



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

SÄÄSTÄVÄSTI LEIKATUN RINTASYÖPÄPOTI- LAAN ASETTELU SÄDEHOITOASENTOON KÄYTTÄMÄLLÄ IHOMERKKEJÄ JA LASERVA- LOJA VERRATTUNA OPTISEEN KUVANTA- MISJÄRJESTELMÄÄN

TEKIJÄ/T: Jarkko Kalilainen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Radiografian kliinisen asiantuntijan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Jarkko Kalilainen	
Työn nimi Säästävasti leikatun rintasyöpäpotilaan asettelu sädehoitoasentoon käyttämällä ihomerkkejä ja laservaloja verrattuna optiseen kuvantamisjärjestelmään	
Päiväys	28.2.2017
Sivumäärä/Liitteet	44/60
Ohjaaja(t) Leena Tikka	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kuopion yliopistollinen sairaala	
Tiivistelmä	
<p>Rintasyöpä on naisten yleisin syöpä ja noin joka yhdeksäs nainen sairastuu rintasyöpään elämänsä aikana. Rintasyöpäleikkauksen jälkeinen sädehoito on keskeisessä asemassa rintasyövän hoidossa. Sädehoidon tavoitteena on toimittaa suuria sädeannoksia hoitokohteeseen, kuitenkin samalla minimoiden annos ympäröiviin terveisiin kudoksiin. Siksi on erittäin tärkeää, että kohde on aseteltu oikein ja että kohteen määrittely ottaa huomioon myös epävarmuustekijät, kuten kohteen mahdollisen liikkeen ja asettelun virheet.</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida melko vähän aikaa Kuopion yliopistollisen sairaalan sädehoitoyksikön käytössä ollutta paikannus ja liikkeentunnistus Catalyst -järjestelmän soveltuvuutta rintasyöpäpotilaan asetteluun. Tutkimuksella haluttiin selvittää, onko järjestelmä tarpeeksi luotettava potilaan asettelun apuväline, jotta päivittäisestä KKTT-kuvantamisesta voitaisiin luopua rintasyöpäpotilailla. Tutkimukseen rekrytoitiin 40 ensimmäistä tutkimukseen suostuvaa, säästävasti leikattua rintasyöpäpotilasta. Hoidot toteutettiin Kuopion yliopistollisen sairaalan sädehoitoyksikössä.</p> <p>Vapaassa hengityksessä hoidetuista potilaista (n=17) analysoitiin 136 fraktiota aseteltuna laservaloja ja ihomerkkejä apuna käyttäen ja optisella kuvantamisjärjestelmällä aseteltuna 119 fraktiota. Potilastutkimus osoitti, että vapaassa hengityksessä hoidettujen potilaiden keskimääräinen poikkeama ja keskihajonta olivat aseteltuna laservaloja ja ihomerkkejä käyttäen Tx-suunnassa $-0,7 \pm 1,7$ mm, Ty-suunnassa $-1,1 \pm 2,6$ mm, Tz-suunnassa $-2,1 \pm 4,6$ mm. Rx-suunnassa $0,54 \pm 1,57^\circ$, Ry-suunnassa $0,63 \pm 0,74^\circ$ ja Rz-suunnassa $0,21 \pm 0,44^\circ$. Optisella kuvantamisjärjestelmällä keskimääräinen poikkeama ja keskihajonta olivat Tx-suunnassa $-0,9 \pm 2,4$ mm, Ty-suunnassa $-2,9 \pm 2,2$ mm ja Tz-suunnassa $5,8 \pm 2,5$ mm. Rx-suunnassa $0,13 \pm 1,29^\circ$, Ry-suunnassa $0,42 \pm 0,80^\circ$ ja Rz-suunnassa $0,46 \pm 0,70^\circ$.</p> <p>Hengityspidätyksessä hoidetuista potilaista (n=23) analysoitiin 209 fraktiota aseteltuna laservaloja ja ihomerkkejä apuna käyttäen ja optisella kuvantamisjärjestelmällä aseteltuna 186 fraktiota. Hengityspidätyksessä hoidettujen potilaiden keskimääräinen poikkeama ja keskihajonta olivat aseteltuna laservaloja ja ihomerkkejä apuna käyttäen Tx-suunnassa $-0,7 \pm 2,4$ mm, Ty-suunnassa $1,1 \pm 3,1$ mm, Tz-suunnassa $1,8 \pm 3,6$ mm, Rx-suunnassa $0,78 \pm 1,4^\circ$, Ry-suunnassa $0,3 \pm 1,02^\circ$ ja Rz-suunnassa $0,23 \pm 0,83^\circ$. Optisella kuvantamisjärjestelmällä keskimääräinen poikkeama ja keskihajonta olivat Tx-suunnassa $-1,8 \pm 1,9$ mm, Ty-suunnassa $-2,5 \pm 3,4$ mm, Tz-suunnassa $7,5 \pm 2,6$ mm, Rx-suunnassa keskiarvo oli $0,48 \pm 1,27^\circ$, Ry-suunnassa $0,25 \pm 1,3^\circ$ ja Rz-suunnassa $-0,37 \pm 0,93^\circ$.</p> <p>Tutkimustulosten mukaan optisen kuvantamisjärjestelmän tarkkuus oli hyvällä tasolla kaikissa rotaatiosuunnissa sekä Tx- ja Ty-suunnissa. Tz-suunnassa oleva systemaattinen virhe on lähellä KYSin sädehoitoyksikössä käytössä olevaa 5 mm toleranssia. Korkeussuunnan poikkeamasta huolimatta tutkimustulokset viittaavat siihen, että optista kuvantamisjärjestelmää voidaan käyttää rintasyöpäpotilaan päivittäisen asettelun apuvälineenä. Huomattavaa kliinistä eroavaisuutta menetelmien välillä ei havaittu. Kun vertaillaan aikaisempien tutkimusten tutkimustuloksia tämän tutkimuksen tuloksiin, voidaan päätellä, että järjestelmällä päästään yhtä hyvään asettelutarkkuuteen, kuin laservaloja ja ihomerkkejä käyttäen. Optinen kuvantamisjärjestelmä on turvallinen käyttää ja sen vuoksi järjestelmää voidaan suositella käytettäväksi rintasyöpäpotilaan asetteluun ja korvattavaksi osan päivittäisistä KKTT-kuvantamisista.</p>	
Avainsanat Catalyst -järjestelmä, optinen kuvantamisjärjestelmä, rintasyöpä, kartiokeilatogramfiakuvantaminen	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Master's Degree Programme in Radiography			
Author(s) Jarkko Kalilainen			
Title of Thesis Comparing radiotherapy position between optical surface system and conventional skin markings alignment on breast cancer patients operated by breast-conserving surgery			
Date	28.2.2017	Pages/Appendices	44/60
Supervisor(s) Leena Tikka			
Client Organisation /Partners Kuopio University Hospital			
Abstract <p>The aim of this study was to compare the accuracy between optical surface imaging system (Catalyst) and conventional skin marking alignment in breast cancer radiotherapy treatments using cone beam computed tomography (CBCT) data. Evaluation was also made for the reliability of the optical system in patient alignment to give up the daily CBCT for breast patients. The first 40 breast cancer patients operated with breast-conserving surgery were recruited for the study. The treatments were executed in the radiotherapy unit at Kuopio university hospital.</p> <p>Patients treated with free breathing (n=17), 136 fractions were analyzed using skin markings and laser alignment and 119 fractions were analyzed using optical system alignment. The mean setup error and standard deviation in translations by using skin markings were $-0,7\pm 1,7$ mm in lateral, $-1,1\pm 2,6$ mm in longitudinal and $-2,1\pm 4,6$ mm in vertical direction, in rotations $0,54\pm 1,57^\circ$ in pitch, $0,63\pm 0,74^\circ$ in roll and $0,21\pm 0,44^\circ$ in yaw direction. The mean setup error and standard deviation in translations by using optical system was $-0,9\pm 2,4$ mm in lateral, $-2,9\pm 2,2$ mm in longitudinal and $5,8\pm 2,5$ mm in vertical direction, in rotations $0,13\pm 1,29^\circ$ in pitch, $0,42\pm 0,80^\circ$ in roll and $0,46\pm 0,70^\circ$ in yaw direction.</p> <p>Patients treated with deep inspiration breath hold (n=23), 209 fractions were analyzed using skin markings and laser alignment and 186 fractions were analyzed using optical system alignment. The mean setup error and standard deviation in translations by using skin markings were $-0,7\pm 2,4$ mm in lateral, $1,1\pm 3,1$ mm in longitudinal and $1,8\pm 3,6$ mm in vertical direction, in rotations $0,78\pm 1,4^\circ$ in pitch, $0,3\pm 1,02^\circ$ in roll and $0,23\pm 0,83^\circ$ in yaw direction. The mean setup error and standard deviation by using optical system were $-1,8\pm 1,9$ mm in lateral, $-2,5\pm 3,4$ mm in longitudinal and $7,5\pm 2,6$ mm in vertical direction, in rotations $0,48\pm 1,27^\circ$ in pitch, $0,25\pm 1,3^\circ$ in roll and $-0,37\pm 0,93^\circ$ in yaw direction.</p> <p>In summary, the optical system gives reliable results for accuracy in every rotational direction and in lateral and longitudinal direction. The systematic error notified in vertical direction is close to a tolerance of 5 mm, which is used in KUH radiotherapy. Despite the deviation of vertical error, the results refer to the use the optical system reliably and accurately as the tool in daily use with breast cancer patients aligning. Considerable clinical divergence between the methods were not detected. When comparing the results to the previous studys, it can be concluded that the optical system can reach as good accuracy as the conventional alignment using skin markings and laser lights. The optical system is safe to use. The optical system is recommended to use as a tool of aligning the breast cancer patients. The part of daily CBCT imaging can be replaced with the optical system alignment.</p>			
Keywords Catalyst system, optical surface system, breast cancer, cone beam computed tomography			

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	6
2	RINTASYÖVÄN SÄDEHOITO	8
2.1	Sädehoidon suunnittelu	8
2.2	Sädehoidon annossuunnittelukuvaus ja annossuunnittelu	8
2.3	Sädehoidon fraktiointi	10
2.4	Sädehoidon paikannuskuvantaminen	11
2.5	Hengitystahdistettu sädehoito	11
2.6	Sädehoidon toteutus	12
2.7	Sädehoidon laadunvarmistus	12
3	CATALYST-JÄRJESTELMÄ POTILAAN ASETTELUN, TARKKAILUN JA HENGITYSTAHDISTETTUIJEN HOITOJEN TOTEUTTAMISESSA	13
3.1	cPosition sovellus	13
3.2	cMotion sovellus	15
3.3	cRespiration sovellus	15
4	SENTINEL-JÄRJESTELMÄ SÄDEHOIDON TOTEUTTAMISESSA	16
5	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	18
6	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	19
6.1	Tutkimusmenetelmä ja tutkimusstrategia	20
6.2	Aineiston analyysi	21
7	TUTKIMUSTULOKSET	23
7.1	Vapaassa hengityksessä hoidetut potilaat	23
7.2	Hengityspidätyksessä hoidetut potilaat	27
8	POHDINTA	32
8.1	Tulosten tarkastelua ja johtopäätökset	32
8.2	Ammatillinen kehittyminen opinnäytetyöprosessin aikana	36
8.3	Luotettavuus	36
8.4	Eettisyys	38
8.5	Jatkotutkimusaiheet	38
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTO	40
	LIITE 1: VAPAASSA HENGITYKSESSÄ HOIDETTUIJEN POTILAIDEN ISOSETRIN SIIRTOJEN VAIHTELUVÄLIT, MEDIAANIT JA YLÄ JA ALAKVARTIILIT (N=17)	45

LIITE 2: VAPAASSA HENGITYKSESSÄ HOIDETTujen POTILAI DEN ROTAATIOIDEN VAIHTELUVÄLIT, MEDIAANIT JA YLÄ JA ALAKVARTIILIT (N=17).	45
LIITE 3: HENGITYSPIDÄTYKSESSÄ HOIDETTujen POTILAI DEN ISOSENTRIN SIIRTOJEN VAIHTELUVÄLIT, MEDIAANIT JA YLÄ JA ALAKVARTIILIT (N=23).....	46
LIITE 4: HENGITYSPIDÄTYKSESSÄ HOIDETTujen POTILAI DEN ROTAATIOIDEN VAIHTELUVÄLIT, MEDIAANIT JA YLÄ JA ALAKVARTIILIT (N=23).	46
LIITE 5: AIKAISEMPIEN TUTKIMUSTEN JA TÄMÄN TUTKIMUKSEN TULOSTEN VERTAILUA OPTISELLA KUVANTAMISJÄRJESTELMÄLLÄ	47
LIITE 6: TIEDOTE TUTKIMUKSESTA	48
LIITE 7: SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN	51
LIITE 8: TUTKIMUSLUPA.....	52
LIITE 9: OPINNÄYTETYÖN OHJAUS- JA HANKKEISTAMISSOPIMUS.....	55

1 JOHDANTO

Rintasyöpä on naisten yleisin syöpä ja noin joka yhdeksäs nainen sairastuu rintasyöpään elämänsä aikana. Vuonna 2014 koko Suomessa diagnosoitiin 5008 naisten uutta rintasyöpätapausta. (Suomen syöpärekisteri 2016.) Suurin riski sairastua rintasyöpään on 45–60-vuotiaana, ja riski säilyy aina 75-vuotiaaksi asti. Rintasyövän ennuste on selvästi parantunut kehittyneiden hoitomenetelmien ja varhaisen diagnosoinnin vuoksi. Nykyisin rintasyöpään sairastuneista 90 % selviää. (Palva & Rosenberg-Ryhänen 2011, 4–6.) Merkittäviä riskitekijöitä naisten rintasyöväälle ovat myöhästynyt sukukypsyys, ensimmäisen lapsen saaminen myöhäisemmällä iällä sekä vähäinen lasten lukumäärä. Nuorena aloitettu tupakointi ja runsas alkoholin käyttö suurentavat sairastumisriskiä. Vaihdevuosien aikana annetun estrogeenia ja progesteronia sisältävän hormonikorvaushoidon on todettu lisäävän riskiä sairastua rintasyöpään. (Sankila, Teppo & Vainio 2007, 39.)

Yleisin rintasyövän oire on rinnassa käsin tunnettavissa oleva kyhmy. Muita esiintyviä oireita voivat olla nännistä vuotava kirkas tai verinen neste, ihon vetäytyminen, ihottuma tai värinmuutos. Rintasyövän diagnostiikka koostuu rintojen kliinisestä tutkimuksesta, kuvantamisesta ja koepalasta eli neulanäytteestä. Kliinisessä tutkimuksessa potilaan rinnat palpoidaan kämmenellä tämän ollessa selinmakuulla sekä istuessa. Samalla tarkastellaan rintojen mahdollista kokoeroa, epäsymmetrisyyttä, ihottumaa, haavaumia tai ihon värimuutoksia. (Joensuu, Leidenius, Huovinen, von Smitten & Blomqvist 2007, 485–486.)

Paikallisessa rintasyövässä kirurginen hoito on ensisijainen. Rintasyövän kirurgisia hoitomuotoja ovat resektio eli rinnan osapoisto ja ablaatio eli koko rinnan poisto. Rintaa säästävä leikkaus on ensisijainen vaihtoehto, mikäli kasvain pystytään poistamaan kokonaan 1–2 cm tervekudosmarginaalilla. (Jahkola, Leidenius & Von Smitten 2010, 774–775.) Koko rinta poistetaan, mikäli rinnassa todetaan kookas tai useampi syöpäpesäke, rintasyöpä on tulehduksellinen tai jos potilas itse haluaa koko rinnan poistoa (Joensuu & Rosenberg-Ryhänen 2014, 13). Potilaan toiveesta voidaan poistaa tervekin rinta, mikäli potilaalla on altistava geenivirhe, suvussa on paljon rintasyöpää tai jos rinnan kudoksissa on tapahtunut suurentuneeseen rintasyöpäriskiin viittaavia muutoksia (Joensuu ym. 2007, 494). Molempien leikkausten yhteydessä tehdään kainaloimusolmukkeiden poisto, mikäli siihen on tarvetta. Kasvain on tärkeä poistaa yhtenä kokonaisuutena, sitä ei saa halkaista tai poistaa osina, koska pahanlaatuiset solut pystyvät tunkeutumaan kudoksiin. Leikkauksesta jäljelle jäävä syöpäsolukko pyritään tuhoamaan sädehoidolla, koska se voi kasvaa ja levitä nopeasti. (Joensuu & Rosenberg-Ryhänen 2014, 17–18; Roberts 2007, 132.) Rinnan osapoiston jälkeen sädehoitoa käytetään lähes aina vähentämään taudin uusimisen riskiä (Ojala 2010, 27).

Sädehoidon tavoitteena on toimittaa suuria sädeannoksia hoitokohteeseen, kuitenkin samalla minimoiden annos ympäröiviin terveisiin kudoksiin. Siksi on erittäin tärkeää, että kohde on aseteltu oikein ja että kohteen määrittely ottaa huomioon myös epävarmuustekijät, kuten kohteen mahdollisen liikkeen ja asettelun virheet.

Sädehoidon toteutuksessa potilaan asettelu on keskeinen osa potilaan hoitoa ja sen tarkkuutta. Yleisin tapa asetella rintasyöpäpotilas on käyttää apuna hoituhuoneessa olevia laservaloja ja potilaan iholle tatuoituja referenssipisteitä. Parantamalla potilaan asettelua ja korostamalla potilaalle liikkumattomuuden tärkeyttä hoidon aikana, voidaan hoitokohteelle asetettavia epätarkkuus marginaaleja mahdollisesti pienentää. Pitkän sädehoitojakson aikana tapahtuva potilaan laihtuminen tai kohdealueen turvotus, sekä hoitofraktion aikainen liike aiheuttavat haasteita sädehoidon tarkassa toteutuksessa. Rintasyöpäpotilas on luontainen haaste, sillä rintarauhaskudos ei ole jäykkää kudosta ja se voi liikkua ja muuttaa muotoaan suhteessa luiseen anatomiaan. (Kügele 2012, 12.)

2 RINTASYÖVÄN SÄDEHOITO

Rintasyöpäleikkauksen jälkeinen sädehoito on ollut keskeisessä asemassa rintasyövän hoidossa jo vuosikymmenien ajan (Schratter-Shen 2012, 51). Sädehoidossa käytetään suurienergistä ionisoivaa säteilyä, joka vaurioittaa kasvaimen solujen toiminnan kannalta tärkeitä rakenteita ja vaikuttaa näin etenkin jakautumisvaiheessa oleviin soluihin, jolloin solu tuhoutuu. Syöpäsolujen jakautuminen on normaaleja soluja nopeampaa, joten sädehoidolla pyritään kohdistamaan solujen vaurioittaminen vain pahanlaatuisiin soluihin. Sädehoidolla on kuitenkin vaikutuksia myös terveisiin soluihin. (Kouri, Ojala & Tenhunen 2007, 138–139, 149.) Sädehoito on tarkoitettu paikalliseksi hoitokeinoksi. Sädehoito toimii yksinään sellaisiin kasvaimiin, jotka ovat herkkiä säteilylle. Jos kasvaimien säteilyherkkyys on huono, yhdistetään sädehoito liitännäishoitoihin. Liitännäishoitona voidaan käyttää esimerkiksi kemoterapia-aineita, hormonia, vasta-aineita ja solunsalpaajahoitoja. (Elonen & Elomaa 2007, 161.) Sädehoidon tavoitteena on tuhota kasvaimen ympärillä olevista kudoksista tai imusolmukkeista mikroskooppisia syöpäpesäkkeitä, joiden poisto leikkauksella ei onnistu tai ei ole kannattavaa (Joensuu 2007, 122). Rintaan saattaa jäädä mikroskooppisen pieniä syöpäpesäkkeitä, joita ei pystytä havaitsemaan. Tämän takia sädehoitoa annetaan, jotta viimeisetkin syöpäsolut saataisiin tuhoettua. (Ojala 2010, 22.) Leikkauksen jälkeisen sädehoidon on todettu merkittävästi vähentävän rintasyövän uusiutumista ja vähentävän rintasyöpään kuolleisuutta (Darby, McGale, Correa, Taylor ym. 2011).

2.1 Sädehoidon suunnittelu

Sädehoito alkaa hoidon suunnittelulla, johon kuuluu hoitopäätös, potilaan kuvaaminen ja annosuunnittelu. Suunnittelu toteutetaan moniammatillisena yhteistyönä, jossa sädehoitolääkärillä, sairaalafyysikolla ja röntgenhoitajalla on omat tehtäväalueensa. (Jussila, Kangas & Haltamo 2010, 78.) Hoitotiimissä kokonaisvastuu hoidosta on aina lääkärillä. Sairaalafyysikko vastaa hoidon tekniikasta, annoslaskennasta ja dosimetriasta. Röntgenhoitajien tehtävänä on kuvantaminen, annossuunnittelu, sekä hoidon käytännön toteutus kokonaisuudessaan. (Tenhunen, Ojala, Kouri 2002, 24–25.)

Suunnitteluvaihe alkaa sädehoitolääkärin vastaanotolla, jossa lääkäri arvioi potilaan hoitokelpoisuuden ja potilaalle kerrotaan sädehoidon tavoitteet, hyödyt, sekä mahdolliset haitat. Vastaanotolla tehdään myös päätös hoitoasennosta ja tarvittavista fiksaatiovälineistä, sekä tehdään ohjeet annosuunnittelun tietokonetomografiakuvausta (TT) varten. Lääkäri tekee myös alustavan päätöksen hoitoannoksesta. Lääkärin vastaanoton jälkeen röntgenhoitaja tekee potilaalle vielä tulohaastattelun, jossa kerrotaan tulevasta hoidosta, hoidon aiheuttamista haittavaikutuksista ja muista käytännön asioista. (Jussila ym. 2010, 78–79.)

2.2 Sädehoidon annossuunnittelukuvaus ja annossuunnittelu

Sädehoidon annossuunnittelukuvaus tehdään yleensä tietokonetomografiakuvauskuvaus (TT-kuvaus) (Evans 2008). Uudet tekniikat mahdollistavat myös pelkästään magneettipohjaisen sädehoidon suunnittelun. Korhosen väitöskirja (2015, 50) osoittaa, että on mahdollista muodostaa heterogeeninen pseudo-TT -kuva muuntamalla magneettikuvan intensiteettiä pseudo-Hounsfield yksiköiksi,

ja että kyseistä kuvaa käyttämällä sädehoidon annoslaskennassa ja kuvantaohjauksessa, sädehoidon suunnitteluketjun työvaiheet voidaan suorittaa tarkasti nykyaikaisen sädehoidon edellyttämällä menetelmillä.

Sädehoidon annossuunnittelukuvauksen tarkoituksena on saada mahdollisimman tarkka kuva hoidettavasta alueesta, jotta hoito pystytään kohdistamaan tarkasti oikealle alueelle ja hoidon sivuvaikutuksia saadaan pidettyä mahdollisimman pieninä. Hoidettavan kudoksen sijainti pitää pystyä määrittämään tarkasti, mutta myös sen erottaminen viereisistä terveistä kudoksista on tärkeää. TT-kuvan intensiteetin yksikkö on niin kutsuttu Hounsfieldin yksikkö (HU), joka on verrannollinen elektronitiheyteen. Elektronitiheysjakaumaa tarvitaan annossuunnittelussa, jotta pystytään määrittelemään säteilyn vaimeneminen kudoksissa. (Kouri & Kangasmäki 2009, 947–948.) Koko sädehoitojakson perustana voidaan pitää huolellista ja onnistunutta suunnittelua. (Jussila ym. 2010, 78–79.)

Annossuunnittelukuvaus suoritetaan niin, että potilas on samassa asennossa kuin itse sädehoidon toteutuksessa. Hyvän hoitoasennon löytäminen on tärkeä osa sädehoidon onnistunutta toteutusta. Hoitoasennon määrittämisessä on otettava huomioon potilaan yleiskunto sekä TT-laitteen ja sädehoitolaitteen rajoitukset. Potilaan on pystyttävä olemaan samassa hoitoasennossa jokaisella hoitokerralla, joten asento pyritään tekemään potilaalle mieluisaksi. (Jussila ym. 2010, 82.) Hyvän, toistettavan hoitoasennon takaamiseksi käytetään erilaisia fiksaatiovälineitä, joita ovat erilaiset tuet ja muotit. Ylävartalon sädehoidossa pyritään kädet nostamaan pään yläpuolelle, joten käsille on tärkeää saada hyvä tuki. Käsien tukemiseen voidaan käyttää joko tyhjiöpatjaa, joka muotoutuu potilaan anatomian mukaan, tai erilaisia itse tehtyjä tukia, jonka päälle kädet asetetaan. Rintahoidoissa käytetään rintatelineä, joka mahdollistaa hyvän hoitoasennon toistettavuuden ja hyvän tarkkuuden. (kuva 1.) (Behrend 2011, 292–293.)



KUVA 1. Rintasyöpäpotilaan asennon varmistamiseen käytettävä rintateline.

Suunnittelukuvauksen jälkeen lääkäri määrittää kuvapakkaan hoidettavan kohdealueen, jonka määrittämiseen voidaan tarvittaessa käyttää apuna myös muilla kuvantamismodaliteeteilla tuotettuja kuvia, kuten magneetti- (MRI) tai positroniemissiotomografiakuvia (PET). (Behrend 2011, 276, 288.) Lääkäri määrittää lisäksi kokonaishoitoannoksen sekä fraktioinnin eli minkälaisilla kerta-annoksilla ja kuinka monta kertaa sädehoito toteutetaan. Kohdealueen määrittämisen jälkeen röntgenhoitaja ja/tai sairaalafyysikko tekee tietokonepohjaisen annossuunnitelman samaiseen kuvapakkaan. (Tenhunen ym. 2002, 29–30.)

Annossuunnittelun tarkoituksena on saada hoidon kohdealueelle lääkärin määräämä annos samalla pitäen normaalikudosten annokset niin pieninä kuin mahdollista. Tämä voidaan toteuttaa hoitokenttien suuntauksilla ja moniliuskakollimaattoreilla. Hoitotekniikoita on useita erilaisia, mutta nykyään osa sädehoidon suunnittelusta tehdään käyttämällä intensiteettimoduloituja sädehoitotekniikoita. Nämä perustuvat käänteiseen annoslaskentaan, jossa annossuunnittelujärjestelmälle annetaan kohdealueen ja terveiden kudoksien annostavoitteet ja annosrajat heti suunnittelun alussa. Näiden tavoite- ja annosrajojen perusteella annossuunnittelujärjestelmä laskee jokaiselle hoitokentälle säteilyintensiteetin. Jos kasvain ja säteilylle kriittinen kudos ovat joistain suunnista päällekkäin, voidaan niistä suunnista vähentää säteilyintensiteettiä kriittisen kudoksen suojaamiseksi. Tästä syntyy kenttään aliannos, joka voidaan kompensoida niistä suunnista, joissa kriittinen kudos ei ole tiellä. Kompensointi tapahtuu säteilyintensiteettiä suurentamalla. IMRT-hoidoissa moniliuskakollimaattorit muotoilevat ja muokkaavat säteilyintensiteettiä liikkumalla säteilytyksen aikana. IMRT-hoidot jaetaan kahteen eri hoitotekniikkaan: intensiteettimuokattuun sädehoitoon (IMRT) ja kaarimoduloituun sädehoitoon (VMAT)-hoitoon. IMRT-hoidoissa moniliuskakollimaattorit liikkuvat säteilytyksen aikana, mutta hoitopää pysyy paikallaan. Hoito annetaan aina yhdestä suunnasta kerrallaan. Kaarimoduloidussahoidossa sekä moniliuskakollimaattorit että hoitopää liikkuvat hoitoa annettaessa. Kohdealueeseen voidaan käyttää yhtä tai useampaa kaarikenttää. Kaarihoidot nopeuttavat hoidon antamista ja parantavat säteilyn optimointia. (Valve 2011, 12; Van den steen, Hulstaert & Camberlin 2007, 5–6.)

2.3 Sädehoidon fraktiointi

Sädehoito toteutetaan TT-leikkeisiin pohjautuvan kolmiulotteisen annossuunnitelman perusteella. Sädehoitolääkäri määrittää hoidon kokonaishoitoannoksen sekä fraktioinnin (Tenhunen ym. 2002, 29 – 30). Rintasyövän sädehoidossa yleisin käytössä oleva kokonaisannos on 50 Gy (Gray = 1Gy=1J/kg), joka annetaan 2 Gy:n fraktioissa päivittäin viiden viikon aikana. Sädehoidon fraktiointi tarkoittaa kokonaisannoksen jakamista kerta-annoksiin. Kokonaisannos jaetaan pienempiin kerta-annoksiin, koska mitä korkeampi kerta-annos on, sitä suurempi mahdollisuus on saada myöhäishaittavaikutuksia. (Griffiths 2007, 12.) Osapoiston jälkeen sädehoitoa annetaan jäljelle jääneen rinnan alueelle. Metastasoinnin yhteydessä sädehoitoa annetaan rinnan lisäksi kainalon- sekä soliskuopan alueelle. (Vehmanen 2012.)

Moduloidut sädehoitotekniikat mahdollistavat kasvaimen hoitamisen suuremmilla kerta-annoksilla, kuitenkin samalla vähentäen terveiden kudosten vaurioita. Tästä syystä osapoistetun rinnan hypofraktioidut sädehoidot ovat yleistyneet. Siinä kokonaisannos on esimerkiksi 40,05 Gy, joka annetaan 2,67 Gy:n fraktioissa, päivittäin kolmen viikon aikana tai 2,66 Gy fraktioissa, neljän viikon aikana kokonaisannokseen 42,5 Gy:tä. Hypofraktioidussa rinnan hoidossa pyritään aina mahdollisimman tasaiseen annosjakaumaan. (Kouri & Sailas 2015, 36.) Tutkimusten mukaan hypofraktioinilla saavutetaan yhtä hyvä lokaalikontrolli, kuin perinteisellä viiden viikon aikana annettavalla sädehoidolla. (Agrawal, Aird, Barrett, Barrett-Lee ym. 2008.)

2.4 Sädehoidon paikannuskuvantaminen

Sädehoidon osuvuutta voidaan varmistaa ottamalla konekuvat hoitoalueesta. Tällöin puhutaan kuvantaohjatusta sädehoidosta (Jussila ym. 2010, 95–96). Konekuvat voidaan ottaa sädehoitolaitteen hoitoenergialla (hoitokonekuvaus), sädehoitolaitteeseen liitetyllä röntgenkuvauslaitteistolla (kV-konekuvaus) tai kartiokeilatietokonetomografiakuvauksella. (Evans 2008.) Kartiokeilatietokonetomografiakuvaus (KKTT-kuvaus) on saanut nimensä sen kartiomaisen kuvauskeilan muodon perusteella. Ennen sädehoidon toteutusta tehtävällä kuvantamisella minimoidaan asettelu- ja liike epätarkkuuden aiheuttamat paikannusvirheet, sekä sen avulla voidaan myös reagoida hoitoalueella hoitajakson aikana tapahtuviin muutoksiin, kuten kasvaimen koon muuttumiseen. Hoitotilanteessa otetut kuvat fuusioidaan vastaaviin annossuunnittelukuviin kudosten tai kudokseen asetettujen merkkien avulla. (Kouri & Kangasmäki 2009, 947–948; Kouri & Tenhunen 2013.) Jos hoitotilanteessa otetuissa paikannuskuvissa havaitaan systemaattista virhettä 4–5 mm, tulee se korjata, koska sillä on vaikutusta annosjakaumaan. Virhe luetaan systemaattiseksi, kun virhe on havaittu neljällä hoitokerralla toistuvasti. Satunnaisen virheen merkitys koko hoidon hyvän toteutumisen kannalta on pieni. (Hoskin, Gaze Greener ym. 2008, 23–24.)

2.5 Hengitystahdistettu sädehoito

Nykyisin sädehoidossa hyödynnetään usein myös hengityspidätys- tai hengitystahdistus tekniikkaa (Levitt, Purdy & Perez 2012, 67). Hengitystahdistetun sädehoidon avulla terveen kudoksen saamaa säteilyannosta voidaan vähentää. (Saito, Sakamoto & Oya 2009, 430). Jos hengityслиikettä ei kontrolloida ulkoisen sädehoidon aikana, huomattava määrä tervettä kudosta säteilytetään tarpeettomasti (Kouri & Sailas 2015, 36). Hengitystahdistetulla sädehoidolla voidaan sädehoito toteuttaa sellaisessa hengityssyklin vaiheessa, jossa kasvaimen liike on pienimillään. (Ozhasoglu & Murphy 2002.) Yksi keinoista on syvän sisäänhengityspidätystekniikan (Deep Inspiration Breath Hold, DIBH) käyttö sädehoidon aikana. DIBH-hengitystekniikka maksimoi rintakehän seinämän ja sydämen välistä matkaa, pienentäen sydämen saamaa säteilyannosta. Myös keuhkojen volyymi kasvaa DIBH-hengitystekniikan vuoksi, jolloin keuhkojen tiiviiden väheneminen johtaa pienemmän keuhkomassan sädetykseen. Potilaasta johtuvien tekijöiden vaikutuksia hengityksen mukauttamisen käytön onnistumiselle ovat keuhkokapasiteetti ja potilaan anatomia. Potilaat, joilla on hyvä hengitysfunktio, DIBH-hengitystekniikan käyttö on helpompaa. (Sixel, Aznar & Ung 2001.)

2.6 Sädehoidon toteutus

Sädehoidon toteutus aloitetaan tarkistamalla sädehoitosuunnitelman tiedot verifiointijärjestelmästä. Tämän jälkeen potilas voidaan ottaa sisään hoituhuoneeseen ja asetella potilas suunnittelukuvauksessa valittuun hoitoasentoon. KYSin käytäntönä on varmistaa potilaan asento ja potilaan sijainti suhteessa hoitolaitteeseen eli isosentrin paikka, jokaisella hoitokerralla KKTT-kuvantamisen avulla. Kun potilas on oikeassa asennossa ja isosentri oikeassa kohdassa, voidaan hoito toteuttaa turvallisesti. Sädehoito toteutetaan annossuunnitelman mukaisesti aina haluttuun kokonaisannokseen saakka, jos potilaan anatomia pysyy samanlaisena. (Tenhunen ym. 2002, 29–36.) Röntgenhoitajan työhön kuuluu sädehoidon käytännön toteutuksen lisäksi arvioida ja ohjata potilasta sädehoitokäytien yhteydessä. Röntgenhoitaja kirjaa päivittäin havaintonsa ja keskustelunsa potilaan voinnista sähköiseen hoitokertomukseen. Kirjaamisella turvataan sädehoidon suunnittelu, toteutus ja arviointi (Jussila ym. 2010, 174–175).

2.7 Sädehoidon laadunvarmistus

Sädehoidon laadunvarmistusta säätelevät säteilylaki ja säteilyasetus sekä sosiaali- ja terveysministeriön ohje säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. Sädehoidon laadunvarmistuksen tarkoitus on estää ja rajoittaa säteilystä aiheutuvia haittavaikutuksia. Hyvän hoitotuloksen ja hoidon turvallisuuden perustana on säteilyn kohdistaminen kohdealueelle mahdollisimman tarkasti. Kansainvälisten suositusten mukaan hoitoannoksen epävarmuus ei keskimäärin saisi olla suurempi kuin 5 %. Hoitoannoksen suuri tarkkuusvaatimus edellyttää koko sädehoitoprosessin kattavaa laadunvarmistusta. (ST-ohje 2.1 2011.)

Laadunvarmistus voidaan jakaa tekniseen laadunvarmistukseen ja toiminnan laadunvarmistukseen. Tekninen laadunvarmistus koostuu vastaanottotarkastuksesta, käyttöönottomittauksista sekä teknisestä laadunvalvonnasta. Määräaikaisten tarkastusten lisäksi laitteiden toiminta on tarkastettava korjausten, huoltojen ja päivitysten jälkeen. ST-ohjeessa 2.1 esitetyt laadunvarmistusvaatimukset koskevat esim. seuraavia laitteita: sädehoitokiihdytin, tyköhoitolaite/lähde, sädehoidon simulaattori, sädehoidon annossuunnittelussa tai hoidon varmistuksessa käytettävät kuvantamislaitteet (esim. TT-, röntgenkuvaus-, kartiokeilatietokonetomografia-, PET-, MRI- ja ultraäänilaitte), hoidon kohdistus- ja varmennuslaitteet (esim. laserit, kamerat, optiset asettelujärjestelmät) ja annossuunnittelujärjestelmä. (ST-ohje 2.1 2011.)

Toiminnan laadunvarmistus kattaa koko sädehoitoketjun. Yleisimpien hoitojen kirjallisiin ohjeisiin tulee sisällyttää sädehoitoprosessin kaikki vaiheet, koska hoidon suunnittelussa ja toteutuksessa tarvitaan monenlaisia teknisesti vaativia laitteita ja menetelmiä sekä useiden ammattiryhmien hyvää yhteistyötä. Kirjallisiin ohjeisiin on sisällyttävä myös toimintaohjeet vahinkotilanteiden varalta ja niiden ennalta ehkäisemiseksi. (ST-ohje 2.1 2011.)

3 CATALYST-JÄRJESTELMÄ POTILAAN ASETTELUN, TARKKAILUN JA HENGITYSTAHDISTETTUIJEN HOITOJEN TOTEUTTAMISESSA

Markkinoilta löytyy potilaan asetteluun ja tarkkailuun optista kuvantamista käyttäviä järjestelmiä, joista KYSin sädehoitoyksikössä on ollut käytössä vuodesta 2013 lähtien C-RAD Positioning AB:n toimittama Catalyst-järjestelmä. (kuva 2.) Järjestelmä on optinen pinnan kuvantamisjärjestelmä, jota voidaan käyttää apuna potilaan asettelussa (cPosition), valvoa potilaan asentoa sädehoidon aikana (cMotion) ja toteuttaa hengitystahdistettuja sädehoitoja (cRespiration). Järjestelmä koostuu projektorista (ViALUX DLP kolme suuritehoista LED-valoa), joka heijastaa valoa halutulle pinnalle. Heijastetun valon aallonpituus on 405 nm, joka on näkyvää sinistä valoa. Samassa yksikössä on myös kamera (CCD Pike F032B GOF ASG16), joka tallentaa projisoidun valon pinnalta. Kameran resoluutio on 640 x 480 pikseliä ja järjestelmä voi suorittaa kolme skannausta sekunnissa. Määrittääkseen kohteen etäisyyden, Catalyst-järjestelmä käyttää optista kolmiomittausta määrittääkseen 3D-pinnan kohteesta. (C-RAD 2011.) Se käyttää myös elastista algoritmia laskeakseen isosentrin siirtymän (Li, Sumner & Pauly 2008).

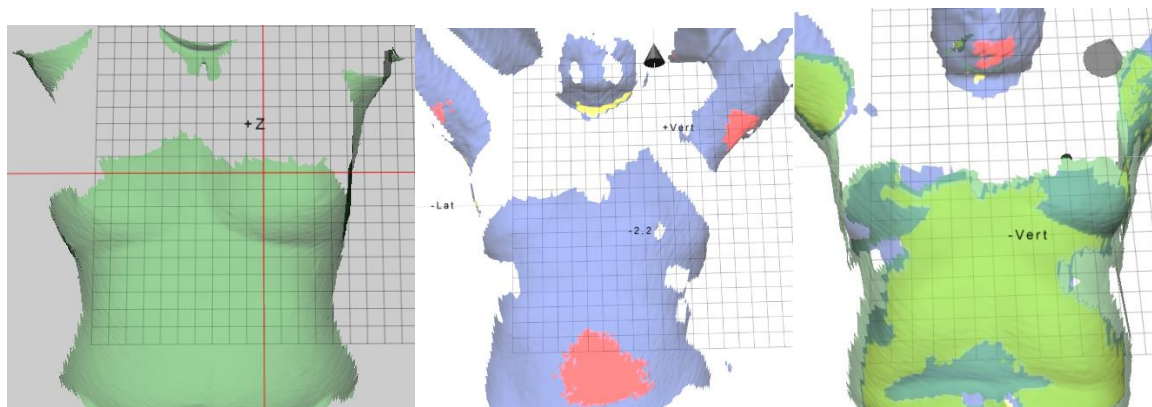


KUVA 2. Catalyst -järjestelmän yksikkö

Catalyst asennetaan tukevasti hoituhuoneen kattoon. Yksikön mitat ovat 620 mm x 280 mm x 400 mm (L * W * H) ja kohteen suurin skannaustilavuus on 800 mm x 1300 mm x 700 mm (X * Y * Z). (C-RAD 2011.) Parhaan tuloksen saavuttamiseksi Catalyst yksikön ja skannattavan kohteen välillä ei saisi olla esineitä. Lisäksi on myös tärkeää, että skannattava kohteen pinta on kuiva ja puhdas ettei synny haitallisia heijastuksia jotka saattavat antaa vääriä tietoja kameralle (C-RAD 2012).

3.1 cPosition sovellus

Catalyst -järjestelmään tuodaan potilaan ääriviivat eli vertailutaso annossuunnittelukuvista tai tekeillä potilaan ääriviivojen skannaus Sentinel -järjestelmällä, joka on laser-pohjainen pinnan skannausjärjestelmä. Kun potilasta asetellaan optisen kuvantamisjärjestelmän avulla, nähdään reaaliaikainen kuva potilaan pinnasta, sekä myös vertailutaso eli referenssi. Järjestelmä ehdottaa mitä muutoksia pitää tehdä, jotta reaaliaikainen kuva ja vertailutaso saadaan kohdalleen. (C-RAD 2011.) Vertailutaso on vihreä ja reaaliaikainen kuva on sininen (kuva 3).



KUVA 3. Vertailutaso, reaaliaikainen kuva ja molemmat päällekkäin aseteltuna.

Järjestelmässä on kahdet erilaiset toleranssirajat, jotka voidaan asettaa manuaalisesti; 1) Kohteen toleranssi määritellään suurimmaksi sallituksi hajonnaksi referenssikuvan isosentrin ja reaaliaikaisen kuvan lasketun isosentrin välillä. Jos hajonta on suurempi kuin esiasetettu toleranssi, numerot monitorilla ovat punaisia ja ehdotetut korjaukset näkyvät monitorilla. Kun isosentri on esiasetettujen toleranssien sisällä, ovat numerot valkoisia (kuva 4.) (C-RAD 2012.)

CALCULATED CORRECTION		
COUCH		
	<i>Absolute</i>	<i>Relative</i>
Lat	+1,9 cm	+0,4 cm
Long	+54,6 cm	-0,2 cm
Vert	-22,5 cm	-1,1 cm
Rot	+1°	+1°
POSTURE		
	<i>Relative</i>	
Roll	0°	
Pitch	-1°	

KUVA 4. "Absolute" ilmoittaa mihin lukemiin pöytä pitää siirtää, "Relative" näyttää valkoisella toleranssien sisällä olevat suunnat ja punaisella toleranssin ulkopuolella olevat suunnat.

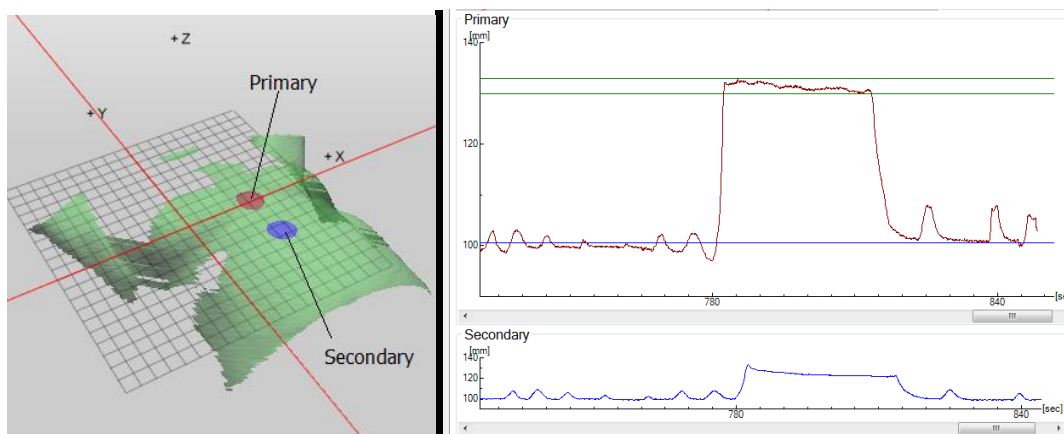
2) Pintatoleranssi määritellään suurimmaksi sallituksi paikalliseksi poikkeamaksi referenssikuvan ja reaaliaikaisen kuvan välillä. Optinen kuvantamisjärjestelmä ehdottaa siirtoja esiasetettujen toleranssien sisään, jos vertailutaso ja reaaliaikainen kuva poikkeavat liikaa toisistaan. Tämä heijastetaan suoraan potilaan iholle väreillä. Järjestelmä vertaa referenssikuvaa reaaliaikaiseen kuvaan ja heijastaa keltaista valoa sille osalle rintakehää, joka on aseteltu liian alhaalle ja punaista valoa sille alueelle, joka on aseteltu liian korkealle. Tällä tavoin asennon virheet voidaan löytää, käyttämättä ionisoivaa säteilyä. Järjestelmä pystyy näyttämään potilaan asemoinnin kuudessa eri suunnassa: Pituus, korkeus ja poikkitaissuunnassa, sekä lisäksi rotaatiot pituusakselin suhteen eli kallistumisen, kääntymisen pystyakselin suhteen eli kääntymisen ja kääntymisen poikkiakselin suhteen eli nyökkäämisen.(C-RAD 2011.)

3.2 cMotion sovellus

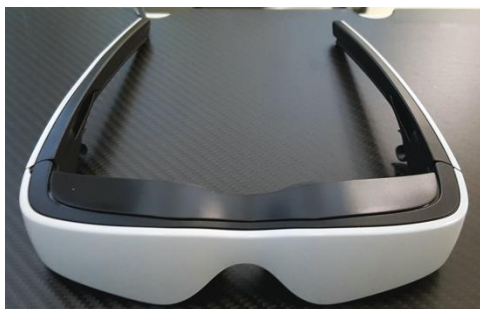
Potilaan asennon pysymistä muuttumattomana seurataan cMotion sovelluksella. Kun potilas on oikeassa hoitoasennossa, tulee henkilökunnan poistua hoituhuoneesta ennen hoidon aloittamista. cMotion sovellusta käyttämällä voidaan potilasta seurata jatkuvasti ja havaita potilaan liike ja varmistaa, että potilas on edelleen samassa hoitoasennossa. Jos potilas jostain syystä muuttaa asentoaan ja menee esiasetettujen toleranssirajojen ulkopuolelle järjestelmä hälyttää ja katkaisee sädehoidon. Järjestelmän tarkkuus liikkeentunnistuksessa on 1 mm kiinteässä kappaleessa. (C-RAD 2011.)

3.3 cRespiration sovellus

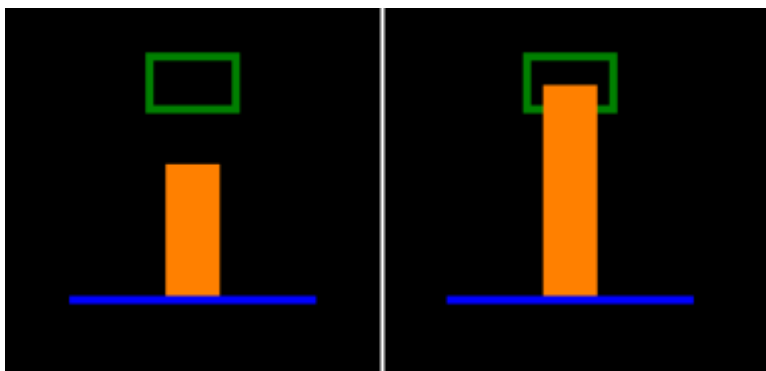
Hengitysliikkeen seuranta on mahdollista cRespiration sovellusta käyttämällä järjestelmässä. Halutulle alueelle heijastetaan seurantapiste (Primary), josta rekisteröidään potilaan hengitystaajuus. Pisteen paikka ja koko ovat säädettävissä. Lisäksi on myös mahdollista käyttää toissijaista (Secondary) pistettä seuraamaan potilaan hengitystaajuutta toissijaisesta paikasta. (kuva 5.) Tätä toimintoa käytetään, kun halutaan suorittaa hengitystahdistettuja sädehoitoja. (C-RAD 2011.) Järjestelmä tarjoaa potilaalle visuaalisen ohjauksen hengitystahdistetun hoidon aikana (kuva 6.). Hengitysliike esitetään lasissa oranssilla palkilla, joka liikkuu ylös ja alas potilaan hengityksen mukaan. Potilas näkee lasissa myös sinisen viivan, joka on potilaan perushengitystaso ja vihreän ikkunan, joka symboloi hengityksen tavoiteikkunaa. Kun potilas hengittää syvään, oranssi palkki liikkuu ylöspäin ja kun palkin kärki on vihreän ikkunan sisällä, on hengityspidätys oikealla tasolla. (kuva 7.) (Bergh 2014, 16.)



KUVA 5. Primary ja Secondary pisteet ja piirtynyt hengityskäyrä.



KUVA 6. Hengitysliikkeen visualisoimiseen käytettävät lasit



KUVA 7. Sininen viiva kuvastaa potilaan perushengitystasoa, oranssi palkki hengityслиikettä ja vihreä laatikko on tavoiteikkuna hengityspidätykselle.

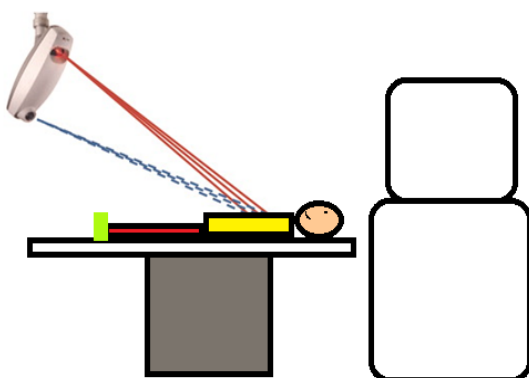
4 SENTINEL-JÄRJESTELMÄ SÄDEHOIDON TOTEUTTAMISESSA

Sentinel -järjestelmällä (kuva 8.) voidaan luoda potilaasta 3D-pinta ja toteuttaa hengitystahdistettuja TT -kuvauksia ja sädehoitoja. Sentinelyksikkö asennetaan tukevasti hoituhuoneen katoon, TT-kuvauslaitteen pöydän jalkopäätyyn. Yksikön koko on 700 mm* 200 mm* 200 mm (L*W*H). Ylimpänä yksikössä on laser, jonka valon taajuus on 690nm, joka on näkyvää punaista valoa. Laseria ohjataan moottoroidulla peilillä, jonka avulla laservalo voidaan pyyhkäistä potilaan rintakehän yli ennen sädehoidon suunnittelukuvausta. Alimpana yksikössä on 1.3 megapixelin TFT-kamera, joka kaappaa takaisin heijastuneen valon. Järjestelmä on kalibroitu TT-laitteen isosentriin potilaan paikkatiedon varmistamiseksi.

Yksikkö on yhdistetty tietokoneeseen, joka ohjaa tietojenkeruuprosessia ja suorittaa optisen kolmiomittauksen laskennat ja pinnan rekisteröinnin. Kun peili on asetettu tiettyyn kulmaan, poikittainen laserviiva heijastetaan potilaaseen. Koska kamera on asennettu peilin alapuolelle, takaisin heijastunut kuva vääristyy johtuen parallaksi-efektistä, mutta optisen kolmiomittauksen avulla on mahdollista poimia 3D-pisteiden koordinaatit. Jokainen peilin paikka tuottaa yhden ääriviivan, joten siirtämällä peiliä ja toistamalla laserviivan heijastus potilaan iholle, voidaan tallentaa nopeasti useita peräkkäisiä ääriviivoja. Täydellinen 3D-pinta sisältää 360 000 mitattua datapistettä. (kuva 9.) Skannauksen nopeus on 30 ääriviivaa sekunnissa ja 40 cm pituisen alueen skannaus kestää noin 2 sekuntia. Kohteen maksimiskannaustilavuus on 900 mm*700 mm* 470 mm (X * Y * Z) ja mittauksen resoluutio on 0,2 mm. (Pallotta, Marrazzo, Ceroti, Silli & Bucciolini 2012, 707; Brahme, Nyman & Skatt 2008.)



KUVA 8. Sentinelyksikkö kuvaushuoneen katossa.



KUVA 9. Käytettäessä Sentinel -järjestelmää yhtenäiset viivat havainnollistavat lasersädettä, joka pyyhkäistään potilaan yli ja katkoviivat sironneen valon, joka rekisteröidään kattoon asennetulla kameralla.

Hengitystahdistetun hoidon suunnittelua varten asetellaan skannatulle alueelle Primary ja Secondary pisteet seuraamaan potilaan hengitysiikettä annosuunnittelukuvauksen aikana. Koska kuvauspöytä liikkuu CT-kuvauksen aikana, ja Sentinelyksikkö on asennettu kattoon, täytyy laser jatkuvasti suunnata uudelleen perustuen pöydän silloiseen sijaintiin. Jotta järjestelmä pystyy seuraamaan pisteitä potilaan rintakehällä, josta hengitystaajuus mitataan, pitää pöydän sijaintia mitata anturilla joka on kytketty CT pöytään kaapelilla. (Jönsson, Ceberg, Nordström, Thornberg & Bäck 2015.)

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Kuopion yliopistollisen sairaalan (KYS), sädehoito-osaston käytäntönä on jokaisella hoitokerralla varmistaa rintasyöpäpotilaan hoitoasento ja hoidon isosentrin paikka KKTT-kuvantamisella. Kuvantaminen aiheuttaa myös vastakkaisen puolen rinnalle eli terveelle rintarauhaskudokselle säteilyannosta. Batumalai, Quinn, Jameson ym. (2015) julkaisemassa tutkimuksessa loppupäätelmänä on, kun harmitaan rinnan alueen kuvantamista, tulee ottaa huomioon potilaan rintojen koko ja vastakkaisen rinnan saama säteilyannos. Alexandra, Holloway, Begg, Nelson ym. (2014) tutkimuksessa selvitettiin rintojen saamaa säteilyannosta megavolttikartiokeilatografiakuvantamisesta fantomin avulla. Vasempaa rintaa hoidettaessa, vasemman rinnan saama säteilyannos kuvantamisesta oli 5.1 mGy oikean rinnan saama säteilyannos 3.9 mGy ja sydän sai 4.0 mGy. Oikeaa rintaa hoidettaessa, oikean rinnan saama säteilyannos kuvantamisesta oli 6.4 mGy, vasemman rinnan 6.0 mGy ja sydämen 4.9 mGy. Oikean puoleista rintaa hoidettaessa annoksen nousu johtuu kuvauslaitteiden kiertosuunnasta. Kumar, Singh, Sharma ym. (2016, 861–862) tutkimuksessa selvitettiin hoidettavan puolen rinnan ja vastakkaisen rinnan saamaa säteilyannosta kartiokeilatietokonetomografiakuvantamisesta. Pienin annos vastakkaisessa rinnassa oli 0,43 cGy ja hoidettavan puolen rinnassa 0,88 cGy. Kymmenen potilaan keskiarvoannos oli vastakkaisessa rinnassa 0,625 cGy ja hoidettavan puolen rinnassa 1,097 cGy. Vaikka vastakkaisen rinnan saama säteilyannos ei ole suuri KKTT -kuvantamisesta, periaatteena on, että kaikissa tilanteissa tulee torjua säteilyn aiheuttamat varhaishaitat. Säteilyaltistus on aina pidettävä niin alhaisena kuin käytännön toimin on mahdollista. (Finlex 592/1991.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on arvioida melko vähän aikaa Kuopion yliopistollisen sairaalan sädehoitoyksikön käytössä ollutta paikannus ja liikkeentunnistus Catalyst -järjestelmän soveltuvuutta rintasyöpäpotilaan asetteluun. Tutkimuksella halutaan selvittää, onko järjestelmä tarpeeksi luotettava potilaan asettelun apuväline, jotta päivittäisestä KKTT-kuvantamisesta voitaisiin luopua rintasyöpäpotilailla. Stovall, Smith, Langholz ym. (2008) tutkimuksen mukaan 1 Gy:n annos vastakkaiseen rintaan altistaa pitkän ajan riskille saada uusi syöpä vastakkaiseen rintaan 40 ikävuoteen asti.

Tutkimusongelmat:

1. Selvittää Catalyst-järjestelmän luotettavuutta rintasyöpäpotilaan asettelussa.
2. Arvioida voidaanko kartiokeilatografiakuvantamisesta luopua rintasyöpäpotilailla.

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimukseen rekrytoitiin 40 ensimmäistä tutkimukseen suostuvaa, säästävasti leikattua rintasyöpäpotilasta. Tutkimukseen osallistuneille henkilöille annettiin kirjallinen informaatio tutkimuksesta ensimmäisellä käyntikerralla ja potilaat ilmoittivat halukkuudesta osallistua tutkimukseen kirjallisella suostumuslomakkeella annossuunnittelun TT-kuvaus päivänä. Tutkimukseen rekrytoitujen potilaiden keski-ikä oli 59 vuotta. Potilaiden hoitokohteista 22 oli vasemman puolen rintoja, 13 oikean puolen rintoja ja viisi oli molemman puolen rintoja. Hoidot toteutettiin Kuopion yliopistollisen sairaalan sädehoitoyksikössä. Potilaan hoidonaikaisen asennon varmistamiseen käytettiin rintatelinettä (kts. kuva 1. sivu 9), molemmat kädet nostettuina pään yläpuolelle käsitukien varaan. Suunnittelukuvaus tehtiin oikean puolen rinnoille vapaassa hengityksessä ja vasemman puolen rinnoille hengityspidätyksessä, jotta sydän saatiin kauemmaksi rintakehästä. Potilaan anatomian tai heikon ko-operoinnin vuoksi kolmen vasemman puolen rintasyöpäpotilaan suunnittelukuvaus ei ollut mahdollista toteuttaa hengityspidätyksessä.

Ennen sädehoidon suunnittelukuvauksen aloittamista, hengityspidätyksessä hoidetuille rintasyöpäpotilaille kerrottiin hengityspidätystekniikasta ja näytettiin kuvasta, millainen näkymä laseissa on, kun hengitetään normaalisti ja miten näkymä muuttuu pidätettäessä hengitystä. (kts. kuva 7. sivu 15) Tämän jälkeen potilaille annettiin ennen kuvauksen aloittamista lasit (kts. kuva 6. sivu 16), joista potilas näkee hengitysliikkeensä. Potilaiden iholle merkittiin tussilla aseteltu -ja referenssipisteet molempiin kylkiin heti rintojen alapuolelle ja sivuttaissuunnassa potilaan keskelle. Sen jälkeen potilas siirrettiin TT-laitteen isosentriin, potilaan referenssipisteisiin ns. nolla-kohtaan. Potilaan ollessa ns. nolla-kohdassa tehtiin potilaan skannaus Sentinel-laserviivaskannerilla, jotta potilaan ääriviivoista saatiin referenssikuva Catalyst-järjestelmään hoitokoneella tehtävää optista asettelua varten. Hengityspidätyksessä hoidetuille potilaille aseteltiin virtuaaliset Primary ja Secondarypisteet potilaan iholle seuraamaan hengitysliikettä. Tämän jälkeen potilaalle määriteltiin sellainen keuhkojen täyttöaste eli hengityksen taso, jossa potilas pystyi pidättämään hengitystä noin 20 sekunnin ajan. Hengityspidätystä harjoiteltiin niin kauan, kunnes hengityksen pidättäminen sujui hyvin määritellyssä tasossa. Tämän jälkeen potilaasta otettiin topogrammi (suunnittelukuva), johon määriteltiin kuvausalue. Kuvauksen yläreuna oli leuankärjen tasolla ja alareuna niin, että keuhkot näkyivät kokonaisuudessaan. Tämän jälkeen potilasta pyydettiin ottamaan keuhkoihin ilmaa potilaalle yksilöllisesti määritettyyn hengitystasoon ja pidättämään hengitystä, kunnes annettiin lupa hengittää kuvauksen päätyttyä. Kuvauksen jälkeen potilaan iholle tatuoitiin referenssipisteet ja potilas sai lähteä kotiin. Vapaassa hengityksessä kuvatuille potilaille kuvaus suoritettiin muutoin samalla tavalla, mutta ilman laseja ja ilman hengityspidätystä. (Työohje 2016.) Kuvauksen jälkeen TT-kuvat siirrettiin annossuunnittelujärjestelmään, jossa lääkäri määritteli hoitoalueen. Tämän jälkeen potilaalle tehtiin annossuunnitelma, jonka teknisen toteutettavuuden ja dosimetrian oikeellisuuden sairaalafysikko tarkistaa. Lääkäri tarkistaa valmiista annossuunnitelmasta, että kriittisten elinten ja hoitokohteen annokset ovat oikein. (Tenhunen ym. 2002, 24–25.) Tämän jälkeen sairaalafysikko siirtää sädehoitosuunnitelman verifiointijärjestelmään ja hoidon isosentrin koordinaatit annossuunnittelujärjestelmästä Catalyst-järjestelmään, jotta järjestelmä tietää missä isosentrin paikka sijaitsee ja näin järjestelmä pystyy määrittämään tarvittavat isosentrin korjaukset potilaan asetellun aikana. (Heikkilä 2016.)

Potilaan tullessa ensimmäiseen sädehoitokertaan hänet aseteltiin oikeaan hoitoasentoon käyttämällä nykyistä asettelutekniikkaa, jossa käytetään apuna laservaloja sekä iholla olevia asettelumerkkejä. Potilaan suoruuden tarkastelussa käytettiin apuna poikittais (lat),- pitkittäis (Ing)- ja korkeussuunnan (vrt) lasereita, joiden risteämiskohta asetettiin tatuointipisteisiin eli ulkoisiin referenssipisteisiin. Käyttämällä näitä asettelumenetelmiä sädehoitoasennosta saa toistettavan. (Griffiths 2007, 119–120.) Näistä merkeistä tehtiin siirto hoidon isosentriin. Ennen varsinaisen sädehoidon aloittamista suoritettiin KKTT-kuvaus potilaan hoitoasennon ja isosentrin paikan varmistamiseksi. Hengityspidätyksessä hoidetuille potilaille kuvaus tehtiin hengityspidätyksessä. Kuvat analysoitiin Elektan lineaari- kiihdyttimien kuvausjärjestelmänä toimivaa X-ray Volume Imageria käyttäen. Annossuunnittelun TT- kuvat ja KKTT- kuvat kohdistettiin päällekkäin rintakehän luisten rakenteiden mukaan, kuten hoidettavan puolen rinnan kylkiluut, rintalasta ja rintaranka osittain. Kohdistuksen perusteella tehtiin tarvittavat isosentrin siirrokset ennen sädehoitofraktion antamista.

Seuraavana päivänä potilaan tullessa hoitoon hänet aseteltiin oikeaan hoitoasentoon käyttämällä optista kuvantamisjärjestelmää. Järjestelmään oli lähetetty potilaan ääriviivat eli vertailutaso Sentinel-järjestelmästä. Potilas siirrettiin hoitopöydällä lähelle hoidon isosentriä, jotta optinen kuvantamisjärjestelmä pystyi laskemaan hoitopöydän siirrot ja näyttämään potilaan asennon virheellisyyden. Järjestelmä näytti numeroin kuvaruudulla, mihin suuntaan pöytää tuli siirtää tai potilasta kääntää, jotta hoidon isosentri oli oikeassa paikassa. Järjestelmä näytti myös värein potilaan iholla, mihin suuntaan potilasta tuli siirtää, jotta potilas oli samassa asennossa kuin annossuunnittelun TT- kuvauksessa. Tämän jälkeen suoritettiin KKTT-kuvaus ja kuvista analysoitiin potilaan asento ja tehtiin hoidon isosentrin siirto paikoilleen. Sen jälkeen sädehoito toteutettiin suunnitelman mukaisesti.

6.1 Tutkimusmenetelmä ja tutkimusstrategia

Kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusta käytetään melko paljon sosiaali-, terveys- ja yhteiskuntatieteissä. Kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän tavoitteena on saada vastaus kysymyksiin, jotka pohjautuvat tutkimusongelmiin. (Heikkilä 2005, 13, 16.) Määrällisessä tutkimusmenetelmässä tutkittava tieto saadaan numeroina tai vaihtoehtoisesti aineisto ryhmitellään numeeriseen muotoon. Numerotiedot tulkitaan ja selitetään sanallisesti. (Vilka 2007, 14.) Lisäksi tuloksia yleensä havainnollistetaan taulukoiden ja kuvioden avulla. Määrällisen tutkimuksen tekijän kysymyksen asettelu on alusta lähtien kurinalaisempi ja rajatumpi kuin laadullisessa tutkimuksessa. Aineiston keruu tapahtuu erilaisten mittausten avulla. (Heikkilä 2004, 36.)

Tutkimuksella on aina jokin tarkoitus tai tehtävä. Tarkoitus ohjaa tutkimusstrategisia valintoja. Kvantitatiiviselle tutkimukselle keskeistä ovat aiemmat teoriat, johtopäätökset aiemmista tutkimuksista, käsitteiden määrittely, suunnitelma aineiston keruusta niin, että se soveltuu määrälliseen mittaamiseen ja tutkittavien henkilöiden valinta eli tarkat otantasuunnitelmat (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 131; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 133, 135). Otoskoon on oltava riittävän suuri, koska tulokset voivat olla sattumanvaraisia, mikäli otoskoko on liian pieni. (Heikkilä 2004, 16, 36.) Aineiston on oltava edustava otos, joka kerätään systemaattisesti perusjoukosta, kuitenkin tutkimukseen

asetettujen rajausten mukaisesti. Otos on pieni osuus perusjoukosta, jossa on samoja ominaisuuksia samassa suhteessa kuin perusjoukossa. (Heikkilä 2008, 33.)

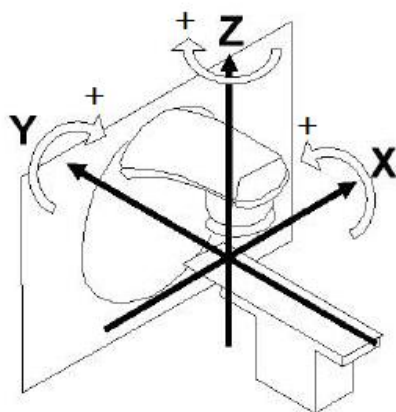
Tutkimusstrategialla tarkoitetaan niitä periaatteellisia valintoja, joilla tutkimus on tarkoitus toteuttaa. Tutkimusstrategia on tutkimuksen menetelmällisten ratkaisujen kokonaisuus, joka ohjaa tutkimuksen menetelmien valintaa ja käyttöä sekä teoreettisella että käytännöllisellä tasolla. (Hirsjärvi ym. 2009, 132.) Tutkimusstrategiaksi valittiin toimintatutkimus, koska opinnäytetyöni oli rintasyöpöpotilaiden hoidon kehittämistä, sillä tutkimuksen avulla haluttiin selvittää, voidaanko päivittäistä KKTT-kuvantamista mahdollisesti vähentää ja näin mahdollisesti vähentää rintasyöpöpotilaiden saamaa ionisoivan säteilyn määrää.

Toimintatutkimuksen tarkoituksena on kehittää uusia taitoja tai uutta lähestymistapaa johonkin tiettyyn asiaan sekä ratkaista ongelmia, joilla on suora yhteys johonkin käytännölliseen toimintaan. Sen tarkoituksena on toteuttaa sekä toiminta että tutkimus samanaikaisesti. Se sopii hyvin tilanteisiin, missä toiminnan avulla pyritään muuttamaan jotakin ja samanaikaisesti lisäämään sekä ymmärrystä että tietoa muutosta kohtaan. (Virtuaali YAMK.) Toimintatutkimuksellinen lähestymistapa mahdollistaa kehittämistyön tutkimuksessa kehittämisprosessien, osallisuuden ja myös asiantuntijuuden näkyväksi tekemisen. Toimintatutkimuksen päämääränä on samanaikaisesti luoda uusia ratkaisumalleja käytännön tilanteeseen sekä lisätä ratkaistavaan haasteeseen liittyvää tieteellistä ymmärrystä. Tutkimusmenetelmän on todettu soveltuvan erityisen hyvin organisaatioiden toiminnan kehittämiseen. Toimintatutkimus pyrkii saattamaan yhteen teorian ja käytännön sekä tutkijat ja käytännön edustajat. (Greenwood & Levin 1998.)

6.2 Aineiston analyysi

Tutkimukseen rekrytoitiin 40 tutkimushenkilöä, koska opinnäytetyön tilaajan mukaan 40 potilaan kohdejoukko oli tarpeeksi kattava antamaan luotettavia ja vertailukelpoisia tutkimustuloksia. Lisäksi otoskoko oli suhteutettava tutkimustarpeisiin ja käytettävissä oleviin resursseihin, joten 40 potilaan kohdejoukko oli riittävän suuri tutkimuksen toteuttamiseksi ja tästä määrästä saatiin tehtyä kattava analyysi optisen kuvantamisjärjestelmän tarkkuudesta.

KKTT-kuvauksista saatiin päätemuuttujat, joita tässä tutkimuksessa olivat potilaskohtaiset isosentrin siirrot (translaatiot) poikittaissuunnassa (Tx, lat) oikealle (+) tai vasemmalle (-). Pituussuunnan siirto (Ty, lng) kraniaalisesti (-) tai kaudaalisesti (+). Korkeussuunnan siirto (Tz, vrt) ventraalisesti (-) tai dorsaalisesti (+). Rotaatiosuunnan korjauksia olivat Rx-suunta (Pitch), Ry-suunta (Roll) ja Rz-suunta (Yaw). (kuva 10.) Toimenpiderajoina rinnan alueen hoidoissa pidettiin Tx, Ty ja Tz-suunnassa 5 mm ja Rx, Ry ja Rz-suunnassa 5° rotaatiota. Tx, Ty, Tz-suunnan korjaukset tehtiin jokaisella hoitokerralla, riippumatta sen suuruudesta. Rotaatiokorjauksia ei tehty, koska KYSin sädehoitoyksikössä ei ole käytössä sädehoitopöytää, joka mahdollistaa rotaatioiden korjaukset potilaan asennossa.



KUVA 10. Hoitopöydän akselien suunnat (Lehmann, Perks, Semon Harse & Purd 2007.)

Aineisto tallennettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan, mutta lopullinen analysointi tehtiin SPSS-ohjelmiston (Statistical Package for Social Sciences) avulla. Määrällisessä tutkimuksessa tulisi valita aina sellainen analyysimenetelmä, joka antaa tietoa siitä, mitä ollaan tutkimassa. Analyysimenetelmän valintaan vaikuttaa se, ollaanko tutkimassa yhtä muuttujaa vai kahden tai useamman muuttujan välistä riippuvuutta ja niiden vaikutusta toisiinsa. Tutkimusongelmat ohjaavat usein analyysimenetelmien valintaa. (Vilka 2007, 118 – 123; Hirsjärvi 2007, 216.) Aineiston analyysissä käytettiin tunnuslukuina keskiarvoa, mediaania, keskihajontaa, vaihteluväliä ja p-arvoa. Keskiarvo kuvaa muuttujien keskimääräistä suuruutta, keskihajonta selittää miten muuttujan arvot jakautuvat keskiarvon ympärille ja mediaani on suuruusjärjestykseen järjestetyn aineiston keskimäinen havainto (Valli 2015, 78). Keskiarvo on herkkä poikkeaville havainnoille ja se ei anna oikeaa kuvaa jakaumasta, mikäli aineistossa on yksikin poikkeavan suuri tai pieni arvo. Vaihteluväli on pienimmän ja suurimman havaintoarvon väli, ja se kertoo kuinka suurja ja pieniä arvoja muuttujat ovat otoksessa saaneet. (Vilka 2007, 123 – 124.) Tämän opinnäytetyön tutkimuksen tuloksia havainnollistettiin pistekuviolla sekä laatikkojana-kuvioilla. Laatikkojana-kuvioista nähdään jakauman mediaani ja laatikko sisältää keskikvartiilivälin eli keskimäiset 50 % havainnoista. Janan päätepisteet esittävät aineiston suurimman ja pienimmän havaintoarvon. (Nummenmaa 2009, 83–84.)

Tilastollisen merkitsevyydestä p-arvo kertoo, millainen riski yleistettävyydellä on. P-arvon ollessa 0,05 tarkoittaa se sitä, että sattuman mahdollisuus on 5 %. Kun p-arvo=0,001 tarkoittaa se sitä, että sattuman mahdollisuus on vain 0,1 %. P-arvon ollessa 0,001 voidaan tuloksia pitää tilastollisesti erittäin merkitsevinä (taulukko 1). (Valli 2015, 103.) Suuria aineistoja käytettäessä p-arvoista tulee helposti tilastollisesti merkitseviä. Vastaavasti pienissä aineistoissa voi havaita ryhmien välillä eroja, vaikkeivat ne olisi tilastollisesti merkitseviä. Tutkijan on siis arvioitava, mitkä tulokset ovat keskeisiä kliinisesti tai tilastollisesti. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2009, 106.)

TAULUKKO 1. p-arvon merkitsevyystasot

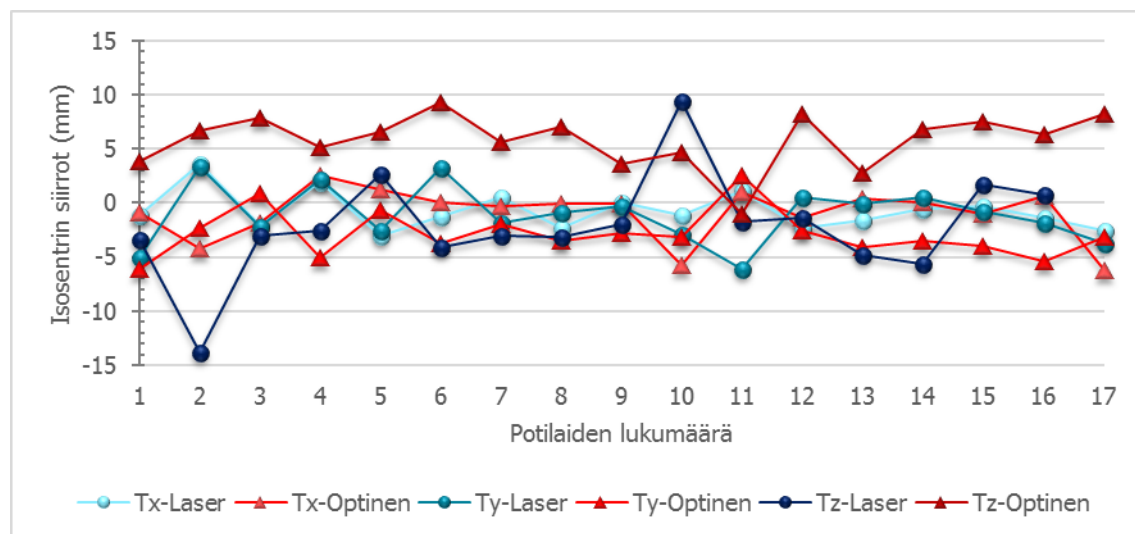
Todennäköisyys	Riskitaso	Sanallinen kuvaus
p < 0.001	0.1 %	Erittäin merkitsevä
p < 0.01	1.0 %	Merkitsevä
p < 0.05	5.0 %	Melkein merkitsevä

7 TUTKIMUSTULOKSET

7.1 Vapaassa hengityksessä hoidetut potilaat

Vapaassa hengityksessä hoidetuista potilaista saatiin 136 havaintoa aseteltuna ihomerkkejä käyttäen ja optisella järjestelmällä aseteltuna saatiin 119 havaintoa. Translaatioiden tarkastelussa suurin isosentrin mediaani oli Tz-optinen suunnassa (6,3 mm) ja pienin Tx-optinen suunnassa (-0,5 mm). Tz-optisen suunnassa havaitaan systemaattista virhettä, verrattuna muihin suuntiin, joissa toisaalta havaitaan enemmän satunnaista virhettä. Suurin vaihteluväli oli Tz-laser suunnassa, kun pienin vaihteluväli oli Tz-optinen suunnassa. (kts. liite 1.)

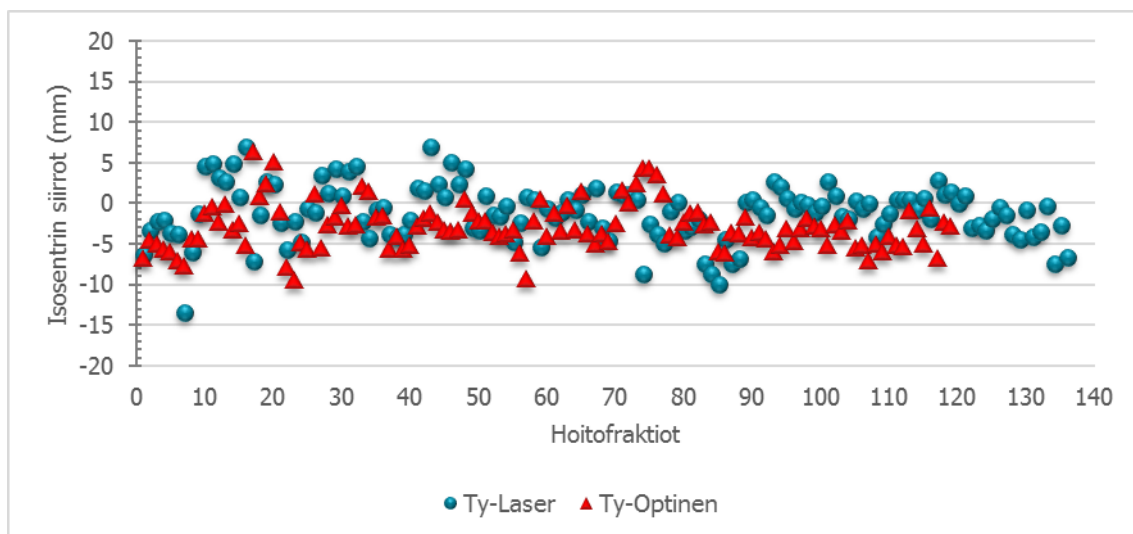
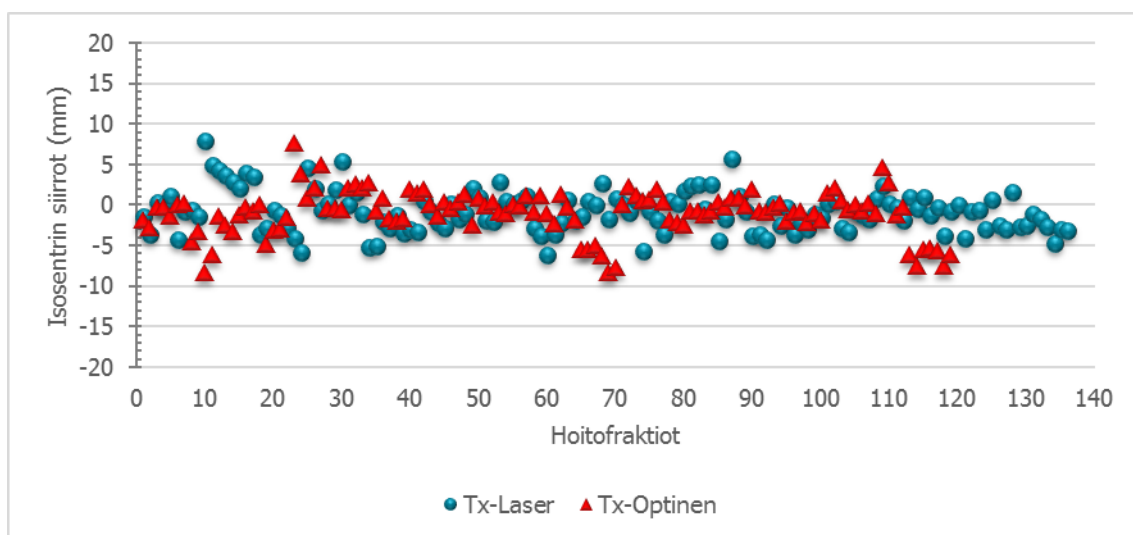
Kuviossa 1 on esitelty vapaassa hengityksessä hoidetun yksittäisen potilaan isosentrin siirtojen keskiarvot aseteltuna ihomerkkejä käyttäen sekä optisella järjestelmällä aseteltuna. Tx-laser suunnan keskiarvo oli -0,7 mm, Ty-laser -1,1 mm ja Tz-laser -2,1 mm. Optisella järjestelmällä aseteltuna keskiarvo oli Tx-suunnassa -0,9 mm, Ty-suunnassa -2,9 mm ja Tz-suunnassa 5,8 mm. Perusjoukosta (n=17) laskettiin 95 % luottamusväli, joka tarkoittaa sitä, että 95 % varmuudella perusjoukon keskiarvo on Tx-laser suunnassa välillä -0,3 mm – -1,2 mm, Ty-laser -0,6 mm – -1,7 mm, Tz-laser -1,3 cm – -2,9 mm ja optisella järjestelmällä aseteltuna Tx-suunnassa välillä -0,5 mm – -1,4 mm, Ty-suunnassa -2,3 mm – -3,4 mm ja Tz-suunnassa 6,7 mm – 5,0 mm.

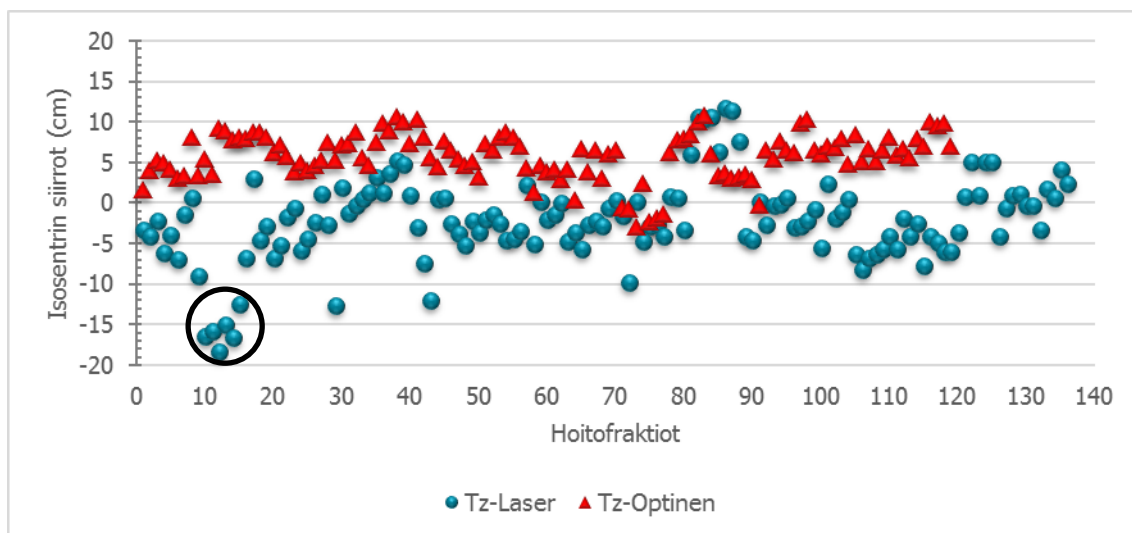


KUVIO 1. Vapaassa hengityksessä hoidettujen yksittäisten potilaiden isosentrin siirtojen keskiarvot aseteltuna ihomerkkejä käyttäen sinisellä ja optisella järjestelmällä aseteltuna punaisella (n=17).

Kuviosta 2 nähdään vapaassa hengityksessä hoidettujen potilaiden translaatioiden hajonta kahdella eri menetelmällä aseteltuna. Tx-suunnassa ihomekkejä käyttäen 95,5 % hoidetuista fraktioista oli 5 mm toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 91,6 % oli toleranssissa. Menetelmien välinen p-arvo Tx-suunnassa oli 0,509, keskihajonnan ollessa 1,7 mm ja 2,4 mm. Ty-suunnassa ihomekkejä käyttäen 89,7% hoidetuista fraktioista oli 5 mm toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 89,0 % oli toleranssissa. Menetelmien välinen p-arvo Ty-suunnassa oli 0,000, keskihajonnan ollessa 2,6 mm ja 2,2 mm. Kuviosta näkyy, että Ty-suunnassa hajonta on suurempaa, kuin Tx-suunnassa.

Tz-suunnassa ihomekkejä käyttäen 78,7 % hoidetuista fraktioista oli 5 mm toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 46,2 % oli toleranssissa. Menetelmien välinen p-arvo oli 0,000, keskihajonnan ollessa 4,6 mm ja 2,5 mm. Kuviosta havaitaan, että optisella järjestelmällä aseteltuna isosentrin siirto oli systemaattisesti dorsaalisuuntaan. Korkeussuunnan vaihtelu oli kuitenkin optista kuvantamisjärjestelmää käyttämällä pienempää, kuin aseteltuna laservaloja ja ihomekkejä käyttäen. Ympyröidyssä kohdassa näkyy systemaattinen virhe myös ihomekkeihin aseteltuna, koska potilas oli kokonsa puolesta hankalasti aseteltava.

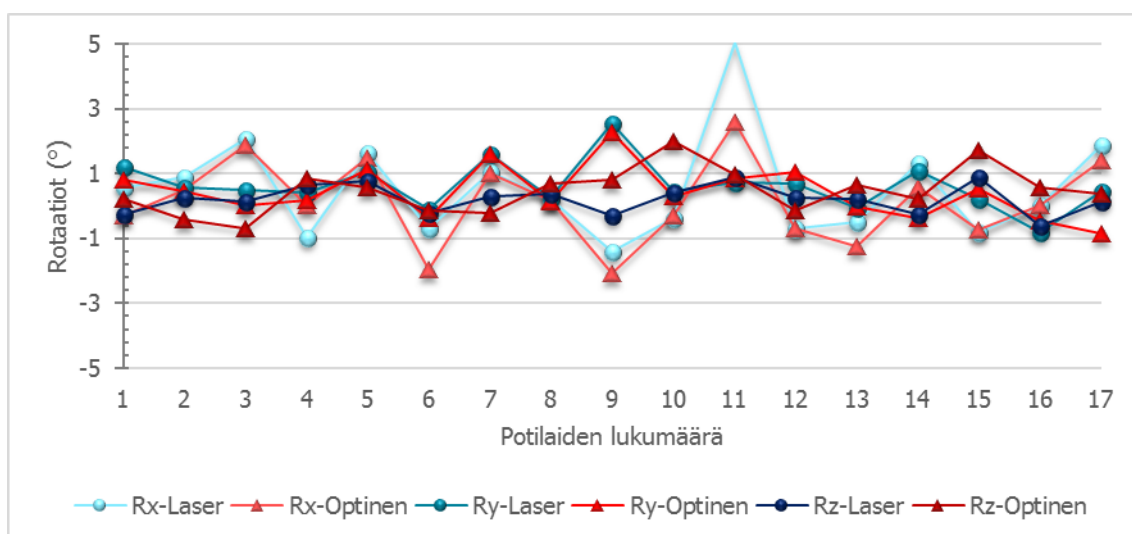




KUVIO 2. Vapaassa hengityksessä hoidettujen potilaiden translaatioiden vaihtelu kaikilla hoitofraktioilla (n=136).

Rotaatiosuunnissa Rx-laserilla oli suurin vaihteluväli ($-3,4^{\circ} - 9,6^{\circ}$) ja pienin Rz-laser suunnassa ($-2^{\circ} - 2,3^{\circ}$). Rx-laser ja Ry-laser suunnissa oli systemaattista virhettä, kun muissa suunnissa havaitaan enemmän satunnaista virhettä. Molemmilla menetelmillä aseteltuna rotaatioiden mediaanit ovat hyvin pieniä. Suurin osa havainnoista sijoittuu 5° toleranssiin. (kts. liite 2.)

Kuviossa 3 on esitelty vapaassa hengityksessä hoidetun yksittäisen potilaan rotaatiokorjausten keskiarvot aseteltuna ihomerkkejä käyttäen sekä optisella järjestelmällä aseteltuna. Rx-laser suunnan keskiarvo oli $0,54^{\circ}$, Ry-laser $0,63^{\circ}$ ja Rz-laser $0,21^{\circ}$. Optisella järjestelmällä aseteltuna keskiarvo oli Rx-suunnassa $0,13^{\circ}$, Ry-suunnassa $0,42^{\circ}$ ja Rz-suunnassa $0,46^{\circ}$. Luottamusvälillä 95 %, perusjoukon keskiarvo oli Rx-laser suunnassa välillä $-3,3^{\circ} - 4,3^{\circ}$, Ry-laser $0,39^{\circ} - 0,85^{\circ}$, Rz-laser $0,37^{\circ} - 0,38^{\circ}$ ja optisella järjestelmällä aseteltuna Rx-suunnassa välillä $-0,1^{\circ} - 0,36^{\circ}$, Ry-suunnassa $0,15^{\circ} - 0,63^{\circ}$ ja Rz-suunnassa $0,28^{\circ} - 0,65^{\circ}$.

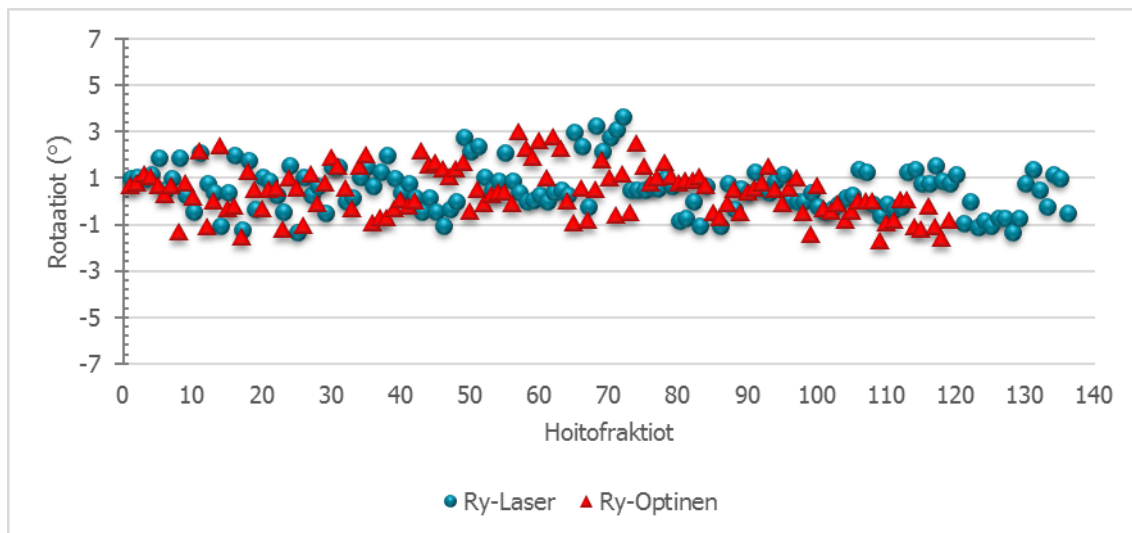
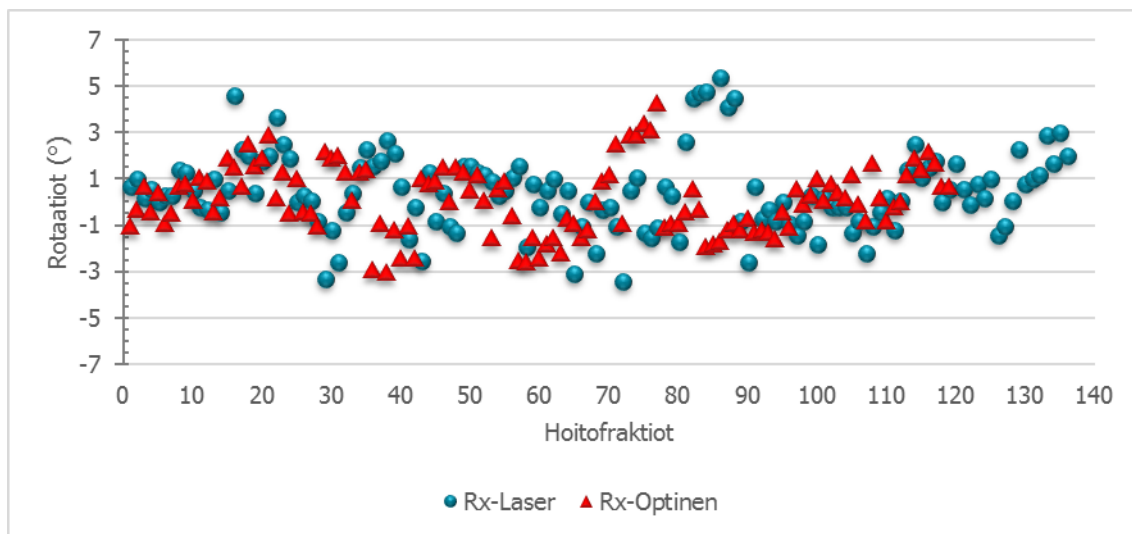


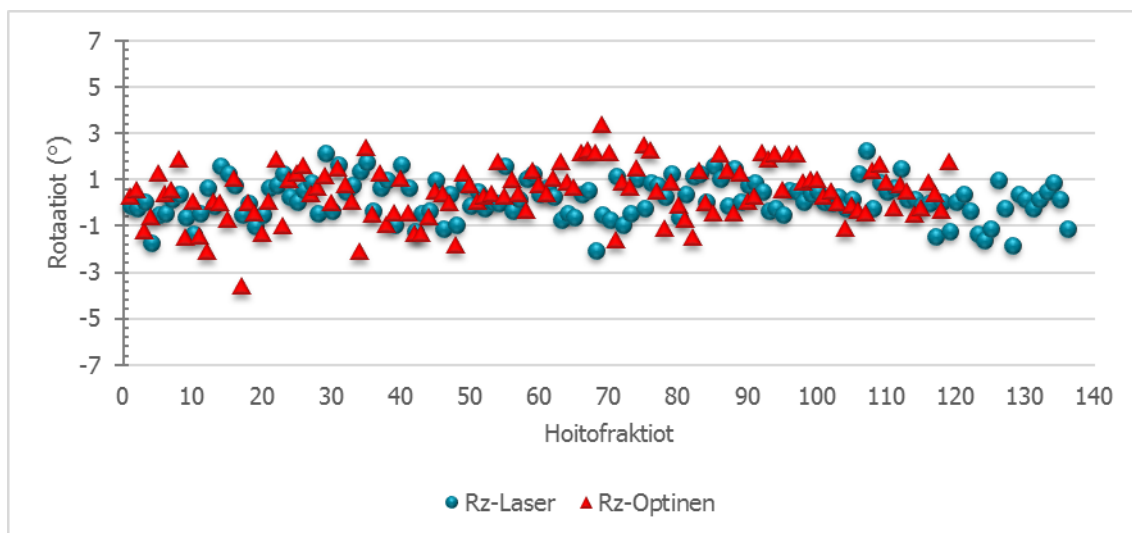
KUVIO 3. Vapaassa hengityksessä hoidettujen yksittäisten potilaiden rotaatiokorjausten keskiarvot aseteltuna ihomerkkejä käyttäen sinisellä ja optisella järjestelmällä aseteltuna punaisella (n=17).

Kuviosta 4 nähdään vapaassa hengityksessä hoidettujen potilaiden rotaatiosuuntien hajonta kahdella eri menetelmällä aseteltuna. Rx-suunnassa ihomerkkejä käyttäen 99,3 % hoidetuista fraktioista oli

5° toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 100 % oli toleranssissa. Yksittäinen 9,6° Rx-laserin rotaatio ei näy kuviossa, joka oli toleranssin ulkopuolella. Potilas aseteltiin ja kuvattiin uudelleen. Menetelmien välinen p-arvo oli 0,001, keskihajonnan ollessa 1,57° ja 1,29°.

Ry-suunnassa ihomeerkkejä käyttäen 99,3 % hoidetuista fraktioista oli 5° toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 100 % oli toleranssissa. Menetelmien välinen p-arvo on 0,057, keskihajonnan ollessa 0,74° ja 0,8°. Yksittäinen suuri poikkeama oli 7,2° Ry-laser suunnassa. Rz-suunnassa molemmilla menetelmillä 100 % hoidetuista fraktioista oli 5° toleranssissa. Menetelmien välinen p-arvo oli 0,030, keskihajonnan ollessa 0,44° ja 0,7°.



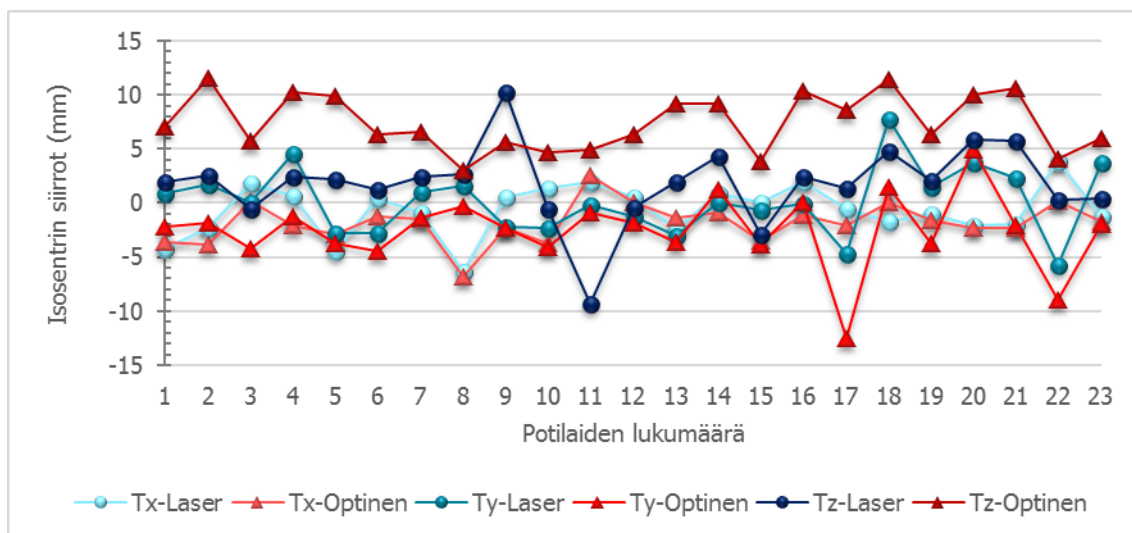


KUVIO 4. Vapaassa hengityksessä hoidettujen potilaiden rotaatiosuuntien vaihtelu kaikilla hoitofraktioilla (n=136).

7.2 Hengityspidätyksessä hoidetut potilaat

Hengityspidätyksessä hoidetuista potilaista saatiin 209 havaintoa aseteltuna ihomerkkejä käyttäen ja optisella järjestelmällä aseteltuna saatiin 186 havaintoa. Suurin isosentrin mediaani oli Tz-optinen suunnassa (7,4 mm) ja pienin Ty-laser suunnassa (0 mm). Tz-optisen suunnassa havaitaan systemaattista virhettä verrattuna sitä muihin suuntiin, joissa havaitaan enemmän satunnaista virhettä. Suurin vaihteluväli oli Ty-optinen suunnassa ja pienin vaihteluväli oli Tx-laser suunnassa. (kts. liite 3.)

Kuviossa 5 on esitelty hengityspidätyksessä hoidetun yksittäisen potilaan isosentrin siirtojen keskiarvot aseteltuna ihomerkkejä käyttäen sekä optisella järjestelmällä aseteltuna. Tx-laser suunnan keskiarvo oli -0,7 mm, Ty-laser 1,1 mm ja Tz-laser 1,8 mm. Optisella järjestelmällä aseteltuna keskiarvo oli Tx-suunnassa -1,8 mm, Ty-suunnassa -2,5 mm ja Tz-suunnassa 7,5 mm. Perusjoukosta (n=23) laskettiin luottamusväli ja 95 % varmuudella perusjoukon keskiarvo oli Tx-laser suunnassa välillä -0,3 mm – -1,3 mm, Ty-laser -0,7 mm – 0,6 mm, Tz-laser 1,1 mm – 2,3 mm ja optisella järjestelmällä aseteltuna Tx-suunnassa välillä -1,5 mm – -2,6 mm, Ty-suunnassa -1,9 mm – -3,2 mm ja Tz-suunnassa 6,6 mm – 7,9 mm.

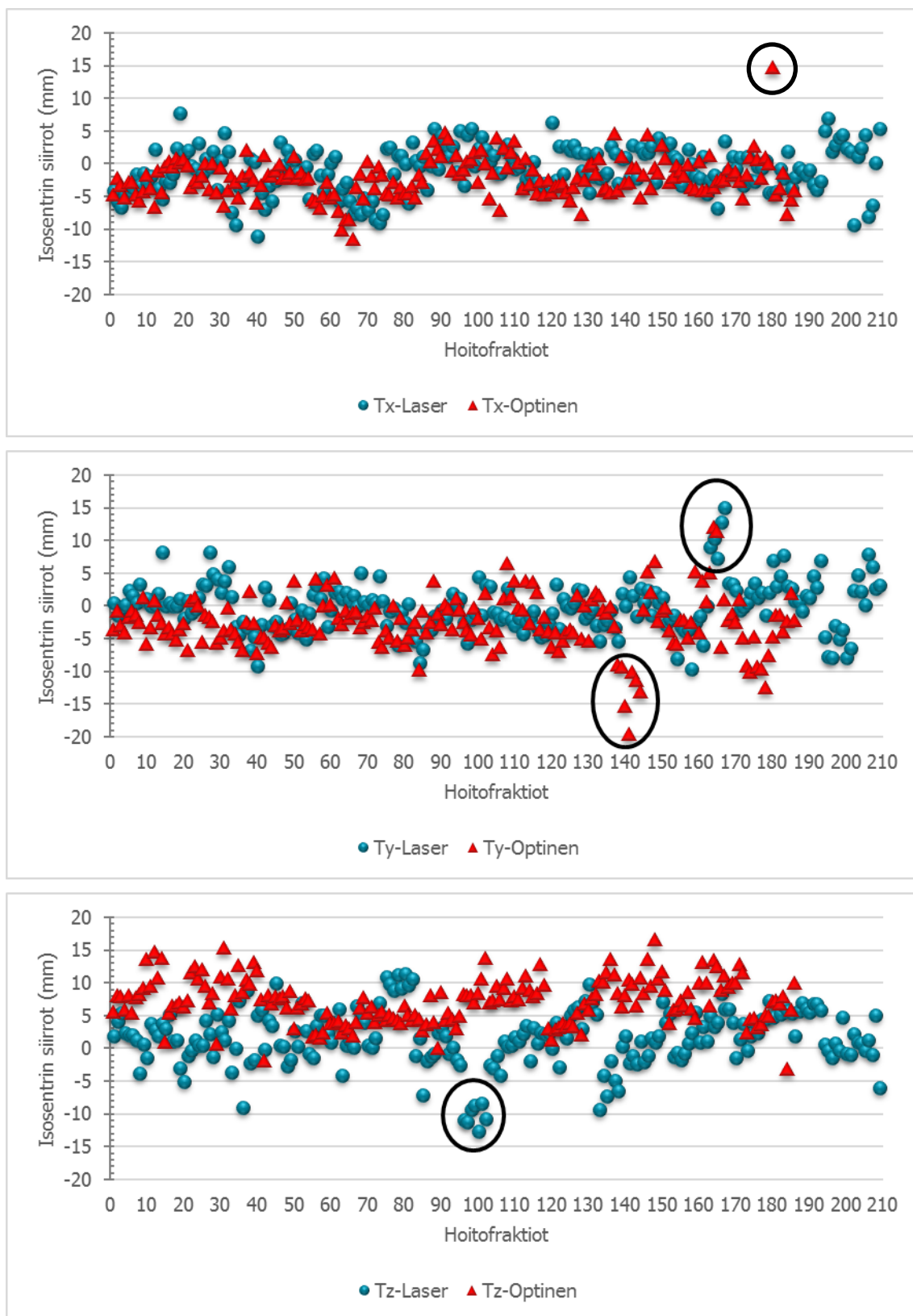


KUVIO 5. Hengityspidätyksessä hoidettujen yksittäisten potilaiden isosentriin siirtojen keskiarvot aseteltuna ihomerkkejä käyttäen sinisellä ja optisella järjestelmällä aseteltuna punaisella (n=23).

Kuviosta 6 nähdään hengityspidätyksessä hoidettujen potilaiden translaatioiden hajonta kahdella eri menetelmällä aseteltuna. Tx-suunnassa ihomerkkejä käyttäen 90,4 % hoidetuista fraktioista oli 5 mm toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 93 % oli toleranssissa. Menetelmien välinen p-arvo oli 0,000, keskihajonnan ollessa 2,4 mm ja 1,9 mm. Ympyröity piste on satunnainen virhe potilaan toisella hoitofraktiolla.

Ty-suunnassa ihomerkkejä käyttäen 88,5 % oli 5 mm toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 84,4 % oli toleranssissa. Kuviosta ympyröitiin suurimmat poikkeamat, kahdesta eri potilaasta. Molemmissa tapauksissa potilaan olkapää oli KKTT-kuvien mukaan useita kertoja eri asennossa kuin referenssikuvissa ja lisäksi potilaan rintakehä oli hyvin tasainen, joka aiheutti ongelmia optiselle kuvantamisjärjestelmälle. Menetelmien välinen p-arvo on 0,000, keskihajonnan ollessa 3,1 mm ja 3,4 mm.

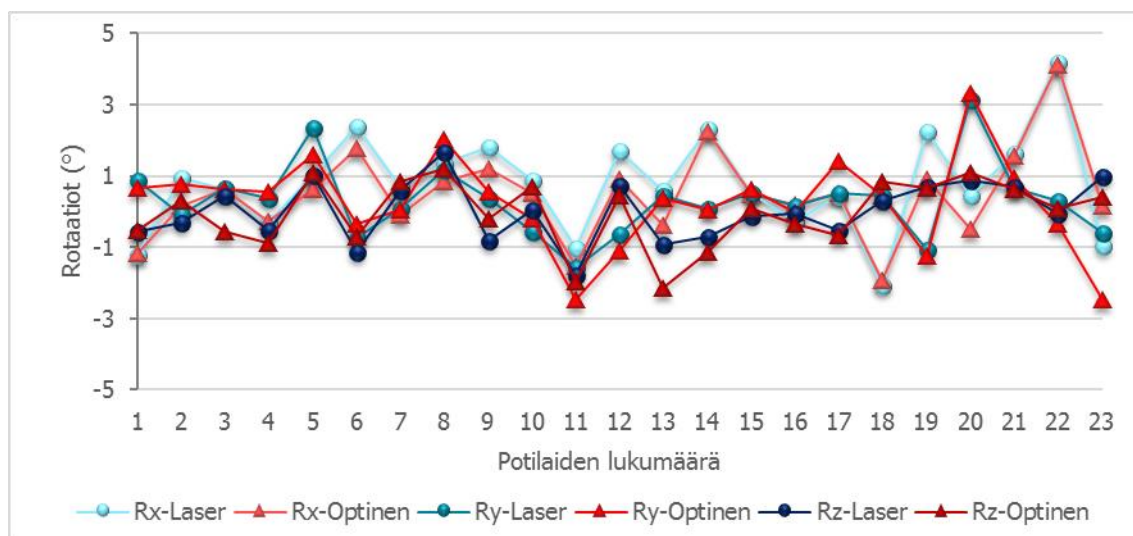
Tz-suunnassa aseteltuna ihomerkkejä käyttäen 79,9% hoidetuista fraktioista oli 5 mm toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 35,5 % oli toleranssissa. Kuviosta nähdään selkeästi, että optisella järjestelmällä aseteltuna Tz-suunnassa olevat siirrot olivat systemaattisesti dorsaalisuuntaan. Korkeussuunnan vaihtelu oli kuitenkin optisella kuvantamisjärjestelmällä pienempää, kuin aseteltuna ihomerkkeihin. Menetelmien välinen p-arvo oli 0,000, keskihajonnan ollessa 3,6 mm ja 2,6 mm. Ympyröidyssä kohdassa potilaan käden asento oli usein väärin.



KUVIO 6. Hengityspidätyksessä hoidettujen potilaiden translaatioiden vaihtelu kaikilla hoitofraktioilla (n=209).

Rotaatiosuunnissa Rx-laserilla oli suurin vaihteluväli ($-4,1^{\circ} - 6,7^{\circ}$) ja pienin Rz-laser suunnassa ($-2^{\circ} - 2,3^{\circ}$). Molemmilla menetelmillä havaitaan satunnaista virhettä ja selkeää systemaattisuutta ei ole nähtävissä. Rotaatioiden mediaanit ovat hyvin pieniä ja asettuvat lähelle nollaa. Suurin osa havainnoista sijoittuu 5° toleranssiin. (kts. liite 4.)

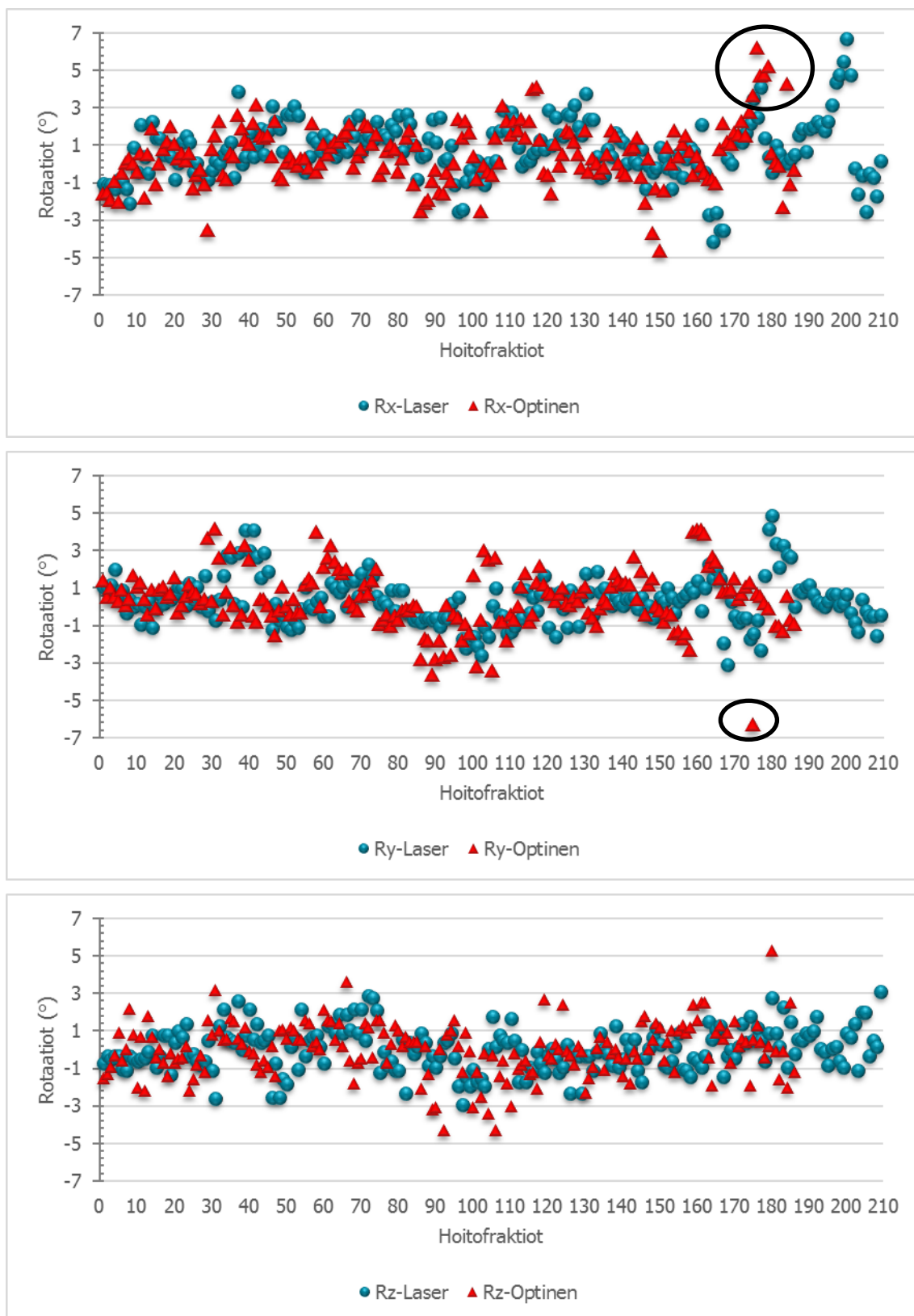
Kuviossa 7 on esitelty hengityspidätyksessä hoidetun yksittäisen potilaan rotaatiokorjausten keskiarvot aseteltuna ihomerkkejä käyttäen sekä optisella järjestelmällä aseteltuna. Rx-laser suunnan keskiarvo oli $0,78^\circ$, Ry-laser $0,30^\circ$ ja Rz-laser $0,02^\circ$. Optisella järjestelmällä aseteltuna keskiarvo oli Rx-suunnassa $0,48^\circ$, Ry-suunnassa $0,26^\circ$ ja Rz-suunnassa $-0,04^\circ$. Luottamusvälillä 95 %, perusjoukon keskiarvo oli Rx-laser suunnassa välillä $0,51^\circ - 1,2^\circ$, Ry-laser $0,08^\circ - 0,6^\circ$, Rz-laser $-0,14^\circ - 0,26^\circ$ ja optisella järjestelmällä aseteltuna Rx-suunnassa välillä $0,22^\circ - 0,88^\circ$, Ry-suunnassa $0,04^\circ - 0,58^\circ$ ja Rz-suunnassa $-0,20^\circ - 0,22^\circ$.



KUVIO 7. Hengityspidätyksessä hoidettujen yksittäisten potilaiden rotaatiokorjausten keskiarvot aseteltuna ihomerkkejä käyttäen sinisellä ja optisella järjestelmällä aseteltuna punaisella (n=23).

Kuviosta 8 nähdään hengityspidätyksessä hoidettujen potilaiden rotaatiosuuntien hajonta kahdella eri menetelmällä aseteltuna. Rx-suunnassa ihomerkkejä käyttäen 99 % hoidetuista fraktioista oli 5° toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 99,5 % oli toleranssissa. Menetelmien välinen p-arvo oli 0,000, keskihajonnan ollessa $1,39^\circ$ ja $1,27^\circ$. Kuviosta on ympyröity potilastapaus, joka oli hankala aseteltava kokonsa puolesta ja tästä syystä rotaatioissa oli suurempaa variaatiota molemmilla menetelmillä.

Ry-suunnassa ihomerkkejä käyttäen 100 % hoidetuista fraktioista oli 5° toleranssissa ja optisella järjestelmällä aseteltuna 98,9 % oli toleranssissa. Menetelmien välinen p-arvo on 0,739, keskihajonnan ollessa $1,02^\circ$ ja $1,3^\circ$. Ympyröity piste on samasta potilastapauksesta, kuin Rx-suunnassa. Rz-suunnassa molemmilla menetelmillä 100 % hoidetuista fraktioista oli 5° toleranssissa. Menetelmien välinen p-arvo oli 0,527, keskihajonnan ollessa $0,83^\circ$ ja $0,93^\circ$.



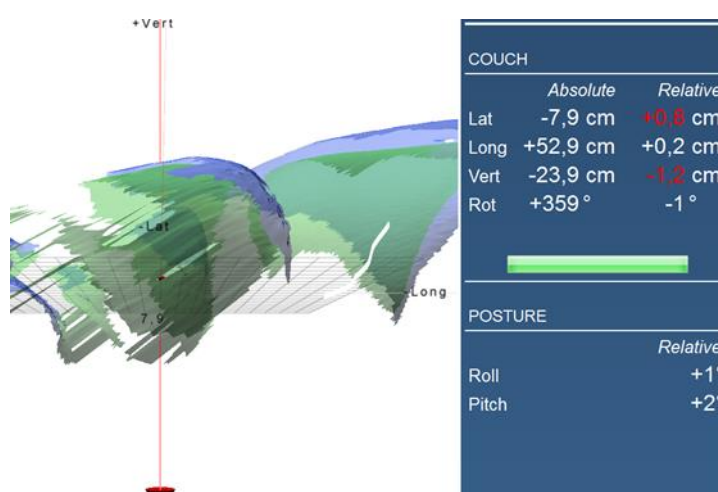
KUVIO 8. Hengityspidätyksessä hoidettujen potilaiden rotaatiosuuntien vaihtelu kaikilla hoitofraktioilla (n=209).

8 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voidaanko Catalyst-järjestelmän avulla asetella rintasyöpäpotilas sädehoitoasentoon tarpeeksi luotettavasti, jotta päivittäisestä kartiokeilatografiakuvantamisesta voitaisiin luopua. Tutkimustuloksissa verrattiin kahden erilaisen asettelumenetelmän tarkkuutta toisiinsa. Tuloksissa verrattiin tehtyjä isosentrin siirtoja ja rotaatioiden korjauksia aseteltuna laservaloja ja ihomerkkejä apuna käyttäen verrattuna optiseen kuvantamisjärjestelmään. Tutkimuksessa saatiin vastaukset kaikkiin tutkimusongelmiin. Tutkimustulokset antavat mahdollisuuden lähteä kehittämään rintasyöpäpotilaan asettelua optisen kuvantamisjärjestelmän avulla. Liitteessä 5. on esitelty tämän tutkimuksen ja myös aikaisempien tutkimusten keskiarvot ja keskihajonnat vertailun helpottamiseksi.

8.1 Tulosten tarkastelua ja johtopäätökset

Tutkimuksen aikana havaittiin, että molemmissa potilasryhmissä optisella kuvantamisjärjestelmällä oli ongelmia korkeussuunnan tarkkuuden kanssa. Esimerkki kuvasta 11 nähdään KKTT-kuvauksen ja sen perusteella tehtyjen siirtojen jälkeen optisen kuvantamisjärjestelmän ehdottamat korjaukset. Tämän hoitofraktion kohdalla nähdään, että optinen kuvantamisjärjestelmä ehdottaa 12 mm korjausta korkeussuunnassa ja 8 mm korjausta sivusuunnassa, vaikka potilaan hoidon isosentri oli paikallaan kuvauksen perusteella. Referenssikuvaa ja reaaliaikaista kuvaa vertailtaessa nähdään, että vatsan alueella oli merkittävä ero, vaikka kuvien pitäisi olla päällekkäin. On mahdollista, että järjestelmä määrittä korjaukset vatsan alueelta, koska sillä alueella oli enemmän informaatiota referenssikuvan muodossa. Aikaisemmissa tutkimuksissa referenssikuvaa oli lyhennetty molemmista päistä, jotta optinen kuvantamisjärjestelmä määrittäisi korjaukset paremmin itse mielenkiintoalueelta (Kügele 2012, 28).



KUVA 11. Esimerkki Catalyst -järjestelmän epätarkkuudesta korkeussuunnassa.

Pallotta, Vanzi, Simontacchi ym. (2015) Vertailivat optisen kuvantamisjärjestelmän (Sentinel) asettelutarkkuutta lantion ja rintakehän alueella. Käyttämällä optista kuvantamisjärjestelmää ja KKTT-kuvantamista tai ortogonaalisia (etu ja sivu) paikannuskenttiä rintakehän alueella 50 % hyötyi opti-

sesta järjestelmästä ja 57 % KKTT-kuvantamisesta, kun näitä verrattiin pelkkään ihomerkkien mukaan asetteluun. KKTT-kuvantamisella päästiin parempaan tarkkuuteen, kuin optisella järjestelmällä. Huomioitavaa kuitenkin oli, että optisella kuvantamisjärjestelmällä päästiin yhtä hyvään asettelutarkkuuteen kuin käyttämällä laservaloja ja ihomerkkejä. Pallottan ym. tutkimus tuloksista havaittiin, että optista kuvantamisjärjestelmää käyttämällä pituussuunnan ja korkeussuunnan asettelutarkkuus huononi. Rintakehän alueella keskiarvo ja keskihajonta olivat Tx-suunnassa $-0,3 \pm 2,7$ mm, Ty-suunnassa $0,0 \pm 3,8$ mm ja Tz-suunnassa $1,3 \pm 2,7$ mm.

Stielerin, Wenzin, Scherrerin ym. (2012) tutkimuksessa selvitettiin optisen kuvantamisjärjestelmän (Catalyst) asettelutarkkuutta lantion, rintakehän, sekä pään - ja kaulan alueella. Tutkimuksessa potilaat aseteltiin laservaloja ja ihomerkkejä apuna käyttäen oikeaan hoitoasentoon. Asettelyn jälkeen tehtiin KKTT-kuvaus, kuvat analysoitiin ja hoidon isosentri siirrettiin paikoilleen. Tämän jälkeen optisella kuvantamisjärjestelmällä katsottiin vastaavuus suhteessa KKTT-kuvaukseen. Tx-suunnassa keskiarvo ja keskihajonta olivat $-1,2 \pm 3,6$ mm, Ty-suunnassa $0,8 \pm 5,1$ mm ja Tz-suunnassa $0,8 \pm 4,3$ mm. Rx-suunnassa $0,3 \pm 1,0^\circ$, Ry-suunnassa $0,1 \pm 0,9^\circ$ ja Rz-suunnassa $0,6 \pm 1,4^\circ$. Pituussuunnan ja korkeussuunnan poikkeamien arveltiin johtuvan hengitysvaihtelusta. Tutkimuksessa todettiin optisen kuvantamisjärjestelmän ja KKTT-kuvauksen välillä olevan hyvä yhteneväisyys ja että optisella kuvantamisjärjestelmällä potilas voidaan asettaa riittävän tarkasti, jotta KKTT-kuvantamista voidaan vähentää, varsinkin jos hoidettava kohde on lähellä pintaa. Tässä tutkimuksessa translaatioiden keskihajonta optisella kuvantamisjärjestelmällä vaihteli molemmissa potilasryhmissä välillä $1,9$ mm– $3,4$ mm. Stielerin ym. (2012) tutkimuksessa keskihajonta vaihteli välillä $3,6$ mm– $5,1$ mm, joten keskihajonta oli pienempää tässä tutkimuksessa.

Potilasryhmien välillä näkyy selkeästi, että hengityspidätyksessä hoidettujen potilaiden asento muuttui asettelyn jälkeen, kun otettiin hengityspidätys KKTT-kuvausta varten. Korkeussuunnan eroavaisuus on selitettävissä DIBH-tekniikassa käytettävästä tavoiteikkunasta, jonka sisään potilaan tuli päästä, jotta hengityspidätys oli optimaalisella tasolla. (kts. kuva 7. sivu 16) Tavoiteikkunan koko määriteltiin 3 mm kokoiseksi, joten jos potilas pidätti hengitystään laatikon alareunassa tai vastaavasti yläreunassa saadaan tällä aikaiseksi 3 mm eroavaisuus korkeussuunnassa.

Alderliesten, Sonke, Betgen ym. (2013) selvittivät optisen kuvantamisjärjestelmän (Vision RT) soveltuvuutta potilaan asetteluun hengityspidätyksessä hoidetuille potilaille. Tutkimukseen osallistui ($n=20$) potilasta ja 379 hoitofraktiota analysoitiin. Optinen ihon pinnan skannaus suoritettiin samanaikaisesti KKTT -kuvantamisen aikana. Optisella kuvantamisjärjestelmällä asetelluista kerroista laskettiin 95 % luottamusväli. 95 % varmuudella perusjoukon asetteluvirhe on optisella kuvantamisjärjestelmällä aseteltuna Tx-laser suunnassa välillä $-3,4$ – $4,8$ mm, Ty-suunnassa $-4,2$ – $3,9$ mm ja Tz-suunnassa $-5,2$ – $2,3$ mm. Rx-suunnassa $-2,52$ – $3,57^\circ$, Ry-suunnassa $-5,37$ – $3,89^\circ$ ja Rz-suunnassa $-4,47$ – $5,41^\circ$. Rotaatiosuunnissa KKTT-kuvauksen ja optisen kuvantamisjärjestelmän vastaavuus oli huono. Tutkimuksen loppupäätelmänä oli, että optista kuvantamisjärjestelmää ei tulisi käyttää pelkästään potilaan asennon varmistamiseksi. Koska optinen kuvantamisjärjestelmä käyttää korjausten määrittämiseen potilaan ihonpintaa asettelyn aikana on vaikea selvittää, johtuuko korkeussuunnassa

oleva poikkeama anatomian muutoksesta vai muutoksesta potilaan tekniikassa ottaa ilmaa keuhkoihin käytettäessä DIBH-tekniikkaa hengityspidätys hoidoissa. Tässä tutkimuksessa rotaatiosuuntien keskiarvot ja keskihajonnat olivat huomattavasti pienempiä. Tx ja Ty-suunnassa saatiin pienemmät keskiarvot ja keskihajonnat. Tz-suunnassa saatiin samansuuntaisia tutkimustuloksia, kuin Alderlies-ten ym. (2013) tutkimuksessa.

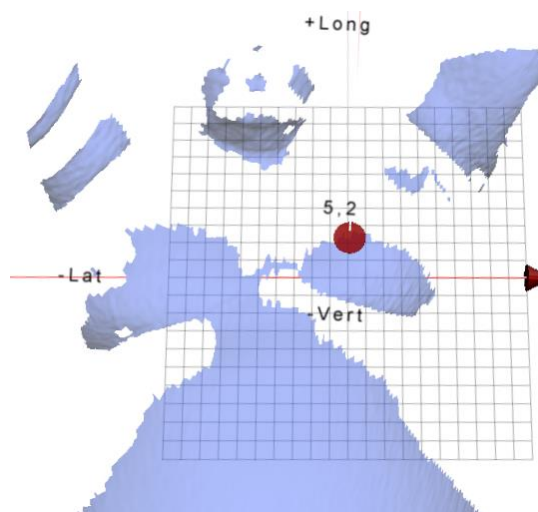
Walterin, Freisledererin, Belkan ym. (2016) tutkimuksessa verrattiin optisen kuvantamisjärjestelmän (Catalyst) tarkkuutta rintakehän, vatsan ja lantion alueella. Rintakehän alueella, aseteltuna laservaloja ja ihomerkkejä käyttäen Tx-suunnan keskiarvo ja keskihajonta olivat $0,7 \pm 2,5$ mm, Ty-suunnassa $-2,0 \pm 3,5$ mm, Tz-suunnassa $0,6 \pm 4,1$ mm. Optisella kuvantamisjärjestelmällä Tx-suunnassa $0,6 \pm 2,6$ mm, Ty-suunnassa $-5,0 \pm 7,9$ mm ja Tz-suunnassa $0,5 \pm 3,2$ mm. Tutkimuksessa ei ollut otettu huomioon rotaatioiden korjauksia. Tutkimuksen yhteenvetona oli, että jos optinen kuvantamisjärjestelmä ei kuitenkaan täysin korvaa KKTT-kuvantamista, niin ainakin se täydentää sitä useimilla potilailla riittävän hyvällä tarkkuudella. Tässä tutkimuksessa saatiin yhteneväisiä tuloksia aseteltuna laservaloja ja ihomerkkejä käyttäen. Optista kuvantamisjärjestelmää käyttämällä tässä tutkimuksessa saatiin Ty-suunnassa pienempi keskiarvo ja keskihajonta, kuin Walterin ym. (2016) tutkimuksessa.

Yksi mahdollinen syy korkeussuunnan poikkeamalle voi olla hoidettavan puolen rinnan käden asennon virheellisyys. KKTT-kuvia analysoitaessa huomattiin, että usein olkavarsi ei ollut samassa asennossa suhteessa referenssikuvaan. Koska rinta ei ole kiinteää kudosta voi väärin aseteltu olkavarsi aiheuttaa rinnassa jopa 9 mm korkeussuunnan poikkeaman (Kügele 2012, 37). Olkavarren asettelu tarkalleen oikeaan asentoon on aikaa vievää, mutta käyttämällä optista kuvantamisjärjestelmää oikein, tältä virheeltä saatettaisiin välttyä.

Korkeussuunnan poikkeamaan voi mahdollisesti myös syynä olla röntgenhoitajien erilaiset työskentelytavat. Jussilan ym. (2010, 148) mukaan potilaan fiksaatio sekä hoitohenkilökunnan määrä voi lisätä asetteluun epätarkkuutta. Sädehoitokoneiden hoitopöytien taipuminen on myös otettava huomioon korkeussuuntaa tarkasteltaessa. KYSin sädehoitoyksikössä todettiin, että sädehoitopöytä taipuu keskimäärin 2–3 mm 65–75 kg painoisella henkilöllä ja tämä voi aiheuttaa korkeussuunnan virhettä. Toisaalta myös TT -kuvauslaitteen pöydällä todettiin olevan 2–4 mm taipuma yhtä suurella kuormalla, joten taipuman pitäisi kompensoitua pöytien välillä. (Heikkilä 2016.)

Eroavaisuus korkeussuunnassa voi myös johtua siitä, että potilaan asetteluun varmistaminen perustuu KKTT-kuvaukseen, jonka avulla minimoitiin systemaattiset ja satunnaiset virheet potilaan asetteluun. Hoitoasennon tarkastuskuvia verrattiin annossuunnittelun TT-kuvan luisiin rakenteisiin. Tutkimuksessa optista kuvantamisjärjestelmää käytettiin yhdessä Sentinel -järjestelmällä luodun referenssikuvan kanssa. Se, että molemmissa asettelumenetelmissä KKTT-kuvia verrattiin luisiin rakenteisiin voi aiheuttaa merkittävän eron kahden asettelumenetelmän välillä, koska optisella järjestelmällä potilaan asennon ja hoidon isosentrin määrittäminen tapahtui potilaan ihon pintaa skannaamalla.

Reaaliaikaisten kuvien laatu vaihteli hoitokertojen välillä ja tämä hankaloitti potilaan asettelua. On tärkeää, että reaaliaikaisten kuvien laatu olisi pysynyt samana kaikkien hoitokertojen välillä. Tutkimuksen aikana ei selvitetty, miten optisen kuvantamisjärjestelmän parametreja pitäisi muuttaa, jotta saataisiin paras mahdollinen kuvanlaatu. Reaaliaikaisissa kuvissa oli joitakin laatueroja, vaikka käytettiin samoja esiasetettuja parametreja jokaisella hoitokerralla. Parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi parametreja tulisi muuttaa tilanteen mukaan. Syitä tähän ilmiöön voi olla skannattavan kohteen kosteus iholla, joka aiheuttaa haitallisia heijastuksia jotka puolestaan antavat virheelistä tietoa järjestelmälle (C-RAD 2012). Toinen syy voi olla potilaan ihon katvealueet, jotka tulevat potilaan rintakehän kaltevuudesta, hengitysvaihtelusta johtuen tai optisen kuvantamisjärjestelmän asemoinnista huoneen katossa. Jos potilaan skannattavalla alueella on katvealueita, järjestelmä ei pysty käyttämään sitä aluetta asennon tunnistamiseen, josta on esimerkki kuvassa 12. Reaaliaikaisten kuvien laatueroja on tutkittava tarkemmin ja on toivottavaa, että reaaliaikaisen kuvan laatua saadaan parannettua.



KUVA 12. reaaliaikainenkuva, jossa valkeat alueet ovat katvealueita.

Tutkimustulosten mukaan optisen kuvantamisjärjestelmän tarkkuus oli hyvällä tasolla kaikissa rotaatio suunnissa sekä Tx- ja Ty-suunnissa. Tz-suunnassa oleva systemaattinen virhe on lähellä KYSin sädehoitoyksikössä käytössä olevaa 5 mm toleranssia. Systemaattiselle virheelle on yleensä syy esim. mittalaitteissa ja se voidaan yleensä korjata helpommin, kuin satunnainen virhe (Routio 2007). Korkeussuunnan poikkeamasta huolimatta tutkimustulokset viittaavat siihen, että optista kuvantamisjärjestelmää voidaan käyttää rintasyöpäpotilaan päivittäisen asetteluun apuvälineenä. Huomattavaa kliinistä eroavaisuutta asettelu menetelmien välillä ei havaittu. Yllättävää tutkimuksessa oli ihomerkkeihin tapahtuvan asetteluun tarkkuus, mutta toisaalta tämä asettelumenetelmä on ollut pitkään käytössä ja röntgenhoitajat ovat sen käyttämiseen hyvin koulutuneet. Kun vertaillaan aikaisempien tutkimusten tutkimustuloksia tämän tutkimuksen tuloksiin, voidaan päätellä, että optisella kuvantamisjärjestelmällä päästään yhtä hyvään asettelutarkkuuteen, kuin laservaloja ja ihomerkkejä käyttäen. Optinen kuvantamisjärjestelmä on turvallinen käyttää ja sen vuoksi järjestelmää voidaan suositella käytettäväksi rintasyöpäpotilaan asetteluun ja korvattavaksi osan päivittäisistä KKTT-kuvantamisista. Potilaat voitaisiin asettaa neljänä peräkkäisenä päivänä optisella kuvantamisjärjestelmällä ja lisäksi varmistaa potilaan sädehoitoasento ja isosentrin paikka KKTT-kuvantamisella. Jos hoitofraktiot asettuisivat 5 mm ja 5° toleranssiin, potilaat voitaisiin asettaa seuraavilla hoitofraktioilla

optista kuvantamisjärjestelmää käyttäen. KKTT -kuvauksella voitaisiin tarkistaa isosentrin paikka 1–2 kertaa viikossa tai tarvittaessa, jos havaitaan potilaan anatomian muuttumista tai asettelu olisi vaikeaa optisella kuvantamisjärjestelmällä.

8.2 Ammatillinen kehittyminen opinnäytetyöprosessin aikana

Opinnäytetyön tekeminen oli haasteellinen projekti. Suurimman haasteen asetti, se että KYSin sädehoitoyksikkö on ainoa optista kuvantamisjärjestelmää käyttävä sädehoitoyksikkö Suomessa, joten vertailupohjaa tutkimuksen tekemiseen ei suomenkielellä ollut. Englanninkielellä löytyi useita aikaisempia tutkimuksia. Näiden läpikäyminen opetti käsittelemään tutkimustietoa hyvinkin kriittisesti. Työn tekeminen oli lopulta kuitenkin erittäin palkitseva kokemus ammatillisen kehittymisen näkökulmasta. Ammatillinen kehittyminen vaatii jatkuvaa oman osaamisen kehittämistä, sitoutumista työhön ja oman ammatti-identiteetin löytämistä (Wallin 2007, 1). Työn tekeminen on antanut erinomaiset valmiudet käyttää tutkittuun tietoon perustuvia ratkaisuja työelämässä esiintuleviin ongelmiin ja niiden ratkaisuihin. Oman ammattitaidon kehittäminen on erittäin tärkeää, mutta yhtä tärkeää on oman alan kehittymisen seuraaminen. Optisten kuvantamisjärjestelmien tuleminen markkinoille on yksi esimerkki alan teknisestä kehityksestä ja muutoksesta. Uuden teknologian ja laitteiden käytön opetteleminen vaatii työntekijältä ammattitaidon kehittämistä ammatin eri osaamisalueilla. Asiantuntijuus vaatii tutkivaa työtettä, sillä havainnoimalla, arvioimalla ja analysoimalla voidaan löytää uusia toimintatapoja ja vaihtoehtoja tehdä asioita paremmin (Janhonen & Vanhanen-Nuutinen 2005, 16).

Asiantuntijana tulee etsiä ja käyttää uutta tietoa monipuolisesti ja joustavasti. Haastavissa tilanteissa tiedän mistä tietoa voidaan löytää, ja miten sen kanssa toimitaan. Asiantuntijana pitää tuntea oman alan työprosessit ja työympäristöt. Työympäristö saattaa muuttua useastikin, mutta ammattitaidon avulla pystyn toimimaan myös uusissa ympäristöissä ja tilanteissa joustavasti. Asiantuntijuus ja ammatillinen kehittyminen ovat jatkuvasti muuttuva prosessi, jossa ammatillinen pätevyys lisääntyy kokemusten ja oppimisen pohjalta. Tälle oppimiselle luovat pohjan työelämän vaatimukset ja koulutuksen antamat valmiudet. Koulutus yksinään ei takaa menestystä asiantuntijalle työelämässä, vaan se vaatii myös kokemusta ja kykyä hankkia tietoa ja toimia kuten asiantuntija. Asiantuntijuus ei ole vain olotila tai saavutettu ominaisuus, vaan vaatii jatkuvaa kehitystä ja aallonharjalla pysymistä. (Janhonen & Vanhanen-Nuutinen 2005, 14–17.)

8.3 Luotettavuus

Tutkimuksen tavoitteena on saada niin totuudenmukaista ja luotettavaa tietoa kuin mahdollista. Luotettavuuden arvioinnissa on hyvä käyttää validiteetti ja reliabiliteetti käsitteitä, jotka kumpikin tarkoittavat luotettavuutta. Reliabiliteetilla tarkoitetaan saatujen tulosten pysyvyyttä, eli toistettaessa tutkimus saadaan samat tutkimustulokset. Tulokset eivät siis ole sattumanvaraisia, vaan mittari tuottaa samat tulokset eri mittauskerroilla. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset ovat samansuuntaisia aikaisempien lähes vastaavien tutkimusten kanssa (Pallotta ym. 2015., Stieler ym. 2012., Alderliesten ym. 2013., Walter ym. 2016). Validiteetti tarkoittaa sitä, että mitataan tutkimusongelman kannalta oikeita asioita. Validissa tutkimuksessa käytetään oikeaa tutkimusmenetelmää, mitataan oikeita

asioita ja oikeilla mittareilla. Tutkimuksen validius on hyvä, jos tutkija ei ole joutunut käsitteiden tasolla harhaan, eikä tutkimuksessa ole systemaattisia virheitä. Opinnäytetyön validiteetti ja reliabiliteetti todetaan, kun kaikki vaiheet on dokumentoitu riittävän tarkasti ja ratkaisut perusteltu, siten, että työn arvioija voi todeta aukottomuuden työn alusta loppuun. (Vilka 2007, 149–152; Heikkilä 2014, 176–177.)

Tutkimuksen reliabiliteettia pystyttiin parantamaan, sillä että tutkimuksen kulku ja toteutus käytiin henkilökunnan kanssa läpi. Ennen tutkimuksen aloittamista opetettiin hoitokoneella työskenteleville röntgenhoitajille, kuinka optisella kuvantamisjärjestelmällä asetellaan rintasyöpäpotilas oikeaan hoitoasentoon. Jokainen sai vuorollaan kokeilla järjestelmän toimivuutta fantomilla ja opetella pöydän liikuttamista järjestelmän ehdottamiin pöydän lukemiin, sekä vertailemaan referenssikuvaa ja reaaliaikaista kuvaa toisiinsa. KKTT-kuvien yhteneväinen tulkintakäytäntö sovittiin virheiden ehkäisemiseksi. Tutkimuksen luotettavuutta lisäsi, että hoitokoneella työskentelevät röntgenhoitajat olivat samat koko tutkimuksen keston ajan ja heille syntyi rutiini rintasyöpäpotilaan asetteluun optisella kuvantamisjärjestelmällä.

Tässä tutkimuksessa validiteettia parannettiin tekemällä Catalyst -ja Sentinel -järjestelmälle joka viikko tekninen laadunvalvontamittaus laitteiston mukana tulleeella fantomilla. (kuva 10.) Mittauksilla varmistettiin, että järjestelmät pysyivät esiasetetuissa 1mm toleransseissa. Laadunvalvontamittauksessa olisi huomattu, jos kameroiden asento olisi muuttunut esim. törmäyksen seurauksesta. Jokaisella laadunvalvontamittauksella järjestelmät olivat alle 1 mm absoluuttisessa tarkkuudessa, joka on erittäin hyvä tarkkuus.



KUVA 10. Catalyst -ja Sentinel -järjestelmän laadunvalvontafantomi.

Tutkijan on oltava koko tutkimuksen ajan tarkka ja kriittinen. Virheitä voi sattua tietoja kerätessä, syötettäessä, käsiteltäessä ja tuloksia tulkittaessa. (Heikkilä 2005, 30.) Tässä tutkimuksessa tutkimusaineisto kerättiin sädehoidon tietojärjestelmästä Excel-taulukkolaskenta-ohjelmaan, johon oli tutkijan toimesta luotu jokaiselle tutkimuspotilaalle oma taulukko aineiston analysointia varten. Tutkija tarkisti tutkimuspotilaista otetut KKTT-kuvat ja syötti numeerisen aineiston taulukkolaskenta-ohjelmaan. Syötettäessä aineistoa tuli olla hyvin tarkkana, jotta positiiviset ja negatiiviset lukuarvot menivät oikein päin ja tästä syystä lukuarvot tarkistettiin kahteen kertaan, jotta virheitä välttyttäisiin.

8.4 Eettisyys

Tutkimusentekoon liittyy useita eettisiä kysymyksiä, jotka tutkijan on otettava tarkasti huomioon. Tiedon hankintaan ja julkistamiseen liittyvät tutkimuseettiset periaatteet ovat yleisesti hyväksytyjä. Periaatteiden tunteminen ja niiden mukaan toimiminen on jokaisen tutkijan omalla vastuulla. Eettisesti hyvä tutkimus edellyttää, että tutkimuksenteossa noudatetaan hyvää tieteellistä käytäntöä. (Hirsjärvi ym. 2007, 23.) Erylisesti tiedonhankintatavat ja koejärjestelyt aiheuttavat ihmistieteissä eettisiä ongelmia. Epärehellisyyttä on vältettävä tutkimustyön kaikissa vaiheissa. Eettisiin kysymyksiin kuuluvat myös monet aineistonhankinnan juridiikkaan, aineistojen anonymisointiin ja arkistointiin liittyvät seikat. Myös Internetin käyttö tutkimuksen aineistona tuo esiin uusia eettisiä kysymyksiä. (Hirsjärvi ym. 2007, 25–27.)

Tutkimus ei vaikuttanut tutkimukseen osallistuvien potilaiden saamaan hoitoon. Tutkimuksessa käytettiin hyväksi Kuopion yliopistollisen sairaalan sädehoitoyksikössä hoidettavien rintasyöpäpotilaiden sädehoitosuunnitelmiin liittyviä tietoja. Nämä tiedot käsittivät potilaan 3D-pinnan, jonka perusteella potilas aseteltiin joka toinen päivä, sekä potilaan asettelun oikeellisuuden varmistamiseksi hoitokoneella otetut kartiokeilatomografiakuvat. Tutkimuksessa ei ollut erityisiä terveydentilaan liittyviä poissulkukriteerejä. Kyseessä oli täysivaltaiset henkilöt eikä tutkimukseen sisällytetty erityisryhmiin kuuluvia henkilöitä. Tutkimukseen osallistuneille henkilöille annettiin kirjallisena kattava informaatio tutkimuksesta (kts. Liite 6.) ensimmäisellä käyntikerralla ja pyydettiin ilmoittamaan halukkuudesta osallistua tutkimukseen, viimeistään päivänä, jolloin sädehoidon annossuunnittelun TT-kuvaus tehtiin. Rekrytoitavia ei painostettu tai muistutettu osallistumisesta tutkimukseen. Tutkimukseen suostuttaessa tutkittavilta pyydettiin kirjallinen tietoinen suostumus (kts. Liite 7). Ennen suostumuksen allekirjoitusta tutkittavalle annettiin mahdollisuus esittää tutkijalle kysymyksiä tutkimukseen liittyen. Suostumuksen pyysi sädehoitoyksikössä työskentelevät röntgenhoitajat. Tutkimukseen osallistuville henkilöille ei koitunut erityistä hyötyä tutkimukseen osallistumisesta, eikä myöskään aiheutunut haittaa, vaan potilas hoidettiin täysin kliinisessä käytössä olevan protokollan mukaisesti. Tutkimuksessa käytettävät laitteistot ovat turvallisia, eikä tutkimuksesta aiheutunut koehenkilölle haittaa. Tutkittava koehenkilö ei esimerkiksi altistunut ylimääräiselle säteilylle. Potilaiden tiedoista käytettiin tutkimukseen ainoastaan numeerisia tietoja, joista potilaita ei ole mahdollista tunnistaa. Lopullisista tutkimustuloksista yksittäisen tutkittavan tunnistaminen ei ole mahdollista. Tutkimukselle saatiin PSSHP:n tutkimuseettisen toimikunnan puolto (kts. Liite 8). Tutkimus tehtiin Declaration of Helsingin mukaisesti (WMA Declaration of Helsinki 2013).

8.5 Jatkotutkimusaiheet

Tutkimuksessa potilaan referenssikuva luotiin käyttämällä Sentinel -järjestelmää. Tällä järjestelmällä on kuitenkin heikkoutensa. Suurimmat ongelmat aiheutuvat, jos potilaan rintakehä on hyvin kalteva tai jos potilas on obeesi. Nämä aiheuttavat sen, että referenssikuvaan tulee katvealueita ja optisella kuvantamisjärjestelmällä on vaikeampi määrittää potilaan asemoinnin virheet. Koska järjestelmään voidaan lähettää referenssikuvaksi myös TT-kuvauksesta saatavat potilaan ääriiviivat, olisi hyvin mie-

lenkiintoista tehdä jatkotutkimus esim. oikean puolen rinnoille, jotta näkisimme, aiheutuuko korkeussuunnassa tuleva systemaattinen virhe puutteellisesta referenssidatasta vai Catalyst järjestelmä heikkoudesta tunnistaa potilaan korkeussuunnan asemointi yhden kameran järjestelmässä. Tässä tutkimuksessa annossuunnittelun TT-kuvat ja KKTT-kuvat kohdistettiin luisten rakenteiden mukaan paikoilleen. Olisi myös mielenkiintoista selvittää millaisia isosentrin siirtoja ja rotaatioiden korjauksia tulisi, jos annossuunnittelu TT-kuvat ja KKTT-kuvat kohdistettaisiin päällekkäin potilaan ihonpinnan mukaan, koska järjestelmä perustuu potilaan ihonpinnan skannaukseen ja siitä tehtyihin korjauksiin. Tämä olisi mahdollista tehdä jatkotutkimusaiheena jo kerätystä KKTT-datasta tekemällä uudelleenkohdistus sädehoidon tietojärjestelmässä. Lisäksi tutkimusta voisi laajentaa koskemaan myös muita potilasryhmiä, jotta saisimme laajemman käsityksen potilaan asettelusta ja järjestelmän soveltuvuudesta päivittäiseen käyttöön. Lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia järjestelmässä olevaa cMotion-sovelusta, jolla valvotaan potilasta hoidon aikana ja selvittää miten paljon potilaat liikkuvat hoidon aikana ja onko sillä merkitystä hoidon osuvuuteen.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTO

AGRAWAL, R K., AIRD, E G A., BARRETT, J M., BARRETT-LEE, P J., BENTZEN, S M., BLISS, J M., BROWN, J., DEWAR, J A., DOBBS, H J., HAVILAND, J S., HOSKIN, P J., HOPWOOD, P., LAWTON, P A., MAGEE, B J., MILLS, J., MORGAN, D A L., OWEN, J R., SIMMONS, S., SUMO, G., SYDENHAM, M A., VENABLES, K. & YARNOLD, J R 2008. The UK Standardisation of Breast Radiotherapy (START) Trial B of radiotherapy hypofractionation for treatment of early breast cancer: a randomised trial. *The Lancet* Vol. 371, Issue 9618, s.1098–1107. [Viitattu 2016-04-14.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673608603487>

ALDERLIESTEN, Tanja., SONKE, Jan-Jakob., BETGEN, Anja., HONNEF, Joeri., VLIET-VROEGINDE-WEIJ, Corine van & REMEIJER, Peter 2013. Accuracy Evaluation of a 3-Dimensional Surface Imaging System for Guidance in Deep-Inspiration Breath-Hold Radiation Therapy. *International Journal Of Radiation Oncology*, Vol. 85, Issue 2, 536–542. [Viitattu 2017-02-10.] Saatavissa: [http://www.re-djournal.org/article/S0360-3016\(12\)00518-4/fulltext](http://www.re-djournal.org/article/S0360-3016(12)00518-4/fulltext)

BATUMALAI, Vikneswary., QUINN, Alexandra., JAMESON, Michael., DELANEY, Geoff & HOLLOWAY, Lois 2015. Imaging dose in breast radiotherapy: does breast size affect the dose to the organs at risk and the risk of secondary cancer to the contralateral breast? *Journal of Medical Radiation Sciences*, 62(1), 32–39. [Viitattu 2016-09-19.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pub-med/26229665>

BEHREND, Susan Weiss 2011. Radiation Treatment Planning. Teoksessa HENKE YABRO, Connie, WUJCIK, Debra & HOLMES GOBEL, Barbara. *Cancer Nursing: Principles and Practice*. Seventh Edition. Sudbury: Jones and bartlett

BERGH, Lovisa 2014. Breathing adapted radiotherapy of breast cancer: Investigation of two different gating techniques and visual guidance, using optical surface scanning and pressure monitoring. Lund University. Department of Medical Radiation Physics, Clinical Sciences. Väitöskirja. [Viitattu 2016-09-19.] Saatavissa: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=4623050&fileId=4647706>

BRAHME, Anders, NYMAN, Peter & SKATT, Björn 2008. 4D laser camera for accurate patient positioning, collision avoidance, image fusion and adaptive approaches during diagnostic and therapeutic procedures. *Medical Physics* Vol.35, Issue 5, 1670–1681. [Viitattu 2016-09-19.] Saatavissa: <http://onlinelibrary.wiley.com/wol1/doi/10.1118/1.2889720/full>

C-RAD 2011. Catalyst FS100 Manual.

C-RAD 2012. Catalyst users guide.

DARBY, S., MCGALE, P., CORREA, C., TAYLOR, C., ARRIAGADA, R., CLARKE, M., CUTTER, D., DAVIES, C., EWERTZ, M., GODWIN, J., GRAY, R., PIERCE, L., WHELAN, T., WANG, Y. & PETO, R. Effect of radiotherapy after breast-conserving surgery on 10-year recurrence and 15-year breast cancer death: meta-analysis of individual patient data for 10 801 women in 17 randomised trials. *The Lancet* Vol. 378, Issue 9804, 1707–1716. [Viitattu 2016-04-14.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673611616292>

DARBY, Sarah C., EWERTZ, Marianne., MCGALE, Paul., BENNET, Anna M., BLOM-GOLDMAN, Ulla., BRØNNUM, Dorthe., CORREA, Candace., CUTTER, David., GAGLIARDI, Giovanna., GIGANTE, Bruna., JENSEN, Maj-Britt., NISBET, Andrew., PETO, Richard., RAHIMI, Kazem., TAYLOR, Carolyn., PHIL D. & HALL, Per 2013. Risk of Ischemic Heart Disease in Women after Radiotherapy for Breast Cancer. *The New England Journal of Medicine* Vol.368, 987–998. [Viitattu 2016-04-14.] Saatavissa: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1209825>

ELONEN, Erkki & ELOMAA, Inkeri 2007. Solunsalpaajahoito. Teoksessa JOENSUU, Heikki., ROBERTS, Peter J., TEPPO, Lyly & TENHUNEN, Mikko. (toim.) *Syöpätaudit*. 3. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

- EVANS, P. 2008. Anatomical imaging for radiotherapy. *Physics in Medicine and Biology* Vol. 53, issue 12, 151–191. [Viitattu 2016-12-26.] Saatavissa: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9155/53/12/R01/meta>
- FINLEX 592/1991. Säteilylaki. [Viitattu 2016-04-14.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>
- GREENWOOD, Davydd. J. & LEVIN, Morten 1998. *Introduction to Action Research. Social research.* [Tuloste]. [Viitattu 2016-04-19.]
- GRIFFITHS, Sue. 2007. *Radiotherapy: Principles to Practice. Second Edition.* London: The University of Leeds Media Services.
- HEIKKILÄ, J. 2016-11-10. Sairaalfysikko. [henkilökohtainen tiedonanto]. Kuopio: Kuopion yliopistollinen sairaala
- HEIKKILÄ, Tarja. 2004. *Tilastollinen tutkimus. 5. uudistettu painos.* Helsinki: Edita Prima Oy
- HEIKKILÄ, Tarja 2005. *Tilastollinen tutkimus.* Helsinki: Edita Prima Oy.
- HEIKKILÄ, Tarja. 2008. *Tilastollinen tutkimus. 7. uudistettu painos.* Helsinki: Edita prima Oy.
- Heikkilä, Tarja. 2014. *Tilastollinen tutkimus. 9. uudistettu painos.* Helsinki: Edita Prima Oy.
- HIRSJÄRVI, Sirkka. REMES, Pirkko & SAJAVAARA, Paula 2007. *Tutki ja kirjoita.* Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.
- HIRSJÄRVI, Sirkka., REMES, Pirkko. & SAJAVAARA, Paula. 2009. *Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos.* Helsinki: Tammi
- HOSKIN, Peter, GAZE, Mark, GREENER, Tony, KIRBY, Mike, MCNAIR, Helen, POWELL, Melanie, ROUTSIS, Donna & TAIT, Diana 2008. *On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy. Assessment and correction of systematic error.* The Royal College of Radiologists Institute of Physics And Engineering In Medicine Society And College of Radiographers. [Viitattu 2016-09-29.] Saatavissa: <https://www.rcr.ac.uk/publication/target-ensuring-geometric-accuracy-radiotherapy>
- JAHKOLA, Tiina., LEIDENIUS, Marjut & VON SMITTEN, Karl 2010. *Rintarauhanen.* Teoksessa ROBERTS, Peter J., ALHAVA, Esko., HÖCKERSTEDT, Krister & LEPPÄNIEMI, Ari. (toim.) *Kirurgia. 2. uudistettu painos.* Porvoo: WS Bookwell Oy
- JANHONEN, Sirpa & VANHANEN-NUUTINEN, Liisa (toim.) 2004. *Kohti asiantuntijuutta. Oppiminen ja ammatillinen kasvu sosiaali- ja terveysalalla.* Vantaa: WSOY.
- JOENSUU, Heikki 2007. *Hoidon yleiset periaatteet.* Teoksessa JOENSUU, Heikki., ROBERTS, Peter J., TEPPÖ, Lyly & TENHUNEN, Mikko. (toim.) *Syöpätaudit. 3. painos.* Helsinki: Kustannus Oy Duodecim
- JOENSUU, Heikki., LEIDENIUS, Marjut., HUOVINEN, Riikka., VON SMITTEN, Karl & BLOMQVIST, Carl 2007. *Rintasyöpä.* Teoksessa JOENSUU, Heikki., ROBERTS, Peter J., TEPPÖ, Lyly & TENHUNEN, Mikko. (toim.) *Syöpätaudit. 3. painos.* Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- JOENSUU, Heikki & ROSENBERG-RYHÄNEN, Leena 2014. *Rintasyöpäpotilaan opas. 3. uudistettu painos.* Redfina Oy.
- JUSSILA, Aino-Liisa, KANGAS, Anne & HALTAMO, Mikko 2010. *Sädehoitotyö.* Helsinki: WSOYpro Oy.
- JÖNSSON, Mattias, CEBERG, Sofie, NORDSTRÖM, Fredrik, THORNBERG, Charlotte & BÄCK, Sven Å. J. 2015. *Technical evaluation of a laser-based optical surface scanning system for prospective and retrospective breathing adapted computed tomography.* *Acta Oncologica* Vol.54, Issue 2, 261–265. [Viitattu 2016-04-17.] Saatavissa: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3109/0284186X.2014.948059>
- KANKKUNEN, Päivi & VEHVILÄINEN-JULKUNEN, Katri 2009. *Tutkimus hoitotieteessä. 1.-2. painos.* HELSINKI: WSOYpro Oy.

- KORHONEN, Juha 2015. Magneettikuvaus pohjainen sädehoito. Aalto-yliopisto, sähkötekniikan ja automaation laitos. Väitöskirja. [Viitattu 2016-09-29.] Saatavissa: <https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/15615/isbn9789526061245.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- KOURI, Mauri & KANGASMÄKI, Aki 2009. Moderni sädehoito. Duodecim [digilehti] 125, 947–958. Artikkel. [Viitattu 2016-04-17.] Saatavissa: <http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo98024.pdf>
- KOURI, Mauri & SAILAS, Liisa 2015. Rintasyövän postoperatiivinen sädehoito. Julkaisussa: Rintasyövän valtakunnallinen diagnostiikka- ja hoitosuositus. Suomen Rintasyöpäryhmä 2015. [Viitattu 2016-09-23.] Saatavissa: <http://rintasyoparyhma.yhdistysavain.fi/hoitosuositus/>
- KOURI, Mauri & TENHUNEN, Mikko 2013. Syöpätaudit. Sädehoito. Sädehoidon periaatteet, suunnittelu ja toteutus. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- KOURI, Mauri., OJALA, Antti & TENHUNEN, Mikko 2007. Sädehoito. Teoksessa JOENSUU, Heikki., ROBERTS, Peter J., TEPPÖ, Lyly & TENHUNEN, Mikko. (toim.) Syöpätaudit. 3. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- KÜGELE, Malin 2012. Evaluation of the Catalyst system for patient positioning during breast cancer treatment. Lund University. Department of Medical Radiation Physics, Clinical Sciences. Väitöskirja. [Viitattu 2016-04-14.] Saatavissa: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=3327125&fileId=3327126>
- KUMAR, A. Sathish., SINGH, Rabi Raja., SHARMA, Sunil Dutt., JOHN, Subhashini & RAVINDRAN, Paul 2016. Radiation dose measurements during kilovoltage-cone beam computed tomography imaging in radiotherapy. Journal Of Cancer research And Therapeutics Vol.12, Issue 2, 858–863. [Viitattu 2017-02-10.] Saatavissa: http://www.cancerjournal.net/temp/JCanResTher122858-4619793_124957.pdf
- LEHMANN, Joerg., PERKS, Julian., SEMON, Sheldon., HARSE, Rick & PURD, James A. 2007. Commissioning experience with cone-beam computed tomography for image-guided radiation therapy. Journal Of Applied Clinical medical Physics. Vol.8, No 3. [Viitattu 2017-01-04.] Saatavissa: <http://www.jacmp.org/index.php/jacmp/article/view/2354/1328>
- LEVITT, Seymour H., PURDY, James A., PEREZ, Carlos A. & POORTMANS, Philip 2012. Technical basis of radioation therapy. Practical clinical applications. Fifth edition. Berlin, Heidelberg Springer, cop.
- LI, Hao., SUMNER, Robert W. & PAULY, Mark 2008. Global Correspondence Optimization for Non-Rigid Registration of Depth Scans. Computer Graphics Forum. Vol.27, Issue 5, 1421–1430. [Viitattu 2016-09-23.] Saatavissa: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8659.2008.01282.x/full>
- Nummenmaa, Lauri 2009. Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.
- OJALA, Antti 2010. Sädehoito osana syövän hoitoa. Teoksessa JUSSILA, Aino-Liisa., KANGAS, Anne & HALTAMO, Mikko. Sädehoitotyö. Helsinki: WSOYpro
- OZHASOGLU, Cihat & MURPHY, Martin J. 2002. Issues in respiratory motion compensation during external-beam radiotherapy. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics Vol. 52, No 5, 1389–1399. [Viitattu 2016-09-23.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360301601027894>
- PEART, Olive 2005. Mammography & breast imaging. Just the facts. United States of America: The McGraw – Hill Companies, Inc.
- PALLOTTA, Stefania., MARRAZZO, Livia., CEROTI, Marco., SIILI, Pierfrancesco & BUCCIOLINI, Marta 2012. Phantom evaluation of Sentinel TM, a commercial laser/camera surface imaging system for patient setup verification in radiotherapy. Medical Physics Vol.39, Issue 2, 706–712. [Viitattu 2017-01-21.] Saatavissa: <http://onlinelibrary.wiley.com/wol1/doi/10.1118/1.3675973/full>
- PALLOTTA, Stefania., VANZI, Eleonora., SIMONTACCHI, Gabriele., MARRAZZO, Livia., CEROTI, Marco., PAIAR, Fabiola., LIVI, Lorenzo & BUCCIOLINI, Marta 2015. Surface imaging, portal imaging,

and skin marker set-up vs. CBCT for radiotherapy of the thorax and pelvis. *Strahlentherapie und Onkologie* Vol. 191, Issue 9, 726–733. [Viitattu 2017-01-21.] Saatavissa: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00066-015-0861-z>

PALVA, Tiina & ROSENBERG-RYHÄNEN, Leena 2011. Rintasyöpäpotilaan opas. 2.painos. Suomen Syöpäpotilaat ry.

Quinn, Alexandra., Holloway, Lois., Begg, Jarrad., Nelson, Vinod., Metcalfe, Peter & FinstP, Facsem 2014. Cover image kilovoltage cone-beam ct imaging dose during breast radiotherapy: A dose comparison between a left and right breast setup. *Medical Dosimetry* Vol.39, issue 2, 190–193. [Viitattu 2016-09-23.] Saatavissa:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095839471400003X>

ROBERTS, Peter J. 2007. Kirurginen hoito. 3. painos. Teoksessa JOENSUU, Heikki., ROBERTS, Peter J., TEPPPO, Lyly & TENHUNEN, Mikki. (toim.) Syöpätaudit. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

ROUTIO, Pentti 2007. Mittausvirheet. [Viitattu 2017-02-06.] Saatavissa: <http://www.uiah.fi/projekti/metodi/054.htm>

SANKILA, Risto., TEPPPO, Lyly & VAINIO, Harri 2007. Syövän yleisyys, syyt ja ehkäisy. Teoksessa JOENSUU, Heikki., ROBERTS, Peter J., TEPPPO, Lyly & TENHUNEN, Mikko. (toim.) Syöpätaudit. 3. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim

SAITO, T., SAKAMOTO, T. & OYA, N. 2009. Comparison of gating around end-expiration and end-inspiration in radiotherapy for lung cancer. *Radiotherapy and Oncology* 93, 430–435. [Viitattu 2016-10-20.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167814009005362>

SCHRATTER-SEHN A. 2012 Breast Cancer Radiotherapy. *Hamdan Medical Journal* Vol. 5, nro.1, 51–56. [Viitattu 2016-10-20.] Saatavissa: <http://hamdanjournal.org/journal/index.php?journal=HAM-DAN&page=article&op=view&path%5B%5D=107&path%5B%5D=html>

SIXEL, K., AZNAR, M. & UNG, Y. 2001. Deep inspiration breath hold to reduce irradiated heart volume in breast cancer patients. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, Vol. 49, No. 1, 199–204. [Viitattu 2016-10-20.] Saatavissa: [http://www.redjournal.org/article/S0360-3016\(00\)01455-3/abstract](http://www.redjournal.org/article/S0360-3016(00)01455-3/abstract)

ST-OHJE 2.1 2011. Sädehoidon turvallisuus. Helsinki: Säteilyturvakeskus. [Viitattu 2016-09-23.] Saatavissa: <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST2-1>

STIELER, F., WENTZ, F., SCHERRER, D., BERNHARDT, M. & LOHR, F. 2012. Clinical evaluation of a commercial surface-imaging system for patient positioning in radiotherapy. *Strahlentherapie und Onkologie* Vol.188, Issue 12, 1080–1084. [Viitattu 2017-02-10.] Saatavissa: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00066-012-0244-7>

STOVALL, Marilyn., SMITH, Susan A., LANGHOLZ, Bryan M., BOICE Jr. John D., SHORE, Roy E., ANDERSSON, Michael., BUCHHOLZ, Thomas A., CAPANU, Marinela., BERNSTEIN, Leslie, LYNCH, Charles F., MALONE, Kathleen E., ANTON-CULVER, Hoda., HAILE, Robert W., ROSENSTEIN, Barry S., REINER, Anne S., THOMAS, Duncan C. & BERNSTEIN, Jonine L. 2008. Dose to the Contralateral Breast from Radiation Therapy and Risk of Second Primary Breast Cancer in the WECARE Study. *International Journal of Radiation Oncology* Vol. 72, Issue 4, 1021–1030. [Viitattu 2016-04-14.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3782859/>

SUOMEN SYÖPÄREKISTERI 2016. Rintasyöpä. [Viitattu 2017-02-11.] Saatavissa: <http://www.cancer.fi/syoparekisteri/?x52393114=112228730>

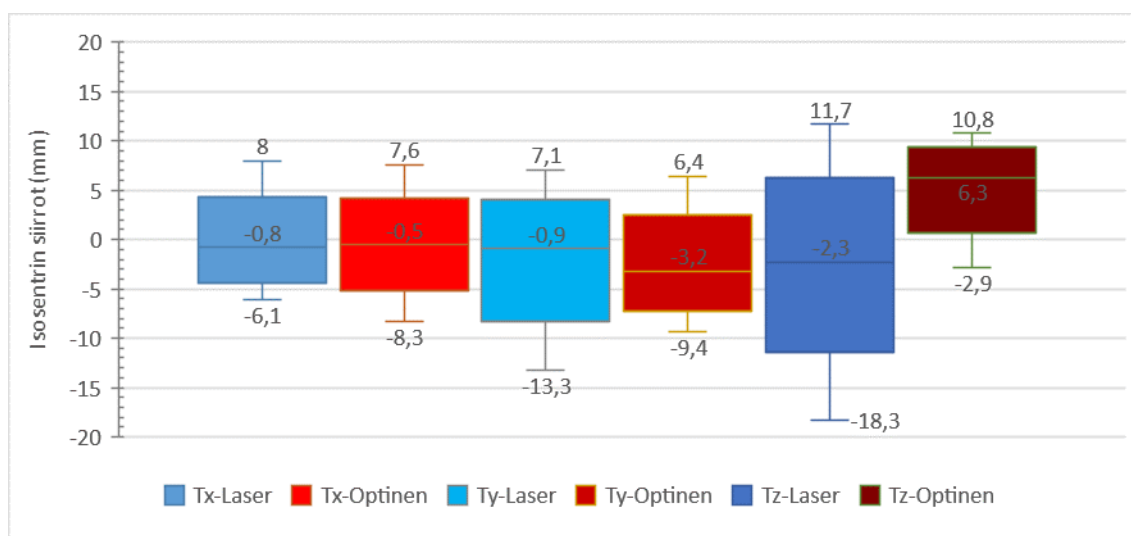
TENHUNEN, Mikko, OJALA, Antti & KOURI, Mauri 2002. Ulkoisen sädehoidon suunnittelu ja tekninen toteuttaminen. Teoksessa Joensuu, H., Kouri, M., Ojala, A., Tenhunen, M. & Lyly, T. (toim.) Kliininen sädehoito. Duodecim: Helsinki.

TYÖOHJE 2016. CT – ELEKTA suunnittelukuvaus hengityspidätyksessä. [Viitattu 11-10-2016.]

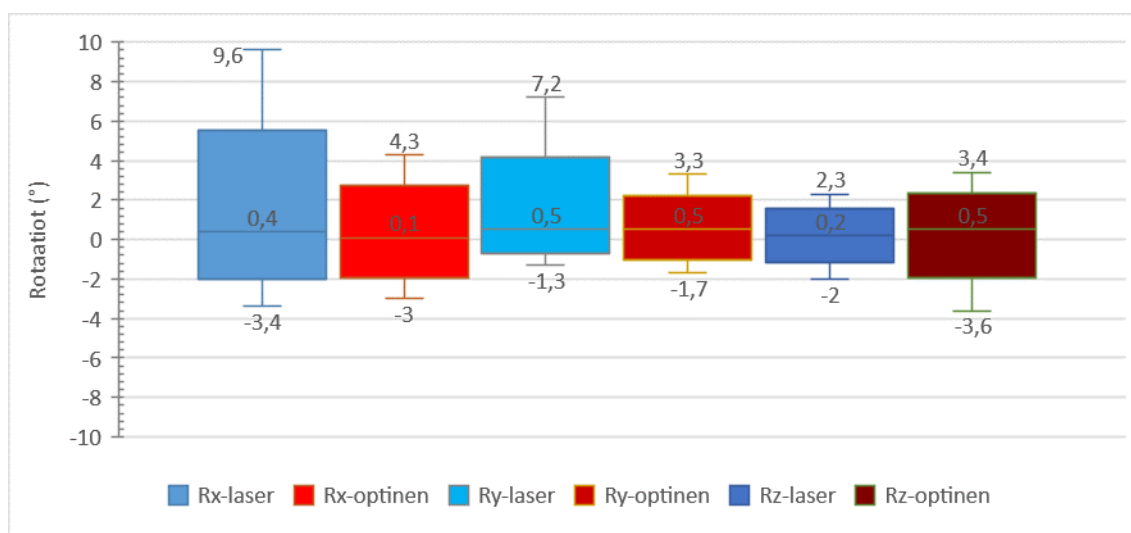
VALLI, Raine 2015. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. 2. painos. Jyväskylä: PS-kustannus

- VALVE, Assi 2011. Rapidarc-hoitotekniikka eturauhassyövän sädehoidossa. Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos. Pro gradu-tutkielma. [Viitattu 2016-09-29.] Saatavissa: <http://docplayer.fi/13679475-Rapidarc-hoitotekniikka-eturauhassyovan-sadehoidossa.html>
- VAN DEN STEEN, Dirk, HULSTAERT, Frank, CAMBERLIN, Cécile 2007. Intensity-modulated radiotherapy (IMRT). KCE reports Vol. 62C. [Viitattu 2016-09-29.] Saatavissa: https://kce.fgov.be/sites/default/files/page_documents/d20071027334.pdf
- VILKKA, Hanna. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- VIRTUAALI YAMK. Ylemmän ammattikorkeakoulun metodifoorumi. [Viitattu 2016-04-19.] Saatavissa: <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/0709019/1193463890749/1193464158778/1194360111832/1194360447229.html>
- WALLIN, Aila 2007. Teoreettisia näkökulmia ammatilliseen kasvuun. [Viitattu 2017-01-28.] Saatavissa: http://www.available.com/tiedostot/20070424_TEOREETTISIA_N_K_KULMIA_AMMATILLI-SEEN_KASVUUN.pdf
- WALTER, F., FREISLEDERER, P., BELKA, C., HEINZ, C., SÖHN, M. & ROEDER, F. 2016. Evaluation of daily patient positioning for radiotherapy with a commercial 3D surface-imaging system (Catalyst™). Radiation Oncology Vol. 11. [Viitattu 2017-02-10.] Saatavissa: <http://ro-journal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13014-016-0728-1>
- WMA Declaration of Helsinki 2013. Ethical principles for medical research involving human subjects. [viitattu 2016-06-20.] Saatavissa: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>

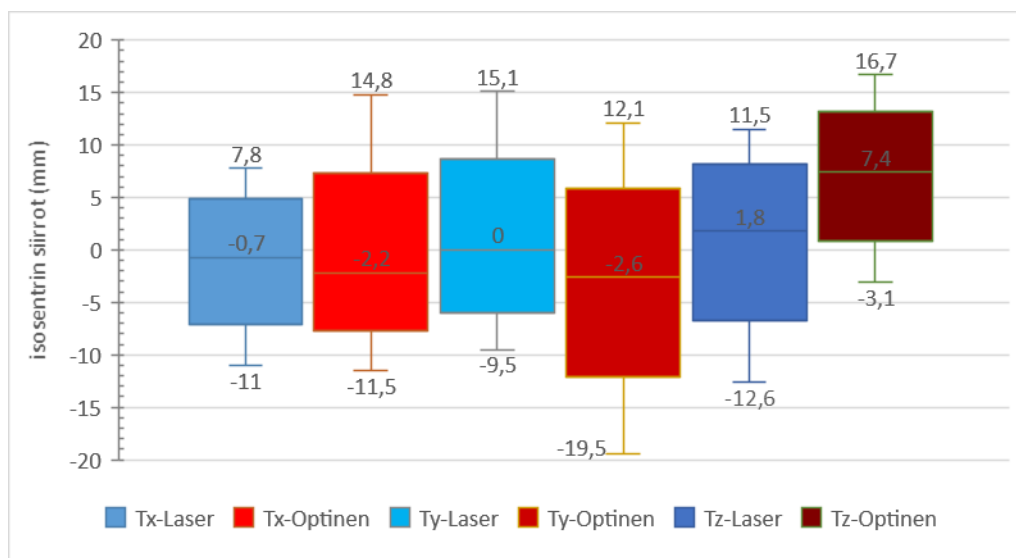
LIITE 1: VAPAASSA HENGITYKSESSÄ HOIDETTUJEN POTILAIDEN ISOSESTRIN SIIRTOJEN VAIHTELUVÄLIT, MEDIAANIT JA YLÄ JA ALAKVARTIILIT (N=17).



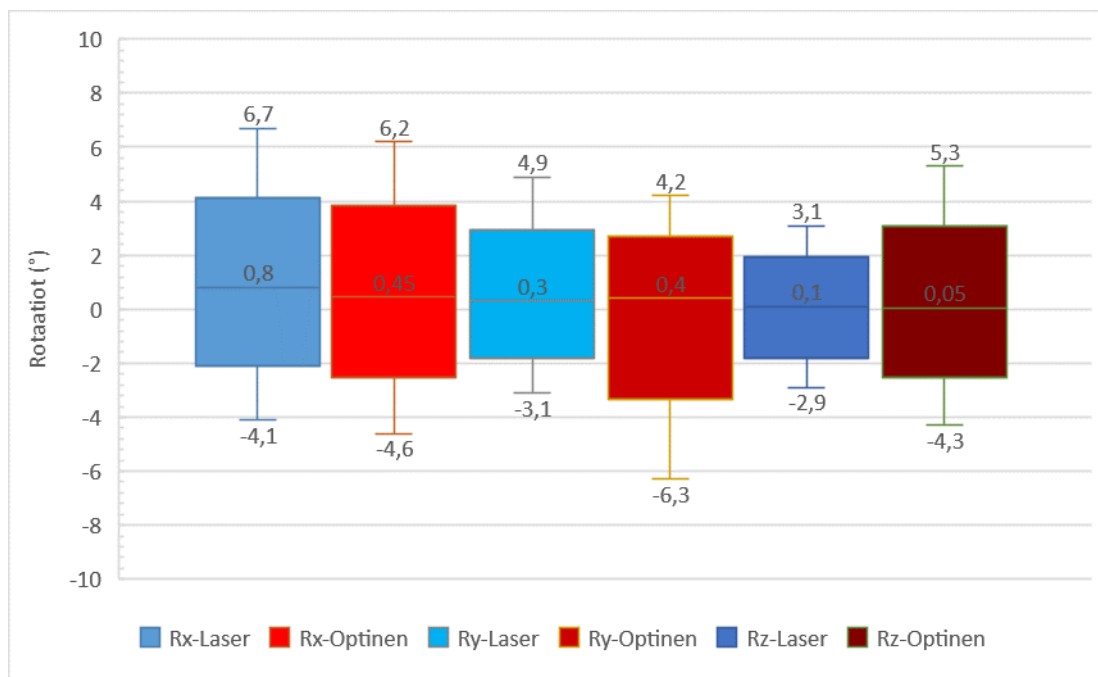
LIITE 2: VAPAASSA HENGITYKSESSÄ HOIDETTUJEN POTILAIDEN ROTAATIOIDEN VAIHTELUVÄLIT, MEDIAANIT JA YLÄ JA ALAKVARTIILIT (N=17).



LIITE 3: HENGITYSPIDÄTYKSESSÄ HOIDETTUIEN POTILAIDEN ISOSETRIN SIIRTOJEN VAIHTELUVÄLIT, MEDIAANIT JA YLÄ JA ALAKVARTIILIT (N=23).



LIITE 4: HENGITYSPIDÄTYKSESSÄ HOIDETTUIEN POTILAIDEN ROTAATIOIDEN VAIHTELUVÄLIT, MEDIAANIT JA YLÄ JA ALAKVARTIILIT (N=23).



LIITE 5: AIKAISEMPIEN TUTKIMUSTEN JA TÄMÄN TUTKIMUKSEN TULOSTEN VERTAILUA OPTISELLA KUVANTAMISJÄRJESTELMÄLLÄ

	Kalilainen vapaahengitys	Kalilainen hengityspidätys	Walter ym.	Stieler ym.	Pallotta ym.	Alderfiesten ym.
Optinen - järjestelmä	Catalyst	Catalyst	Catalyst	Catalyst	Sentinel	Vision RT
	keskiarvo ja keskihajonta	keskiarvo ja keskihajonta	keskiarvo ja keskihajonta	keskiarvo ja keskihajonta	keskiarvo ja keskihajonta	95 % luottamusväli
Suunnat						
Tx	-0,9±2,4 mm	-1,8±1,9 mm	0,6±2,6 mm	-1,2±3,6 mm	-0.3± 2.7 mm	3,4–4,8 mm
Ty	-2,9±2,2 mm	-2,5±3,4 mm	-5,0±7,9 mm	0,8±5,1 mm	0.0±3.8 mm	-4,2–3,9 mm
Tz	5,8±2,5 mm	7,5±2,6 mm	0,5±3,2 mm	0,8±4,3 mm	1.3 ± 2.7 mm	-5,2–2,3 mm
Rx	0,13±1,29°	0,48±1,27°		0,3±1,0°		-2,52–3,57°
Ry	0,42±0,8°	0,26±1,30°		0,1±0,9°		-5,37–3,89°
Rz	0,46±0,7°	-0,04±0,93°		0,6±1,4°		4,47–5,41°

LIITE 6: TIEDOTE TUTKIMUKSESTA**TIEDOTE TUTKIMUKSESTA****21.7.2016****SÄÄSTÄVÄSTI LEIKATUN RINTASYÖPÄPOTILAAN ASETTELU KÄYTTÄMÄLLÄ LASERVALOJA JA IHO-MERKKEJÄ VERRATTUNA OPTISEEN KUVANTAMISJÄRJESTELMÄÄN****Pyyntö osallistua tutkimukseen**

Teitä pyydetään mukaan tutkimukseen, jossa tutkitaan uutta tekniikka rintasyöpäpotilaan sädehoidon asettelussa. Tässä tutkimuksessa keskitytään sädehoitokäynnin yhteydessä rintasyöpäpotilaan aseteluun käyttämällä optista kuvantamisjärjestelmää. Kuopion yliopistollisen sairaalan sädehoitoyksikössä on käytössä optiseen menetelmään perustuva potilaan kuvantamisjärjestelmä. Tutkimuksella halutaan selvittää, voidaanko röntgensäteilyyn perustuvan kartiokeilatomografian käyttöä vähentää rintasyöpäpotilaiden hoidon aikaisessa kuvantamisessa ja täten vähentää terveiden kudosten saamaa sädeannosta. Olemme arvioineet, että sovellutte tutkimukseen, koska vastaatte ikänne ja sukupuolenne puolesta mahdollisia potilaita, jotka kehitettävistä menetelmistä tulisivat hyötymään. Kohderyhmänä tutkimuksessa ovat rintasyöpää sairastavat naiset. Tutkimuksessa ei ole erityisiä terveydentilaan liittyviä poissulkukriteerejä. Tutkimukseen rekrytoidaan vain täysivaltaisia henkilöitä ja tutkimukseen ei sisällytetä erityisryhmiin kuuluvia henkilöitä. Tutkimukseen osallistuu yhteensä 40 henkilöä. Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja Teidän osuuttanne siinä. Pehdyttyänne tähän tiedotteeseen Teille järjestetään mahdollisuus esittää kysymyksiä tutkimuksesta, jonka jälkeen Teiltä pyydetään suostumus tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimuksen toteutuksesta vastaava henkilö on röntgenhoitaja Jarkko Kalilainen (Sosiaali- ja terveysalan ylemmän ammattikorkeakoulun opiskelija). Tutkimuksesta vastaava henkilö on dosentti Jan Seppälä vs. ylifysikko (sädehoitoyksikkö, Kuopion yliopistollinen sairaala). Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin tutkimuseettinen toimikunta on arvioinut tutkimussuunnitelman ja antanut siitä puoltavan lausunnon.

Vapaaehtoisuus

Tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista ja voitte keskeyttää tutkimuksen koska tahansa. Tutkimuksesta kieltäytyminen tai sen keskeyttäminen ei vaikuta millään tavalla hoitoon. Mikäli keskeytätte tutkimuksen, keskeyttämiseen mennessä Teistä kerätyt tiedot käytetään osana tutkimusaineistoa.

Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, voidaanko optisen kuvantamisjärjestelmän avulla vähentää kartiokeilatomografiakuvantamisen käyttöä ja täten vähentää rintasyöpäpotilaiden saamaa sädeannosta hoidon aikaisesta kuvantamisesta. Kohderyhmänä tutkimuksessa ovat rintasyöpää sairastavat naiset. Sovellutte tutkimukseen, koska vastaatte ikänne ja sukupuolenne puolesta mahdollisia poti-

laita, jotka kehitettävistä menetelmistä tulisivat hyötymään. Tutkimuksessa ei ole erityisiä terveydentilaan liittyviä poissulkukriteerejä. Tutkimukseen rekrytoidaan vain täysivaltaisia henkilöitä ja tutkimukseen ei sisällytetä erityisryhmiin kuuluvia henkilöitä. Tutkimukseen osallistuu yhteensä 40 henkilöä.

Tutkimuksen kulku

Tutkimusta tehdään jokaisella hoitokäynnillä. Tutkimus tulee olemaan kaksivaiheinen. Teidät asetellaan joka toinen päivä käyttämällä nykyistä asettelutekniikkaa, laservaloja, sekä iholla olevia asettelu-merkkejä apuna käyttäen. Näistä merkeistä tehdään siirto hoidon keskipisteeseen. Tämän jälkeen suoritetaan kartiokeilatogramfiakuvaus. Kuvasta tarkistetaan Teidän asentonne ja hoidon keskipisteen paikka ja tehdään mahdolliset hoidon keskipisteen siirrot paikoilleen, jos se on tarpeellista. Sen jälkeen sädehoito toteutetaan suunnitelman mukaisesti.

Toisessa menetelmässä, seuraavana päivänä Teidät asetellaan käyttämällä optista kuvantamisjärjestelmää. Järjestelmään on lähetetty Teidän ääriiivat eli vertailutaso annossuunnittelukuvista. Järjestelmä mittaa paikanne valolla, kun olette hoitopöydällä ja näyttää numeroin kuvaruudulla, sekä värein Teidän iholla, kuinka paljon ja mihin suuntaan Teitä tulee siirtää, jotta olette samassa asennossa, kuin annossuunnittelukuvauksessa. Tämän jälkeen suoritetaan kartiokeilatogramfiakuvaus ja analysoidaan saadusta kuvasta Teidän asento ja tehdään mahdolliset siirrot, jos hoidon keskipiste ei ole paikoillaan. Sen jälkeen sädehoito toteutetaan suunnitelman mukaisesti.

Tutkimuksen mahdolliset hyödyt

Tutkimukseen osallistumisesta ei koidu Teille erityisiä hyötyjä.

Tutkimuksesta mahdollisesti aiheutuvat haitat ja epämukavuudet

Tutkimukseen osallistumisesta ei koidu Teille haittaa. Tutkimuksessa käytettävät laitteistot ovat turvallisia ja ne ovat päivittäisessä hoitokäytössä. Tutkimuksessa ei esimerkiksi altistu ylimääräiselle säteilylle.

Tietojen luottamuksellisuus, säilytys ja tietosuoja

Kaikkea tutkimuksessa kerättyä tietoa ja tutkimustuloksia käsitellään luottamuksellisesti henkilötietolain edellyttämällä tavalla. Yksittäisille tutkimushenkilöille määritetään tunnusnumero ja tieto säilytetään koodattuna tutkimustiedostossa. Tulokset analysoidaan ryhmätasolla koodattuina, jolloin yksittäinen henkilö ei ole tunnistettavissa ilman koodiavainta. Koodiavainta, jonka avulla yksittäisen tutkittavan tiedot ja tulokset voidaan tunnistaa, säilytetään tutkija Jarkko Kalilaisen hallussa, eikä tietoja anneta tutkimuksen ulkopuolisille henkilöille. Tutkimuksessa kerättävistä tiedoista ja tutkimustuloksista ei tehdä merkintöjä sairauskertomukseenne. Lopulliset tutkimustulokset raportoidaan ryhmätasolla eikä yksittäisten tutkittavien tunnistaminen ole mahdollista. Tutkimustiedostoa säilytetään Kuopion yliopistollisen sairaalan tutkimusarkistossa 10 vuotta, jonka jälkeen ne hävitetään asianmukaisesti.

Tutkimuksen kustannukset ja rahoitus

Tutkimukseen osallistumisesta ei makseta palkkiota. Tutkimuksella ei ole ulkopuolista rahoitusta. Tutkijalla ei ole taloudellisia sitoumuksia käytettävissä olevien laitteiden toimittajiin.

Tutkittavien vakuutusturva

Teidät on vakuutettu henkilö- ja esinevahinkojen osalta potilasvahinkovakuutuksella.

Tutkimustuloksista tiedottaminen

Teille ei tiedoteta erikseen tutkimuksen tuloksista.

Tutkimuksen päätyminen

Tutkimus voidaan keskeyttää myös tutkimuksen suorittajan taholta, mikäli tutkimuksen aikana ilmenee tutkimuksen suorittamisen kannalta teknisiä esteitä.

Lisätiedot

Pyydämme Teitä tarvittaessa esittämään tutkimukseen liittyviä kysymyksiä tutkijalle/tutkimuksesta vastaavalle henkilölle.

Tutkijoiden yhteystiedot

Tutkimuksesta vastaava henkilö
vs. ylifysikko
Dosentti Jan Seppälä
Sädehoitoyksikkö, Kuopion yliopistollinen sairaala
Puh. (044) 717 5703
Sposti: jan.seppala@kuh.fi

Tutkija
Röntgenhoitaja, YAMK opiskelija
Jarkko Kalilainen
Savonia ylempi ammattikorkeakoulu
P. (017) 17 2900
Sposti: jarkko.kalilainen@edu.savonia.fi

LIITE 7: SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN

SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN**SÄÄSTÄVÄSTI LEIKATUN RINTASYÖPÄPOTILAAN ASETTELU KÄYTTÄMÄLLÄ LASERVA-
LOJA JA IHOMERKKEJÄ VERRATTUNA OPTISEEN KUVANTAMISJÄRJESTELMÄÄN****Sädehoitoyksikkö, Kuopion yliopistollinen sairaala**

Minua _____ on pyydetty osallistumaan yllämainittuun tieteel-
liseen tutkimukseen, jonka tarkoituksena on selvittää, voidaanko rintasyöpäpotilas asettaa optisella
kuvantamisjärjestelmällä tarpeeksi luotettavasti, jotta päivittäisestä röntgensäteilyyn perustuvasta
kartiokielatomografiakuvantamisesta voitaisiin sädehoitokäyntien yhteydessä luopua. Olen lukenut ja
ymmärtänyt saamani kirjallisen tutkimustiedotteen. Tiedotteesta olen saanut riittävän selvityksen
tutkimuksesta ja sen yhteydessä suoritettavasta tietojen keräämisestä, käsittelystä ja luovuttami-
sesta. Tiedotteen sisältö on kerrottu minulle myös suullisesti, minulla on ollut mahdollisuus esittää
kysymyksiä ja olen saanut riittävän vastauksen kaikkiin tutkimusta koskeviin kysymyksiini.

Tiedot antoi _____ / ____ / 20 ____ . Minulla on ollut riittävästi aikaa har-
kita osallistumistani tutkimukseen. Olen saanut riittävät tiedot oikeuksistani, tutkimuksen tarkoituk-
sesta ja sen toteutuksesta sekä tutkimuksen hyödyistä ja riskeistä. Minua ei ole painostettu eikä
houkuteltu osallistumaan tutkimukseen. Ymmärrän, että osallistumiseni on vapaaehtoista. Olen sel-
villä siitä, että voin peruuttaa tämän suostumukseni koska tahansa syytä ilmoittamatta eikä peruu-
tukseni vaikuta kohteluuni millään tavalla. Tiedän, että tietojani käsitellään luottamuksellisesti eikä
niitä luovuteta sivullisille. Olen tietoinen siitä, että mikäli keskeytän tutkimuksen, minusta keskeyttä-
miseen mennessä kerättyjä tietoja käytetään osana tutkimusaineistoa.

**Allekirjoituksellani vahvistan osallistumiseni tähän tutkimukseen ja suostun vapaaeh-
toisesti tutkimushenkilöksi.**

Tutkittavan nimi	Tutkittavan syntymäaika	Tutkittavan osoite
------------------	-------------------------	--------------------

Päivämäärä	Allekirjoitus
------------	---------------

Suostumus vastaanotettu

Tutkijan nimi (Suostumuksen vastaanottaja)	Päivämäärä	Allekirjoitus
--	------------	---------------

Alkuperäinen allekirjoitettu tutkittavan suostumus sekä kopio tutkimustiedotteesta jäävät tutkimuk-
sesta vastaavan henkilön arkistoon. Tutkimustiedote ja kopio allekirjoitetusta suostumuksesta ane-
taan tutkittavalle.

LIITE 8: TUTKIMUSLUPA



Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri

Ammattikorkeakoulu- ja ammatillisen oppilaitoksen opiskelijoiden opinnäytetyön lupahakemus 1 (3)

Nro 4 / 2016

HAKIJA	
Opinnäytetyön tekijä(t) Jarkko Juha Tapio Kallilainen	<u>jarkko.kallilainen@edu.savonia.fi</u>
Nimi	Osoite, puh, s-posti
Nimi	Osoite, puh, s-posti
Nimi	Osoite, puh, s-posti
Opiskelupaikka <input type="checkbox"/> AMK mikä	<input checked="" type="checkbox"/> muu mikä Savonia YAMK
Suoritettava tutkinto	Sosiaali- ja terveysalan ylempi ammattikorkeakoulututkinto, Röntgenhoitaja kliininen asiantuntija.
OPINNÄYTETYÖ	
Opinnäytetyön nimi	Rintasyöpöpotilaan asettelu käyttämällä ihomerkkejä ja laservaloja verrattun optiseen kuvantamisjärjestelmään.
Opinnäytetyön lyhyt kuvaus (mm. tutkimuksen tarkoitus, kohderyhmä ja tutkimusmenetelmät) sekä julkaisuunnielma (maksimissaan 300 sanaa) Tutkimuksen tarkoituksena on arvioida melko vähän aikaa Kuopion yliopistollisen sairaalan sädehoitoyksikön käytössä ollut paikannus ja liikkeen tunnistus CatalystTm järjestelmän soveltuvuutta rintasyöpöpotilaan asetteluun. Tutkimuksella halutaan selvittää onko CatalystTm järjestelmä tarpeeksi luotettava potilaan asetteluun apuväline, jotta päivittäisestä kardiokieliatomografiakuvantamisesta voitaisiin luopua rintasyöpöpotilaille. Tutkimukseen rekrytoidaan 40 ensimmäistä tutkimukseen suostuvaa, säästävasti leikattua, Kuopion yliopistollisen sairaalan sädehoitoyksikön hoitoon tulevaa rintasyöpöpotilaista. Aineisto rajataan säästävasti leikattuihin rintasyöpöpotilaisiin, koska tutkimustuloksista on suurin hyöty tälle potilasryhmälle. Tutkimus suoritetaan määrällisenä eli kvantitatiivisena tutkimuksena. Kvantitatiivista tutkimusta käytetään melko paljon sosiaali-, terveys- ja yhteiskuntatieteissä. Kvantitatiivista tutkimusta käytetään, koska aineiston keruu tapahtuu mittausten avulla ja tutkija haluaa numeerisia muuttujia, joita voidaan käsitellä matemaattisesti. Tuloksia havainnollistetaan taulukoiden ja kuvioiden avulla. Aineiston on oltava edustava otos, joka kerätään systemaattisesti perusjoukosta, kuitenkin tutkimukseen asetettujen rajausten mukaisesti. Otoskoon on oltava riittävän suuri, koska tulokset voivat olla sattumanvaraisia. Tutkimustulokset julkaistaan Savonia ammattikorkeakoulun opinnäytetyöraportina Theseuksessa.	
Opinnäytetyö on <input type="checkbox"/> amk-tutkinto	<input checked="" type="checkbox"/> muu,mikä YAMK tutkinto
Opinnäytetyön kokonaisaikataulu 1.6.2016-31.12.2017	Aikataulu KYSissä 31.8.2016-28.2.2017

KYS 81029-2M 11.13

2 (3)

Kustannukset

- Arvio KYSille koituvista kustannuksista _____ €
Tarkempi kustannuserittely esitettävä erillisellä liitteellä.
- Ei aiheuta kustannuksia KYSille

Tutkimuseettisen toimikunnan lausunto

- annettu käsittelyssä ei ole haettu

Toimikunta Tutkimuseettinen Lausunto nro 275 pvm 2.8.2016

Johtajaylilääkärin lupa rekisteritutkimuksia varten

pvm _____

- annettu käsittelyssä ei ole haettu

Henkilöstöjohtajan puolto henkilökuntaa koskevia opinnäytetöitä varten

pvm _____

- annettu käsittelyssä ei ole haettu

Opinnäytetyön tuotoksen käyttöoikeus luovutetaan KYSille

- kyllä ei

ALLEKIRJOITUS JA SITOUMUS

Allekirjoittaneet opinnäytetyöntekijät sitoutuvat noudattamaan palveluyksikön esimiesten antamia ohjeita, sairaalan yleisiä sääntöjä sekä salassapito- ja vaitiolovelvollisuutta ja lähettämään valmiin opinnäytetyön yksikköön, jossa tutkimus on tehty, sekä luvan myöntäjälle.

6.16.2016

Opinnäytetyöntekijän allekirjoitus

Jarkko Kalilainen

Nimen selvennys

Opinnäytetyöntekijän allekirjoitus

Nimen selvennys

Opinnäytetyöntekijän allekirjoitus

Nimen selvennys

Opinnäytetyöntekijän allekirjoitus

Nimen selvennys

OPINNÄYTETYÖN OHJAAJAT

Ohjaajan allekirjoitus

Leena Tikka

Nimen selvennys

Osoite, puhelin, s-posti

Leena.Tikka@savonia.fi
+358447856442

Ohjaajan allekirjoitus

Fyysikko Tuomas Koivumäki

Nimen selvennys

Osoite, puhelin, s-posti

Tuomas.Koivumaki@kuh.fi
017-172900

AA Ö	
<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Palveluyksikön / -alueen yllähoitajan päätös nro	4/2017
16/2017	
	Allekirjoitus
	Taina Pituciano
	Nimen selvennys
YHTEYSHENKILÖ KYSISSÄ (Palveluyksikön /-alueen yllähoitaja)	
	Työyksikkö
	Puhelin

17 sivua
sivua
sivua

x

LIITE 9: OPINNÄYTETYÖN OHJAUS- JA HANKKEISTAMISSOPIMUS



Sopimus

1 (6)

7.3.2017

OPINNÄYTETYÖN OHJAUS- JA HANKKEISTAMISSOPIMUS**Opiskelija (jokainen opiskelija täyttää henkilökohtaisen sopimuksen)**

Nimi: Jarkko Juha Tapio Kallilainen

Osoite: jaamantie 34 C 13 70150 KUOPIO

Puhelin: +358503645173

Sähköposti: Jarkko.Kallilainen@edu.savonia.fi

Muu käytössä oleva sähköposti:

Opinto-oikeusnumero: 700061

Ryhmäkoodi: STYBR15

Tutkinto: Röntgenhoitaja (Ylempi AMK)

Koulutusohjelma: Radiografian kliinisen asiantuntijan tutkinto-ohjelma (ylempi AMK)

Suoritetut opintopisteet: 50

Muut opinnäytetyön tekijät ryhmätyössä:

Opinnäytetyö

Aihe tai työn nimi:

Säästävästi leikatun rintasyöpäpotilaan asettelu sädehoitoasentoon käyttämällä ihomerkkejä ja laservaloja verrattuna optiseen kuvantamisjärjestelmään

Aihe tai työn nimi englanniksi:

Comparing radiotherapy position between optical surface system and conventional skin markings alignment on breast cancer patients operated by breast-conserving surgery

Arvioitu työn valmistumisaika: 31.12.2017

Opinnäytetyön julkaiseminen

- Tallennetaan Kansalliskirjaston Theseus-tietokantaan
- Tiivistelmät julkaistaan Savonia-ammattikorkeakoulun kirjaston www-sivuilla

Oppilaitoksen ohjaushenkilöstö

Rooli: 1. ohjaaja

Nimi: Leena Tikka

Puhelin: +358447856442

Sähköposti: Leena.Tikka@savonia.fi

Rooli:

Nimi:

Puhelin:

Sähköposti:

Rooli:

Nimi:

Puhelin:

Sähköposti:

Toimeksiantajat / yhteistyökumppanit

Organisaatio: Kuopion Yliopistollinen Sairaala, sädehoitoyksikkö

Työn ohjaaja / yhteyshenkilö: Tuomas Koivumäki

Osoite: Puijonlaaksontie 2, 70210, KUOPIO

Puhelin: 017-172900

Sähköposti: Tuomas.Koivumaki@kuh.fi

Y-tunnus: 01714953

Opponentti

Tässä opinnäytetyössä käytetään opponenttia

Nimi:

Puhelin:

Sähköposti:

Nimi:

Puhelin:

Sähköposti:

Sopimukset

Savonia-ammattikorkeakoululla on

- Oikeus rekisteröidä tässä sopimuksessa olevat toimeksiantajan tiedot asiakasrekisteriin
- Oikeus käyttää toimeksiantajan tietoja opinnäytetyöhön liittyvässä palautteen keräämisessä
- Oikeus käyttää toimeksiantajan tietoja markkinoinnissaan

Liitteet

- Aihekuvaus
- Työsuunnitelma
- Luvat ja sopimukset
- Sopimus kustannuksista ja niiden korvaamisesta
- Muut liitteet

Allekirjoitukset

2/6 2016 
Opiskelija Jarkko Juha Tapio Kallialainen

2/6 2016 
Toimeksiantaja / yhteistyökumppani Tuomas Kolvumäki

2/6 2016 
1. ohjaaja Leena Tikka

Opinnäytetyön sopimusehdot

Ohjaus ja vastuut

Vastuu opinnäytetyön tekemisestä ja tuloksista on opiskelijalla. Savonia-ammattikorkeakoulun ohjaushenkilöstön vastuu rajoittuu opinnäytetyön tavanomaiseen ohjaukseen. Ohjauksella tuetaan työn tavoitteiden saavuttamista.

Toimeksiantaja/yhteistyökumppani sitoutuu antamaan opiskelijan käyttöön kaikki opinnäytetyön tekemisessä tarvittavat tiedot ja aineistot sekä ohjaamaan opinnäytetyötä toimeksiantajan/yhteistyökumppanin näkökulmasta.

Oikeudet tuloksiin ja muuhun opinnäytetyöhön liittyvään aineistoon, laitteisiin ja sovelluksiin

Tekijänoikeus opinnäytetyöhön ja sen tuloksiin/tuotoksiin kuuluvat opinnäytetyön tekijälle. Ammattikorkeakoulu ja toimeksiantaja/yhteistyökumppani saa käyttö- tai muut oikeudet opinnäytetyön tuloksiin/tuotoksiin ja niiden kaupalliseen ym. hyödyntämiseen ainoastaan sopimalla niistä erikseen opinnäytetyön tekijän kanssa.

Julkistaminen ja luottamuksellisuus

Opinnäytetyö on aina kokonaisuudessaan julkinen. Tekijä on velvollinen luovuttamaan opinnäytetyö ohjeiden mukaan toimeksiantajalle ja ammattikorkeakoululle. Opinnäytetyö julkaistaan sähköisesti Kansalliskirjaston Theseus-tietokannassa tekijänoikeussäädöksiä noudattaen.

Mikäli opinnäytetyö sisältää liikesalaisuuksia tai muita julkisuuslaissa(621/99) salassa pidettäväksi määrättyjä tietoja, on opinnäytetyön raportti laadittava niin, että tietojen luottamuksellisuus säilyy. Tarvittaessa salassa pidettävät tiedot on jätettävä työn tausta-aineistoon, ammattikorkeakoulu ei arkistoi salassa pidettäviä aineistoja. Luottamuksellisuuden laajuudesta ja salassapitoajasta on sovittava erillisellä sopimuksella.

Opinnäytetyön osapuolet (opiskelija, toimeksiantaja/yhteistyökumppani ja ohjaushenkilöstö) sitoutuvat pitämään salassa kaikki opinnäytetyön tekemisessä ja sitä edeltävissä tai sen jälkeisissä neuvotteluissa esiin tulevat luottamukselliset tiedot ja asiakirjat sekä pidättäytymään käyttämästä hyväkseen toisen osapuolen ilmaisemia luottamuksellisia tietoja ilman erillistä lupaa.

Kustannukset ja niiden korvaaminen

Opinnäytetyöstä mahdollisesti aiheutuvien kustannusten (aineistojen hankinta, raaka-aineet, matkat, työkorvaus jne.) korvaamisesta ja maksettavista palkkioista toimeksiantaja/ yhteistyökumppani ja opiskelija sopivat keskenään. Savonia-ammattikorkeakoulu ei vastaa opinnäytetyön kustannuksista.