole lukumääräisesti paljon. Yksittäiset hoitokerrat, joissa liikettä oli enemmän, kasvattivat hoidonaikaisen liikkeen vaihteluväliä.

Yksittäisillä liikesuunnilla tässä opinnäytetyössä raja-arvoa selvitettiin etsimällä liikkeen määrän rajaa, jossa 95 % hoitokerroista pysyi. Hoitokohteen ollessa rinta liikkeen määrän raja-arvona oli vertikaalisuunnassa 3,27 mm, longitudinaalisuunnassa 2,20 mm ja lateraalisuunnassa 2,45 mm. Rintaa ja solisaluetta hoidettaessa liikkeen määrän raja-arvona oli vertikaalisuunnassa 2,83 mm, longitudinaalisuunnassa 3,28 mm ja lateraalisuunnassa 2,14 mm. Hattel ym. (2019, 42) havaitsivat tutkimuksessa, että eri liikesuunnilla 3,00 mm liikemäärän ylityksiä oli vain pienessä osassa havaintoja. Vain 1,8 % havainnoista vertikaalisuunnassa,

1,8 % longitudinaalisuunnassa ja 0 % lateraalisuunnassa ylitti 3,00 mm liikemäärän (Hattel ym. 2019, 42). Tässä opinnäytetyössä tulokset ovat samankaltaisia ja vain pieni osa hoitokerroista on eri liikesuunnilla ylittänyt 3,00 mm liikemäärän.

Potilaan ja potilaan elinten liike on mahdollista hoidon aikana tai hoitokertojen välissä, ja näin ollen myös CTV-alue voi liikkua. Tämän vuoksi CTV-aluetta ympäröi PTV-marginaali (Barrett ym. 2009, 10.) PTV-marginaali ottaa nämä epävarmuustekijät huomioon (Jussila ym. 2010, 90). Rintasyövän sädehoidolle systemaattiseksi virheeksi raportoidaan usein 2–5 mm, jonka lisäksi hengitysliikkeelle jätetään 5 mm marginaali (Barrett ym. 2009, 271–272). Se, että molemmissa potilasjoukoissa 95 % hoitajakson ajasta 95 % hoitajaksoista pysyi liikemäärä alle 4 mm, joka on pintatunnistulaitteeseen asetetun toimenpiderajan liikemäärä, kertoo siitä, että asetettu 4 mm raja on riittävä ja liikemäärä pysyy vielä PTV-marginaalien sisäpuolella. Jos toimenpiderajaa entisestään kiristettäisiin voisi se hidastaa hoitojen antamista, eikä pintatunnistulaitteesta saatava hyöty olisi enää niin merkittävä.

Tuloksia arvioitaessa tulee ottaa huomioon, että opinnäytetyön aineistoon otettiin vain hoitokertoja, joissa uutta referenssipintaa ei otettu kesken hoitokerran. Uusi referenssipinta voidaan joutua ottamaan sen vuoksi, että potilaan hoidonaikainen liike on ollut niin suurta, ettei hoitoa pystytä toteuttamaan ilman referenssipinnan uusimista. Opinnäytetyön aineisto ei siis sisällä sellaisia hoitokertoja, joissa hoidonaikainen liike on ollut suurta ja potilaan asento ei ole palautunut riittävän lähelle sitä asentoa, jossa alkuperäinen referenssipinta on otettu. Hoidonaikaisen liikkeen määrältään suurimmat hoitokerrat, joissa 4 mm toimenpideraja ylittyi, saattoivat jäädä opinnäytetyön aineiston ulkopuolelle.

8.3 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksen kokonaisluotettavuuden muodostavat tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti. Tutkimus on validiteetiltaan eli pätevyydeltään hyvä, kun tutkimus on mitannut niitä asioita, joita on ollut tarkoitus selvittää. Jotta tutkimuksessa pystytään selvittämään sitä mitä on ollut tarkoitus, tulee tutkimukselle olla asetettuna

täsmälliset tavoitteet. Tutkimuksen validius tarkoittaa käytännössä sitä, että tutkimuksessa ei ole tehty systemaattisia virheitä. Tärkeää on tutkimuksen ja tiedonkeruun suunnittelu tarkasti etukäteen. Mitattavien käsitteiden ja muuttujien tulee myös olla tarkoin määriteltyinä, jotta mittaustulokset voivat olla päteviä. (Heikkilä 2014, 27, 176.) Opinnäytetyöntekijät suunnittelivat tiedonkeruulomakkeen yhteistyökumppanilta saadun malliaineiston mukaan. Tiedonkeruulomaketta muutettiin kuitenkin opinnäytetyöprosessin aikana, sillä alkuperäistä raakadataa muokattiin yhteistyökumppanin työntekijän toimesta, jolloin saatu aineisto oli erilaista kuin alun perin oli suunniteltu. Alkuperäisessä suunnitelmassa aineisto olisi sisältänyt isosentrin poikkeamat jokaiselta keräyspisteeltä kaikilta eri liikesuunnilta. Muutosten takia tutkimuskysymyksiä jouduttiin muokkaamaan sillä muuttuneen aineiston sisällön vuoksi alkuperäisiä tutkimuskysymyksiä ei olisi pystynyt siinä muodossa tutkimaan. Raakadatassa tapahtuneet muutokset eivät aiheuttaneet virheitä aineiston analyysissä.

Tutkimuksen luotettavuutta voivat alentaa virheet aineistoa hankittaessa. Aineiston laatuun vaikuttavia virheitä on mm. käsittelyvirheet, mittausvirheet, peitto- ja katovirheet sekä otantavirheet. Mittausvirheitä voi syntyä mm. mittausmenetelmän heikkouden ja epätarkkuuden vuoksi tai mittauksen kohteena olevien käsitteiden hankaluuden vuoksi. Tutkimuksessa esiintyvä systemaattinen virhe on aina satunnaista virhettä vaarallisempi tutkimuksen luotettavuuden kannalta. Systemaattisia virheitä voi syntyä aineiston keruuvaiheessa ja keräämiseen liittyvissä tekijöissä. (Heikkilä 2014, 176–177.) Aineistoa käsiteltiin tilastosovelluksella mahdollisimman tarkasti ja järjestelmällisesti. Aineisto ja mitattavat käsitteet nimettiin niin selkeästi, että käsittelyvirheitä ei pääsisi muodostumaan aineiston käsittelyvaiheessa. Aineiston kokoaminen erillisistä tiedostoista vaati tarkkuutta, jotta aineiston kokoamisessa ei syntynyt virheitä.

Pintatunnistustuloksen mittaustarkkuutta ei pysty täysin luotettavasti opinnäytetyön aineistosta arvioimaan, sillä kaikki aineisto on kerätty jälkikäteen potilaiden sädehoitajaksojen päätyttyä. Käytössä olleella pintatunnistustulokselta on tehty laadunvalvontaa jokainen päivä ennen sen käyttöä ja se on läpäissyt laadunvalvontatellit, joten opinnäytetyössä on oletettu pintatunnistustuloksen tarkkuuden olevan kunnossa.

Reliabiliteetilla eli luotettavuudella tarkoitetaan mittauksen kykyä tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Jos tutkimus on luotettavuudeltaan hyvä, mittaukset pystytään toistamaan samalla tavalla myös muissa tutkimuksissa. Tutkimuksen luotettavuutta laskee usein satunnaisvirheet. Satunnaisvirheitä voi syntyä otannassa tai käsittely- ja mittausvirheistä. Aineiston otoskoolla on merkitystä tutkimuksen tulosten tarkkuuteen. Mitä pienempi otos, sitä sattumanvaraisempia tulokset ovat. (Heikkilä 2014, 178) Opinnäytetyössä on pyritty kuvaamaan tutkimusmenetelmät mahdollisimman selkeästi, jotta tutkimus voitaisiin suorittaa uudestaan samaa menetelmää käyttäen. Opinnäytetyön aineistossa olevien potilaiden määrä on suhteellisen pieni, mutta hoitokertojen määrä on suuri. Tämän vuoksi opinnäytetyössä olevien sattumanvaraisten tulosten pitäisi olla pieni. Opinnäytetyön tulokset ovat kuitenkin kuvaavia vain tässä opinnäytetyössä olevaan aineistoon, eivätkä ne ole yleistettävissä suurempaan populaatioon. Hoidon aikaisen liikkeen määrä rintaa ja rintaa sekä solisaluetta hoidettavilla potilailla voi todellisuudessa olla suurempi, kuin mitä opinnäytetyön tuloksissa ilmenee. Opinnäytetyön aineistosta on rajattu pois hoitokerrat, jotka eivät olleet yhtäjaksoisia suuren liikemäärän vuoksi. Opinnäytetyön aineisto tarkastettiin yhteistyökumppanin kanssa ennen aineiston analysointivaihetta. Aineistosta poistettiin hoitokerrat, joissa katsottiin olevan liikettä, joka ei ollut hoidon aikaista. Tämä paransi opinnäytetyön reliabiliteettia.

Tutkimus on eettisesti hyvä, kun tutkimusta tehdessä on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä. Hyvä tieteellinen käytäntö tarkoittaa mm. sitä, että opinnäytetyöntekijät ovat tutkimusta tehdessään olleet rehellisiä, yleisesti huolellisia ja noudattaneet tarkkuutta. Tutkimuksessa käytettyjen muiden tutkijoiden työt ja saavutukset tulee ottaa asianmukaisesti huomioon. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2014, 23–24.) Opinnäytetyön kysymyksen asettelu ja tavoitteet sekä aineiston kerääminen ja käsittely eivät saa loukata tutkimuksen kohderyhmää. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa kohderyhmälle aiheutuvia vahinkoja voi olla mm. aineiston keräämisestä aiheutunut kipu tai epämiellyttävyyys. (Vilka 2007, 90) Opinnäytetyöntekijät ovat olleet huolellisia ja rehellisiä tehdessään tutkimusta. Aineiston analysoinnissa ja kokoamisessa on noudatettu mahdollisimman tarkkoja työskentelytapoja. Opinnäytetyön kohderyhmälle ei ole aiheutunut aineiston keräämi-

sestä haittaa, sillä aineistossa olevat tiedot kerääntyivät automaattisesti sädehoitoyksikön tietokantaan, ja tiedot olisivat kerääntyneet myös siinä tapauksessa, jos opinnäytetyötä ei olisi tehty.

Tärkeää tutkimuksen eettisyyden kannalta on myös se, että tutkittavana olevat asiat ja kohteet pysyvät anonyymeinä. Anonymisoinnin tarkoituksena on, että tutkittavien yksityisyydensuojaa ei loukata ja henkilötiedot voidaan muokata tunnistamattomiksi. Tutkimuksessa tulee käyttää asianmukaisia lähdeviitteitä. Käytettyjen lähteiden tietoa ei saa vääristellä tai vähätellä eikä tekstiä saa plagioida (Vilkkä 2007, 95, 164.) Tuloksia ei tule yleistää kriiikkittömästi eikä niitä tule kaunistella. Raportoinnin tulee olla asianmukaista eikä harhaanjohtavaa ja tutkimuksessa käytetyt menetelmät on selostettava mahdollisimman huolellisesti. (Hirsjärvi ym. 2014, 26.) Yhteistyökumppanilta saatu aineisto oli valmiiksi anonymisoitu eikä henkilöitä ole tunnistettavissa aineistosta tai tuloksista. Opinnäytetyössä käytetty aineisto hävitettiin, kun opinnäytetyö valmistui. Opinnäytetyössä on pyritty käyttämään niin ulkomaisia, kuin kotimaisiakin lähteitä mahdollisimman laajasti. Ulkomaalaiset lähteet sisälsivät paljon teknistä sanastoa ja niiden käännökset on pyritty tekemään mahdollisimman luotettavasti. Käännösten luotettavuutta on pyritty parantamaan tutustumalla laajasti alan englanninkielisiin artikkeleihin ja teoksiin. Lähdemerkinnät on merkitty asianmukaisesti ja alkupe räisiä lähteitä on käytetty aina kun se on ollut mahdollista. Lähteitä käytettäessä on niistä saatua tietoa käytetty vääristelemättä.

8.4 Oma oppimiskokemus ja jatkotutkimusehdotukset

Opinnäytetyöprosessin aikana opinnäytetyön tekijät perehtyivät rinnan alueen sädehoitoon ja yleisesti rinnan sädehoidossa käytössä oleviin hoitomenetelmiin. Opinnäytetyön tekijät oppivat rinnan alueen sädehoidon annossuunnittelusta ja sädehoidon toteutuksesta. Tiedot vapaassa hengityksessä toteutetusta sädehoidosta ja hoidon aikaisesta liikkeestä syvenivät. Opinnäytetyön tekijät oppivat kvantitatiivisen tutkimuksen tekemisestä, tieteellisen tekstin kirjoittamisesta ja lähdeviitteiden kirjaamisesta opinnäytetyön raportointiohjeiden mukaisesti. Eri tietokantojen käyttöä opittiin lähteiden löytämiseksi. Lähteitä opittiin tarkastele-

maan kriittisesti. Tutkimuslähteistä saatua tietoa opittiin vertaamaan opinnäytetyöstä saatuihin tuloksiin. Lähdemateriaalia rinnan sädehoidon hoidonaikaisesta liikkeestä löytyi pääasiassa englanninkielisenä. Lähteissä käytetty sanasto oli myös paikoitellen hyvin teknistä ja tutkimusaihepiiriin erikoistunutta. Tämä teki lähdemateriaalin lukemisesta välillä haastavaa ja vaati opinnäytetyöntekijöiltä perehtymistä sädehoidon englanninkieliseen sanastoon ja termeihin.

Opinnäytetyön tekijät oppivat käsittelemään numeraalista aineistoa Excel ja Tixel ohjelmistoilla. Opinnäytetyön tekijät oppivat, että aineiston käsittely vaati järjestelmällisyyttä. Eri muuttujat oli syytä nimetä loogisesti tilastointiohjelmistoissa niin, että muuttujien nimistä kävi ilmi millä tavalla ne on laskettu. Tulosten graafista ja numeraalista esittämistä opittiin Tixel-, ja Microsoft Excel -ohjelmistoja käyttämällä.

Jatkotutkimusaiheena voisi olla hoidonaikaisen liikkeen seuranta, jossa otetaan yksittäisessä liikesuunnassa oleva liikkeen suunta huomioon. Hoidonaikaista liikettä voisi tutkia myös vain sillä hetkellä, kun lineaarikiihdytin tuottaa säteitä ilman että se sisältää tietoa potilaan liikkeestä esimerkiksi sädehoidon kohdistamisen tai gantryn liikkeen ajalta. Hoidonaikaista liikettä voisi tutkia siitä näkökulmasta, onko hoidonaikaista liikettä enemmän potilaan sädehoitojakson alussa kuin lopussa. Myös hoitokerran pituuden vaikutusta hoidonaikaisen liikkeen määrään voisi tutkia.

LÄHTEET

- Aula, A. Sairaalfyysikko. 2020. Catalyst data. Sähköpostiviesti. Luettu 12.9.2020
- Barrett, A., Dobbs, J., Morris, S. & Roques, T. 2009. 4. painos. Practical Radiotherapy Planning. Boca Raton: CRC Press.
- Blizblau, R., Yoo, S. & Horton, J. 2016. Whole Breast Radiation for Early Stage Breast Cancer. Teoksessa Bellon, J., Wong, J., MacDonald, S. & Ho, A. (ed.) Radiation Therapy Techniques and Treatment Planning for Breast Cancer. Sveitsi: Springer Nature
- C-RAD Positioning AB. 2018. Catalyst. System manual. Uppsala: C-RAD Positioning AB.
- Dumane, V., Kuo, L., Hong, L. & Ho, A. 2016. Intensity-Modulated Radiation Therapy for Breast Cancer. Teoksessa Bellon, J., Wong, J., MacDonald, S. & Ho, A. (ed.) Radiation Therapy Techniques and Treatment Planning for Breast Cancer. Sveitsi: Springer Nature
- Evans, J., Crandley, E., Libby, B. & Benedict, S. 2013. Methods of Immobilization and Stabilization. Teoksessa Halperin, E., Wazer, D., Perez, C. & Brady, L. (ed.) Perez and Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology. 6. painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
- George, R., Keall, P., Kini, V., Vedam, S., Siebers, J., Wu, Q., Lauterbach, M., Arthur, D. & Mohan, R. 2003. Quantifying the effect of intrafraction motion during breast IMRT planning and dose delivery. *Medical Physics* 30 (4), 552–562.
- Halperin, E., Wazer, D., Perez, C. & Brady, L. 2013. Perez and Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology. 6. painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
- Hattel, S., Andersen, P., Wahlstedt, I., Damkjær, S., Saini, A. & Thomsen, J. 2019. Evaluation of setup and intrafraction motion for surface guided whole-breast cancer radiotherapy. *Journal of Applied Clinical Medical Physics* 20 (6), 39–44.
- Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. 9. uudistettu painos. Porvoo: Edita Publishing Oy
- Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2014. Tutki ja kirjoita. 19. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Hoisak, J. & Pawlicki, T., 2018. The Role of Optical Surface Imaging Systems in Radiation Therapy. *Seminars in Radiation Oncology* 28 (3), 185–193.
- Jensen, C., Acosta Roa, A., Lund, J-Å. & Frengen J. 2017. Intrafractional baseline drift during free breathing breast cancer radiation therapy. *Acta Oncologica* 56 (6), 867–873.

Jussila, A-L., Kangas, A. & Haltamo, M. 2010. Sädehoitotyö. Helsinki: WSOYpro Oy.

Joensuu, H. 2013. Syövän tärkeimmät hoitomuodot. Teoksessa Joensuu, H., Roberts, P., Kellokumpu-Lehtinen, P., Jyrkkiö, S., Kouri, M. & Teppo, L. (toim.) Syöpätaudit. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 12.9.2020. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/syt00160/do>

Khan, F.M., Gibbons, J.P. & Sperduto, P.W., 2016. Khan's Treatment Planning in Radiation Oncology. 4. painos. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health.

Kouri, M. & Tenhunen, M. 2013. Sädehoidon suunnittelu ja toteutus. Teoksessa Joensuu, H., Roberts, P., Kellokumpu-Lehtinen, P., Jyrkkiö, S., Kouri, M. & Teppo, L. (toim.) Syöpätaudit. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 12.9.2020. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/syt00190/do>

Leidenius, M. & Joensuu, H. 2013. Rinnan säästävä kirurgia. Teoksessa Joensuu, H., Roberts, P., Kellokumpu-Lehtinen, P., Jyrkkiö, S., Kouri, M. & Teppo, L. (toim.) Syöpätaudit. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 23.10.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/syt00261/do>

Meeks, L., Willoughby, T., Langen, K. & Kupelian, P. 2012 Optical and Remote Monitoring IGRT. Teoksessa Bourland, J. (ed.) Image-guided Radiation Therapy. Taylor & Francis Group. Boca Raton.

National Cancer Action Team. 2012. National radiotherapy implementation group report. Image guided radiotherapy (IGRT): Guidance for implementation and use. Luettu 14.10.2020 <https://www.sor.org/sites/default/files/document-versions/National%20Radiotherapy%20Implementation%20Group%20Report%20IGRT%20Final.pdf>

Nummenmaa, L., Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2014. Tilastollisten menetelmien perusteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Palliativinen hoito ja saattohoito: Käypä hoito -suositus. 2019. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Palliativisen Lääketieteen yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2019. Luettu 9.10.2020. <http://www.kaypahoito.fi>

Reitz, D., Carl, G., Schönecker, S., Pazos, M., Freisleder, P., Niyazi, M., Ganswindt, U., Alongi, F., Reiner M., Belka, C. & Corradini, S. 2018. Real-time intrafraction motion management in breast cancer radiotherapy: analysis of 2028 treatment sessions. Radiation Oncology 13 (128), 1–9.

Ricotti, R., Ciardo, D., Fattori, G., Leonardi, M., Morra, A., Ducunzo, S., Rojas, D., Pansini, F., Cambria, R., Cattani, F., Gianoli, C., Spinelli, C., Riboldi, M., Baroni, G., Orecchia, R & Jereczek-Fossa, B. 2017. Intra-fraction respiratory motion and baseline drift during breast Helical Tomography. Radiotherapy and Oncology 122 (1), 79–86.

Rietzel, E., Pan, T. & Chen, G. 2005. Four-dimensional computed tomography: Image formation and clinical protocol. Medical Physics 32 (4), 874–889.

Smith, S. 1997. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. Chapter 2: Statistics, Probability and Noise. Luettu 17.4.2020. <http://www.dspguide.com/ch2/2.htm>

Soufi, M. & Arimura, H. 2017. Surface-Imaging-Based Patient Positioning in Radiation Therapy. Teoksessa Arimura, H. (ed.) Image-Based Computer-Assisted Radiation Therapy. Singapore: Springer Nature

STUK. 1997. Sädehoitofysiikan sanasto. Sädehoitofysiikan sanastoryhmän ehdotus 1997. Helsinki: Säteilyturvakeskus

Suomen Syöpärekisteri. 2019. Syöpä 2017. Luettu 25.3.2020. <https://syoparekisteri.fi/tilastot/syopa-2017-raportti/>

Suomen Syöpärekisteri. 2020. Syöpä 2018. Päivitetty 27.5.2020. Luettu 14.10.2020. https://syoparekisteri.fi/assets/files/2020/05/Syopa2018_raportti.pdf

Tengström, M., Leidenius, M., Lahdenperä, O. & Vehmanen, L. 2019. Levinneen rintasyövän palliatiivinen hoito. Teoksessa Rintasyövän valtakunnallinen diagnostiikka ja hoitosuositus. Suomen Rintasyöpäryhmä RY. Luettu 3.9.2020. https://rintasyoparyhma.yhdistysavain.fi/@Bin/186425/SRSR_Suositus_2019+Joulukuu.pdf

Vaalavirta, L. & Skyttä, T. 2019. Rintasyövän postoperatiivinen sädehoito. Teoksessa Rintasyövän valtakunnallinen diagnostiikka- ja hoitosuositus. Suomen Rintasyöpäryhmä RY. Luettu 3.9.2020. https://rintasyoparyhma.yhdistysavain.fi/@Bin/186425/SRSR_Suositus_2019+Joulukuu.pdf

Vehmainen, L. 2017. Paikallisen rintasyövän hoito. Lääkärikirja Duodecim. Päivitetty 5.4.2017. Luettu 5.8.2020. https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00468#s2

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: kustannusosakeyhtiö Tammi.

Washington, C. & Leaver, D. 2010. Principles and Practice of Radiation Therapy. 3. painos. Maryland Heights: Mosby.

Wiant, D., Wentworth, S., Maurer, J., Vanderstraeten, C., Terrell, J. & Sintay, B. 2014. Surface imaging-based analysis of intrafraction motion for breast radiotherapy patients. Journal of Applied Clinical Medical Physics 15 (6), 147–159.

Yue, N., Li, X., Heron, D., Sontag, M. & Huq, M. 2007. The intrafraction motion induced dosimetric impacts in breast 3D radiation treatment: A 4DCT based study. Medical Physics 34 (7), 2789–2800.

Liite 2. Hoidonaikaisen liikkeen määrä liikesuunnittain

TAULUKKO 1. Hoidonaikainen liike liikesuunnittain rintaa hoidettavien potilaiden hoitokerroilla (f=259)

<i>Liikesuunta</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Fraktioiden lkm</i>
Vertikaali	1,29	0,88	0,19	0,65	1,09	1,65	4,78	259
Longitudinaali	0,87	0,64	0,17	0,45	0,69	1,06	3,91	259
Lateraali	0,76	0,77	0,04	0,29	0,51	0,88	5,00	259

TAULUKKO 2. Hoidonaikainen liike liikesuunnittain rintaa ja solisaluetta hoidettavien potilaiden hoitokerroilla (f=404)

	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Fraktioiden lkm</i>
Vertikaali	1,25	0,85	0,18	0,69	1,03	1,54	6,02	404
Longitudinaali	1,39	0,96	0,15	0,72	1,12	1,82	6,09	404
Lateraali	0,87	0,65	0,08	0,43	0,68	1,09	3,98	404

Liite 3. Hoidonaikaisen kokonaisliikkeen määrän raja-arvo

TAULUKKO 1. Hoidonaikaisen liikkeen raja-arvo rintaa hoidettavien potilaiden hoitokerroilla (f=259)

	<i>Keskiarvo</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Fraktioiden lkm</i>
Liikemäärä	1,59	1,41	0,84	0,35	1,02	1,90	6,33	259,00

TAULUKKO 2. Hoidonaikaisen liikkeen määrän raja-arvo rintaa ja solisaluetta hoidettavilla potilailla (f=404)

	<i>Keskiarvo</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Fraktioiden lkm</i>
Liikemäärä (mm)	1,91	1,75	0,83	0,51	1,27	2,40	5,55	404