OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Arto Määttä

KARTIOKEILATIETOKONETOMOGRAFIA-KUVAUKSEN KÄYTTÖ ETURAU-HASSYÖPÄPOTILAAN HOIDON KOHDISTAMISESSA

Opas sädehoidon yksikölle

KARTIOKEILATIETOKONETOMOGRAFIA-KUVAUKSEN KÄYTTÖ ETURAU-HASSYÖPÄPOTILAAN HOIDON KOHDISTAMISESSA

Opas sädehoidon yksikölle

Arto Määttä
Opinnäytetyö
Syksy 2017
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma

Tekijä: Arto Määttä
Opinnäytetyön nimi: Kartiokeilatietokonetomografia-kuvauksen käyttö eturauhassyöpäpotilaan hoidon kohdistamisessa – Opas sädehoidon yksikölle
Työn ohjaajat: Karoliina Paalimäki-Paakki & Aino-Liisa Jussila
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2017 Sivumäärä: 81 + 8

Oulun yliopistollisen sairaalan (OYS) sädehoidon yksikössä siirryttiin vuoden 2016 aikana kartiokeilatietokonetomografian (KKTT) käyttöön eturauhassyöpäpotilaan sädehoidon kohdistamisessa. Päivittäinen online-tarkastelu KKTT:n avulla mahdollistaa suunnittelualueen marginaalin pienentämisen turvallisesti vaarantamatta kasvainkontrollia ja siirtymisen hypofraktioituun sädehoitoon. Hypofraktioinnista seuraa etuja mm. resurssien optimoinnin, kustannusten pienenemisen ja potilaan elämän laadun paranemisen muodossa.

Työ tehtiin yhteistyössä OYS:n sädehoidon yksikön kanssa. Työn tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon röntgenhoitajan tekemä eturauhassyöpäpotilaan kohdistus röntgenkuvaparin avulla eroaa offline-tarkastelussa (offline review) tehtävästä automaattisesta kohdistuksesta, joka perustuu eturauhassyöpäpotilaasta hoidon aikana otettuihin KKTT-kuviin. Automaattisen kohdistuksen käyttökokemusten pohjalta laadittiin opas eturauhassyöpäpotilaan kohdistamiseen KKTT:n avulla. Offline-tarkastelussa kerätyn aineiston avulla tutkittiin tilastollisesti, kuinka paljon automaattinen kohdistus eroaa röntgenhoitajan tekemästä kohdistuksesta.

Kohdistusopas esitestattiin OYS:n sädehoidon yksikössä ja viimeisteltiin saadun palautteen pohjalta. Tutkimusaineisto koostui vuoden 2015 toisella puoliskolla samanaikaisella täydennyshoidolla (simultaneous integrated boost, SIB) hoidetuista eturauhassyöpäpotilaista, joille hoitojakson aikana oli suoritettu kuvauksia KKTT:lla. Tutkimuksen perusjoukkoon kuului 51 potilasta, joista otokseen valikoitui 20 potilasta. Otos sisälsi yhteensä 40 KKTT-kuvausta. Tutkimustuloksia tarkasteltiin tilastollisesti potilaskohtaisesti (n = 20) ja hoitopöydän siirtokohtaisesti (n = 40).

Automaattinen kohdistus käyttäen mielenkiinnon alueen (region of intrest, ROI) rajausta ja kultajyviä tuotti parhaan kohdistustuloksen. Hoitopöydän siirtoja tarkasteltaessa röntgenhoitajan tekemä kohdistus erosi tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0.05$) automaattisen kohdistuksen tekemästä kohdistuksesta vrt-suunnassa (-0.7 ± 1.3 mm), mutta käytännössä < 1 mm:n erot ovat merkityksettömiä sädehoidon kannalta. Lng- ja lat-suunnassa arvot olivat 0.1 ± 1.7 mm ja -0.2 ± 1.0 mm. Muita tarkasteltavia kohdistustapoja olivat mielenkiinnon alueen rajaus sekä mielenkiinnon alueen rajaus käyttäen kultajyviä ja pöydän kiertoa. Pöydän kierron ei havaittu lisäävän kohdistustarkkuutta.

Jatkotutkimuksen aiheena voisi olla muiden alueiden kuin eturauhasen kohdistamistarkkuuden selvittäminen KKTT-kuvauksen avulla. Automaattinen kohdistus tarjoaa useita eri vaihtoehtoja mielenkiinnon rakenteeksi, joita voitaisiin testata parhaan kohdistustavan löytämiseksi.

Asiasanat: Kartiokeilatietokonetomografia, KKTT, sädehoito, eturauhassyöpä

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Radiography and Radiation Therapy

Author: Arto Määttä
Title of thesis: Positioning of prostate cancer patients by the Cone-Beam Computed Tomography – guide for the Department of the Oncology and Radiotherapy
Supervisors: Aino-Liisa Jussila & Karoliina Paalimäki-Paakki
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2017 Number of pages: 81 + 8

The Department of Oncology and Radiotherapy in the Oulu University Hospital (OUH) has shifted towards the use of Cone-Beam Computed Tomography (CBTC) in the positioning of prostate cancer patients in 2016. Daily online review with the use of CBCT enables the safe reduction of the treatment margins without jeopardizing the tumor control probability (TCP) and it also makes possible to switch to the hypofractionated treatment, which leads to multiple benefits, i.e. the optimization of resources, lowered costs, and the patients' improved quality of life.

This thesis was made in co-operation with the OUH. The purpose of the study was to determine how the manual positioning of the prostate cancer patient done by radiation therapists, who use orthogonal X-ray images, differs from the auto-matching, which was done in the offline review and based in the CBCT images taken from the patient during treatment sessions. Based on the experience from the auto-matching, a guide was created for the positioning of prostate cancer patients by the CBCT. The data collected in the offline review was analyzed statistically to determine how the auto-matching positioning differs from the manual positioning done by radiation therapists.

The positioning guide was pre-tested in the Department of Oncology and Radiotherapy, and completely finalized according to user feedback. Research data consisted of prostate cancer patients who were treated with Simultaneous Integrated Boost (SIB) treatment and who also had images taken by the CBCT during treatment sessions. The basic set of the study consisted of 51 patients and the subset was 20 patients containing 40 CBCT images. The results of the study were analyzed statistically per patient-specifically (n = 20) and couch shifts-specifically (n = 40).

In conclusion, auto-matching with the region of interest (ROI) and gold fiducial markers produced the best positioning results. In regard to couch shifts, the manual positioning who use orthogonal X-ray images differed significantly statistically ($p < 0.05$) from the positioning done by auto-matching in the vertical direction (–0.7 ± 1.3 mm). Admittedly, less than one millimeter differences are virtually meaningless in radiation therapy. Differences in longitude and lateral were 0.1 ± 1.7 mm and –0.2 ± 1.0 mm. In the same way, other positioning methods included auto-matching with ROI, and auto-matching with ROI, gold markers and couch rotation. Results also indicated that couch rotation does not improve positioning accuracy.

With this in mind, the subjects for further research projects could include determining the highest positioning accuracy for other anatomical areas by CBCT. Auto-matching provides several regions of interest that could be tested to determine the optimal way to do patient positioning.

Keywords: Cone-beam computed tomography, CBCT, radiation therapy, prostate cancer

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 7
2 KARTIOKEILATIETOKONETOMOGRAFIAKUVAUKSEN KÄYTTÖ PROSTATAHOIDON KOHDISTAMISESSA 9
2.1 Kartiokeilatietokonetomografia 9
2.2 Eturauhassyöpä 9
2.3 Sädehoidon kohdistaminen 10
2.3.1 Eturauhasen liikkuvuus 11
2.3.2 KKTT-pohjainen eturauhassyövän kuvantaohjattu sädehoito 11
2.3.3 Eturauhassyövän hypofraktioitu sädehoito 12
2.4 Systemaattiset ja satunnaiset virheet 13
2.5 Offline- ja online-tarkastelu 14
3 PROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT 15
3.1 Projektin vaiheet ja päätehtävät 15
3.2 Projektiorganisaatio 15
3.3 Projektin tavoitteet 16
4 PROJEKTIN TOTEUTUS 18
4.1 Kohdistusoppaan toteutus 18
4.2 Kohdistusoppaan laatukriteerit 19
5 PROJEKTIN ARVIOINTI 21
5.1 Kohdistusoppaan arviointi laatukriteerien perusteella 21
5.1.1 Avointen kysymysten analysointi 22
5.2 Projektin aikataulun ja kustannusten arviointi 25
5.3 Projektin ongelmien ja riskien arviointi 25
5.4 Projektityöskentelyn arviointi 26
6 TUTKIMUSMETODOLOGIA 27
7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITTE JA TUTKIMUSONGELMA 28
8 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN 29
8.1 Aineiston keruu 29
8.2 Aineiston analysointi 33
9 TUTKIMUSTULOKSET 35

9.1 Potilaskohtaiset keskiarvot ja -hajonnat pöydän siirroille eri suunnissa 35
9.2 Hoitopöydän siirrot potilaan asettelussa ja automaattisella kohdistuksella eri suunnissa 45
9.2.1 Automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna 46
9.2.2 Automaattinen kohdistus kultajyviin 47
9.2.3 Automaattinen kohdistus kultajyviin ja pöydän kierto 49
9.2.4 Röntgenhoitajan suorittaman kohdistuksen offline-tarkastelu 54
9.2.5 Hoitopöydän kierron vaikutus automaattiseen kohdistukseen 54
9.2.6 Röntgenhoitajan suorittaman ja automaattisen kohdistuksen vertailua 59
9.3 Tulosten yhteenveto 62
9.4 Tutkimustulosten tarkastelu ja pohdinta 65
9.4.1 Jatkotutkimushaasteet 70
9.5 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys 71
10 POHDINTA 74
10.1 Pohdintaa projektista 74
10.2 Omat oppimiskokemukset 75
LÄHTEET 77
LIITTEET 82

1 JOHDANTO

Ulkoisessa sädehoidossa eturauhassyöpää sairastavan potilaan asetteluun käytetään lantion alueen sädehoitoon suunniteltua jalkatukitelinettä, jolla potilaan jalat saadaan hoitokertakohtaisesti fiksoitua aina samaan asentoon ja jonka ansiosta myös lantion asento saadaan pysymään samana koko hoitojakson ajan (Jussila, Kangas & Haltamo 2010, 85). Hoitoasennon toistamiseen samalla tavalla jokaisen sädehoitokerran yhteydessä potilaan asettelussa käytetään avuksi ulkoisia referenssipisteitä (tatuointipisteet iholla) ja laserosoitinlaitteistoa (Jussila ym. 2010, 86, 117–118). Asettelun jälkeen potilaalle tehdään annossuunnitelman mukaiset hoitopöydän siirrot isosentripisteeseen. Kuvantaohjatussa sädehoidossa potilas kuvataan jokaisen sädehoitofraktion yhteydessä ja lopullinen asettelu tehdään tarkistuskuvien avulla. (Jussila ym. 2010, 151.)

Röntgenhoitaja kohdistaa eturauhassyöpäpotilaan hoitoalueen kuvantaohjatusti Oulun yliopistollisen sairaalan (OYS) sädehoidon yksikössä lineaarikiihdyttimeen integroidun röntgenkuvauslaitteiston (on-board imager, OBI) avulla. OBI-laitteella kV-luokan säteilyllä otetun röngenkuvaparin perusteella potilas asetellaan joko kiinteiden luisten rakenteiden, leikkausklipsien tai röntgenpositiivisten merkkien avulla, mutta OBI-laitteella voidaan suorittaa myös KKTT-kuvaus, joka mahdollistaa asettelun pehmytkudosrakenteiden avulla (Antoine, Bobin, Guérif, Iriondo-Alberdi, Latorzeff, Leduc, Richaud, Supiot, Thomas & Vilotte 2017, 2–4; Varian Medical Systems 2007, viitattu 9.9.2017).

Ulkoinen sädehoito altistaa melko suuriakin alueita terveitä kudoksia säteilylle, jonka seurauksena voi olla monenlaisia haittoja, joista osa on ohimeneviä ja osa pysyviä (Jussila ym. 2010, 30). Ulkoisesta sädehoidosta aiheutuvia sivuvaikutuksia eturauhassyövän hoidossa ovat peräsuolen ärsytys tai arkuus, ripuli, kirvely virtsateissä ja impotenssi. Harvinaisempi haitta on virtsankarkailu. Ripuli ja peräsuolen ärsytys ovat merkittävimmät haitat, joten peräsuoleen kohdistuvaan annokseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. (Joensuu, Kouri & Ojala 2002, 272.) Eturauhasen sijainti voi muuttua peräsuolen täytteisyysasteen mukaan sädehoitokerrasta toiseen, jolloin eturauhanen ei ole enää halutulla todennäköisyydellä suunnittelukohdealueella (planning target volume, PTV) (Joensuu ym. 2002, 268).

Potilaan asennon varmistaminen lineaarikiihdyttimeen integroidulla OBI-laitteella hoitokerrasta toiseen parantaa hoidon tehoa ja vähentää potilaalle aiheutuvia haittoja tarkemman kohdistami-

sen ja pienemmän kliinisen kohdealueen marginaalin (clinical target volume, CTV) ansiosta (Joensuu ym. 2002, 268; Varian Medical Systems 2007, viitattu 9.9.2017). KKTT-kuvauksen avulla nähtävät muutokset eturauhasen muodossa ja sijainnissa suhteessa ympäröiviin elimiin ovat merkittävä lisä verrattuna röntgenkuvaparin avulla tehtävään kohdistukseen (Jaffray 2008, 95).

OYS:n sädehoidon yksikössä siirryttiin vuoden 2016 aikana KKTT:n käyttöön eturauhassyöpäpotilaan sädehoidon kohdentamisessa, joten sillä oli toiveena saada opas eturauhassyöpäpotilaan sädehoidon kohdistamiseen KKTT:n avulla. Opinnäytetyöhön liittyi tutkimusosio, jonka tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon röntgenhoitajan tekemä kohdistus (vertaamalla tietokonetomografia-suunnittelukuvista (TT) tuotettuja referenssikuvia OBI-laitteella otettuun röntgenkuvapariin) eroaa tarkkuudeltaan Varianin Aria-ohjelmiston offline-tarkastelun (offline review) automaattisesta kohdistuksesta (auto matching), jossa ohjelmisto vertaa automaattisesti KKTT-laitteella otettua 3D-kuvaa TT-suunnittelukuvauksesta saatuun referenssikuvaan. Jos automaattisen kohdistuksen tulos ei poikkea röntgenhoitajan tekemästä kohdistuksesta eri suunnissa, on röntgenhoitajan tekemä kohdistus röntgenkuvaparin avulla yhtä tarkka kuin automaattisen kohdistuksen tulos KKTT-kuvadatan avulla. Automaattista kohdistusta tutkittiin kolmella eri kohdistustavalla, joissa parametreina olivat mielenkiinnon alueen (region of interest, ROI) rajaus, mielenkiinnon alueen rajaus ja kultajyvät sekä mielenkiinnon alueen rajaus, kultajyvät ja pöydän kierto (rot). Tutkimusaineisto koostui vuoden 2015 aikana samanaikaisella täydennyshoidolla (simultaneous integrated boost, SIB) hoidetuista eturauhassyöpäpotilaista, joille kokonaishoitoajan rajoissa oli suoritettu kuvauksia KKTT:n avulla.

Tutkimuksen tavoitteena oli saada selville tukevatko tulokset oppaan käyttöönottoa ja mikä automaattisen kohdistuksen tavoista on paras. Automaattisen kohdistuksen käyttökokemusten ja tutkimuksen tulosten pohjalta laadin OYS:n sädehoidon yksikön röntgenhoitajille oppaan eturauhassyöpäpotilaan hoidon kohdistamiseen KKTT-laitteen avulla. Työn tavoitteena oli löytää parhaat käytännöt automaattiselle kohdistukselle päivittäisen online-tarkastelun yhteydessä.

2 KARTIOKEILATIETOKONETOMOGRAFIAKUVAUKSEN KÄYTTÖ PROSTATAHOIDON KOHDISTAMISESSA

2.1 Kartiokeilatietokonetomografia

Kartiokeilatietokonetomografia kehitettiin 1990-luvun loppupuolella ja kliiniseen käyttöön sädehoidossa se otettiin 2000-luvun alkupuolella. Sädehoidossa KKTT-laitteessa käytetään joko lineaarikiihdyttimen tuottamaa megavoltin (MV) röntgensäteilykeilaa tai lineaarikiihdyttimeen integroidun röntgenputken tuottamaa kilovoltin (kV) röntgensäteilykeilaa. (Alaei & Spezi 2015, 647.) Tässä luvussa tarkastellaan kV KKTT-laitetta.

KKTT-laitteessa röntgensäteilykeila on kartiomainen ja ilmaisin on tasopaneeli-ilmaisin. Röntgenputki ja ilmaisin pyörähtävät potilaan ympäri 180–360 astetta ottaen samalla lukuisia (300–600) kaksitasoprojektiokuvia (röntgenkuvia), jotka rekonstruoidaan kolmiulotteiseksi tilavuusdataksi. (Jaffray 2008, 96; Koskinen & Suomalainen 2013, 1037.) Tätä kolmiulotteista (3D) tilavuusdataa voidaan tarkastella samalla tavalla eri suunnista kuin TT-laitteella otettuja kuvia (Koskinen & Suomalainen 2013, 1038).

KKTT-laitteella otettujen 3D-kuvien ominaisuuksiin kuuluvat erotettavissa oleva pehmytkudoskontrasti ja erityisen hyvä paikkaerotuskyky. Potilaalle kuvan ottamisesta aiheutuu suhteellisen pieni sädeannos, joka on suuruusluokaltaan jonkin verran pienempi kuin diagnostisessa TT-laitteessa. Näiden edellä mainittujen ominaisuuksien vuoksi KKTT-laite on erinomainen vaihtoehto esim. eturauhasen kuvantaohjattuun sädehoitoon (image-guided radiation therapy, IGRT). KKTT-laitteen pehmytkudoskontrasti ei kuitenkaan ole TT-laitteiden tasolla. (Jaffray 2008, 96–97; Nurmi, Saarilahti & Tenhunen 2013, 726.)

2.2 Eturauhassyöpä

Eturauhassyöpä on Suomessa miesten yleisin syöpä. Vuonna 2014 eturauhassyöpätapausten määrä oli 4596. (Syöpärekisteri 2016, viitattu 22.5.2016.) Ikä on yksi eturauhassyövän tärkein yksittäinen riskitekijä keskimääräisen sairastumisiän ollessa yli 70 vuotta. Eturauhassyövän esiintyvyys kasvaa jyrkästi 55 ikävuoden jälkeen esiintyen alle 40-vuotiailla erittäin harvoin. (Joensuu,

Kellokumpu-Lehtinen & Tammela 2013, Eturauhassyövän yleisyys ja vaaratekijät.) Paikallisen eturauhassyövän hoitovaihtoehdot ovat leikkaushoito, sädehoito ja seuranta (Joensuu ym. 2013, Paikallisen eturauhassyövän hoitoperiaatteet).

Ulkoinen sädehoito (radikaalinen sädehoito) on vaihtoehto radikaalikirurgialle ja vuosittain hoidetaan yli 2000 miestä. Paras tulos saavutetaan yli 70 Gy:n kokonaisannoksella ja suositeltava kokonaisannos onkin 72–78 Gy annettuna kahden Gy:n kerta-annoksina. (Joensuu ym. 2013, Paikallisen eturauhassyövän sädehoito.)

Sädehoitoa voidaan antaa myös pienen annosnopeuden (low dose rate, LDR) kudoksensisäisenä sädehoitona eli LDR-brakyterapiana tai suuren annosnopeuden (high dose rate, HDR) kudoksen sisäisenä sädehoitona. LDR-brakyterapiassa eturauhaseen asetetaan säteilevät jyväset kaikukuvauksen avulla ja kyseessä on kertahoito. Tietokoneavusteisesti ennen hoitoa tehtävä annossuunnitelma perustuu transrektaalisella kaikukuvauksella määriteltyyn eturauhasen tilavuuteen ja muotoon. LDR-hoidosta ollaan siirtymässä HDR-brakyterapiaan, jossa hetkellinen sädeannos on jopa kymmeniätuhansia kertoja suurempi kuin LDR-brakyterapiassa. HDR-brakyterapiassa eturauhaseen laitetaan välilihan läpi tasaisesti neuloja, tehdään annossuunnitelma ja viedään säteilylähde (Iridium-192) neulojen sisään. Säteily kohdistuu suunniteltuun kohtaan millimetrin tarkkuudella. Hoito annetaan yleisanestesiassa 2–3 kertaa. (Joensuu ym. 2013, Paikallisen eturauhassyövän sädehoito.)

2.3 Sädehoidon kohdistaminen

Potilaan asettelu kuvantaohjatussa sädehoidossa tapahtuu tavanomaisesti ulkoisten referenssipisteiden avulla sekä siirroin sädehoitosuunnitelman mukaiseen isosentripisteeseen (Jussila ym. 2010, 151). Tarkistuskuvat ovat joko sädehoitolaitteen säteilyn avulla hoitokentästä otettuja kuvia (hoitokonekuvat) tai sädehoitolaitteeseen integroidulla röntgenkuvauslaitteistolla otettuja kuvia. Kuvauksilla varmistetaan lopullinen hoitoasento ja hoidon osuminen oikeaan kohteeseen. Hoidon asettelussa ja kohdistamisessa tapahtunut virhe saadaan selville vertaamalla tarkistuskuvien referenssipisteitä (kiinteät luiset rakenteet) suunnittelukuvauksesta saatuihin referenssikuvien referenssipisteisiin. Virhe millimetreinä on sisäisten referenssipisteiden välinen ero suunnittelu- ja tarkistuskuvien välillä. (Jussila ym. 2010, 147–148.)

Eturauhassyövän sädehoidon kohdentamiseen käytetään röntgenpositiivisia merkkejä (3–4 kappaletta kultajyviä), jotka asennetaan ultraääniohjauksessa eturauhaseen jääden sinne pysyvästi. Rakon ja peräsuolen tilavuusvaihteluiden vuoksi eturauhanen voi liikkua jopa 2 cm. Kuvantaohjatussa sädehoidossa röntgenlaitteella otetuissa tarkistuskuvissa (kV-kuva) näkyviä kultajyviä käytetään sädehoidon tähtäyspisteinä ja niiden avulla voidaan pienentää suunnittelukohdealuetta ja säästää tervekudosta. Lisäksi voidaan käyttää suurempia sädehoitoannoksia sivuvaikutusten lisääntymättä. KKTT-laitteella kuvantaohjatussa sädehoidossa pehmytkudoskasvaimien paikantaminen voidaan suorittaa ilman röntgenpositiivisia merkkejä. (Jussila ym. 2010, 151.) Radikaalin eturauhasen poistoleikkauksen tapauksessa kohdistukseen voidaan käyttää luisia rakenteita tai leikkausklipsejä (Antoine, Bobin, Guérif, Iriondo-Alberdi, Latorzeff, Leduc, Richaud, Supiot, Thomas & Vilotte 2017, 2–4).

2.3.1 Eturauhasen liikkuvuus

Eturauhanen liikkuu virtsarakon ja peräsuolen täyteyden mukaan ja tavallisimmin eturauhasen sijainti pyritään paikantamaan hoidon aikana eturauhaseen istutettujen kultajyvien avulla, joiden sijainti voidaan varmistaa röntgenkuvauksen tai KKTT-kuvauksen avulla (Joensuu ym. 2013, Paikallisen eturauhassyövän sädehoito). Rakon täyttöaste vaikuttaa hoitoalueessa sijaitsevaan virtsarakon tilavuuteen ja vierekkäisten elinten (eturauhanen, rakkularauhaset, ohutsuoli ja sigmasuoli) sijaintiin. Virtsarakon täyttöasteen tulisi olla vakio sädehoidon suunnittelussa ja kaikilla hoitokerroilla hoitojakson aikana, jotta hoito kohdistuisi tarkasti suunnittelukohdealueeseen ja ympäröiville tervekudoksille aiheutuvat sivuvaikutukset vähenisivät. (Akahane, Hama, Nakagawa, Nakamura, Sekiguchi, Shikama & Takahashi 2012, 730.) Eturauhasen ulkoista sädehoitoa suositellaan virtsarakon ollessa täynnä, sillä mahdollinen tästä saavutettava etu on virtsarakon limakalvon siirtyminen pois suunnittelukohdealueelta, jonka seurauksena sivuvaikutusten määrä vähenee. Täysinäinen virtsarakko siirtää myös sigma- ja ohutsuolta pois hoitoalueelta vähentäen sivuvaikutuksia. (Akahane ym. 2012, 730; Joensuu ym. 2002, 267.) Etenkin peräsuolen täyteisyysaste voi muuttaa eturauhasen paikkaa sädehoitokertojen välillä. Eturauhasen ulkoiseen sädehoitoon liittyy siksi suuri eturauhasen kehonsisäinen liike. (Joensuu ym. 2002, 268.)

2.3.2 KKTT-pohjainen eturauhassyövän kuvantaohjattu sädehoito

Benson, Cook, Fairfoul, Huddart, Maund ja Poynter (2014, 1) tutkivat voidaanko paikallisen eturauhassyövän suunnittelualueen marginaaleja pienentää turvallisesti KKTT-pohjaisella kuvanta-

ohjatulla sädehoidolla ja päivittäisellä online-tarkastelulla ennen sädehoitofraktiota. Samalla arvioitiin suunnittelualueen marginaalien pienentämisestä aiheutuvaa peräsuolen ennustettujen sivuvaikutusten pienenemistä. Ulkoinen sädehoito on potentiaalisesti kuratiivinen hoitomuoto paikalliselle eturauhassyövälle, mutta siihen liittyy säteilystä johtuva akuuttien ja myöhäisten sivuvaikutusten riski koskien eturauhasta ympäröiviä normaaleja kudoksia, kuten peräsuoli. Myöhäisiä sivuvaikutuksia koskien peräsuolta ovat ripuli, pidätyskyvyttömyys, tenesmus ja verenvuoto. (Benson ym. 2014, 1.)

Tutkimukseen osallistui 18 potilasta, joiden suunniteltu kokonaisannos isosentrissä oli 74 Gy ja fraktiokertojen määrä 37. Yhden KKTT-kuvauksen arvioitu annos isosentrissä on noin 25 mGy. Hoitojakson aikana KKTT-kuvauksia suoritetaan keskimäärin 39 kappaletta, jolloin potilaan annos kasvaa likimain arvoon 1 Gy. (Benson ym. 2014, 7.)

Tutkimus osoitti, että CTV:n ja PTV:n välisen marginaalin pienentäminen alkuperäisestä suunnitellusta viidestä millimetristä neljään ja kolmeen ei aiheuta kasvainkontrollin todennäköisyyden (tumour control probability, TCP) huononemista. TCP-arvot saatiin vertailemalla alkuperäisten TT-annossuunnitelmien keskiarvoannostilavuushistogrammeja (dose volume history, DVH) KKTT-laitteella otettuihin kuviin laskettujen suunnitelmien keskiarvo DVH-arvoihin. (Benson ym. 2014, 3–4.)

Marginaalien pienentäminen sai aikaan tilastollisesti merkittävää parannusta TT-suunnittelukuvien DVH-arvosta lasketun normaalikudoksen sivuvaikutuksen todennäköisyyden (normal tissue control probability, NTCP) ja KKTT-kuvien keskiarvo DVH-arvosta johdetun NTCP-arvon välillä. Jos marginaalia pystytään vähentämään mieluimmin kaksi kuin yksi mm, saavutetaan kahdella mm:llä suhteellisesti suurempi NTCP-arvon pieneneminen kuin yhdellä mm:llä. (Benson ym. 2014, 4.) Päivittäinen online-IGRT KKTT-laitteella mahdollistaa CTV:n ja PTV:n välisen marginaalin pienentämisen turvallisesti vaarantamatta kasvainkontrollia. Myös ennustettu peräsuolelle aiheutuvien haittojen väheneminen on selvä etu. Tämän seurauksena on mahdollista suurentaa annosta yhdessä paremman kasvainkontrollin kanssa. (Benson ym. 2014, 9.)

2.3.3 Eturauhassyövän hypofraktioitu sädehoito

Tutkimukset ovat osoittaneet, että α/β-arvo eturauhassyövälle voisi olla niinkin alhainen kuin 1–1.5 Gy:ta. Tämän seurauksena eturauhassyövän syöpäsolujen pitäisi olla hyvin herkkiä kertafrak-

tion annoskoon tai annosnopeuden kasvattamiselle. Hypofraktioitu sädehoito käyttäen korkeampaa annosta per fraktio, alhaisempaa kokonaisannosta ja lyhempää kokonaishoitoaikaa olisi tehokkaampi tuhoamaan syöpäsoluja kuin tavanomainen (konventionaalinen) fraktiointi ja sen pitäisi tuottaa vastaava kasvainkontrolli pienemmällä tervekudostoksisuudella. (Lukka 2008, 199.) Edellä mainituista syistä johtuen hypofraktioitu sädehoito voi olla edistyksellisempää kuin tavanomaisesti fraktioitu sädehoito. Lisäksi etuja tulee resurssien optimoinnin, kustannusten pienenemisen ja potilaan elämän laadun paranemisen muodossa. (Angulo, Luengo-Matos, PolodeSantos, Rodríguez-Melcón & Sánchez-Gómez 2015, 368.)

Tavanomaisesti fraktioidussa eturauhassyöpäpotilaan sädehoidossa potilaan kerta-annos (fraktiokoko) on 1.8–2 Gy:ta. Hoito kestää yhden tunnin päivässä, viitenä päivänä viikossa kokonaishoitoajan ollessa kahdeksan viikkoa, jolloin kokonaisannoksen suuruus on 76–80 Gy:ta. Hypofraktioidussa hoidossa kerta-annos on 2.1–3.5 Gy:ta. Hoitoa annetaan kerran päivässä, viitenä päivänä viikossa kokonaishoitoajan ollessa noin neljä viikkoa. (Den, Dicker, Ohri, Showalter & Zaorsky. 2013, 728–729.) Äärimmäisessä (extreme) hypofraktioinnissa hoidon kerta-annos on > 4–10 Gy:ta kokonaisannoksen suuruuden ollessa 35–50 Gy:ta. Kokonaishoitoajan kesto on 1–2 viikkoa. (Aebersold, Albrecht, Böhmer, Flentje, Ganswindt, Höcht, Hölscher, Martin, Sedlmayer & Wenz 2017, 7.)

2.4 Systemaattiset ja satunnaiset virheet

Sädehoitokertaan liittyvä kokonaisvirhe muodostuu systemaattisesta ja satunnaisesta virheestä. Systemaattisen virhe on jostain tietystä lähteestä johtuvaa ja sen tunnistaminen ja eliminoiminen parantaa sädehoitoprosessia. Käytännön toimet systemaattisen virheen eliminoimiseen ovat sädehoitolaitteiston (esim. laservalot, kenttävalot, hoitopöytä ja kanturi) laadunvarmistus sekä henkilökunnan ohjeistus ja koulutus. Lineaarikiihdyttimelle suoritetaan annosmittauksia ja säteilyominaisuuksista seurattavia asioita ovat säteily- ja valokentän koko sekä niiden yhteneväisyys, säteilykeilan annoksen tasaisuus ja annosmonitorin ominaisuudet (lineaarisuus ja toistettavuus). (Jussila ym. 2010, 134, 144.)

Suunnittelukuvauksessa tapahtuva ihon liikkuminen suhteessa sisäiseen anatomiaan aiheuttaa systemaattista virhettä hoitoasennon toistettavuuteen. Elinten liikkuminen aiheuttaa sekä systemaattista että satunnaista virhettä. (Van Herk 2004, 53.) Satunnaista virhettä voidaan kuvata yksittäiseksi tapahtumaksi, jolle ei voida ennusta syytä, suuntaa tai määrää. Sädehoitokertaan liitty-

vä satunnainen virhe aiheutuu yleensä potilaan tai henkilökunnan yksittäisestä poikkeavasta tapahtumasta. Satunnaisen virheen hallitseminen on vaikeampaa, mutta sitä voidaan vähentää kuvantaohjatulla sädehoidolla. (Jussila ym. 2010, 144.)

2.5 Offline- ja online-tarkastelu

Sädehoitolaitteella otettujen tarkistuskuvien ottaminen ja analysointi voidaan jakaa offline- ja online-tarkasteluun. Systemaattinen offline-tarkastelu toteutetaan sädehoitokäynnin jälkeen useimmiten lääkärin, sairaalafyysikon ja röntgenhoitajan yhteistyönä. Offline-tarkastelussa kuvien avulla arvioidaan kohdealuetta, sädehoitosuunnitelmaa ja potilaan asettelua. Offline-tarkastelulla pyritään minimoimaan sädehoidon systemaattista virhettä. Suuret toleranssirajojen yli menevät virheet korjataan jo ennen hoitoa, mutta kuvien tarkempi analysointi ja päätökset pysyvistä siirroista tehdään jälkikäteen. (Jussila ym. 2010, 148–149.)

Online-tarkastelun avulla pyritään minimoimaan systemaattinen ja satunnainen virhe. Online-tarkastelu tehdään ennen sädehoitokertaa otettujen tarkistuskuvausten avulla. Online-tarkastelussa tarkistuskuvia verrataan referenssikuviin, jonka perusteella tehdään tarvittavat siirrot hoitokohtaan potilaan asettelussa. Online-tarkastelu tehdään yleensä röntgenhoitajan toimesta. (Jussila ym. 2010, 150.)

3 PROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT

3.1 Projektin vaiheet ja päätehtävät

Sain aiheen opinnäytetyölleni syksyllä 2015 Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin (PPSHP) opinnäytetyöpankista. Oulun yliopistollisen sairaalan sädehoidon yksiköllä oli toiveena saada opas KKTT:n avulla suoritettavaa eturauhassyöpäpotilaan sädehoidon kohdistusta varten. Aiheen valittuani aloitin tietoperustan laadinnan opinnäytetyötäni varten. Toukokuussa 2016 pidimme aloituspalaverin OYS:n sädehoidon yksikössä työskentelevien fyysikko Maria Kurttilan ja röntgenhoitaja Kaisa Marttila-Tornion kanssa, jotka kuuluvat opinnäytetyöni asiantuntijaryhmään. Sain aloituspalaverissa vaatimukset opinnäytetyölleni, joka koostuu kohdistusoppaasta ja tutkimuksesta, jonka tulosten oletettiin tukevan oppaan käyttöönottoa.

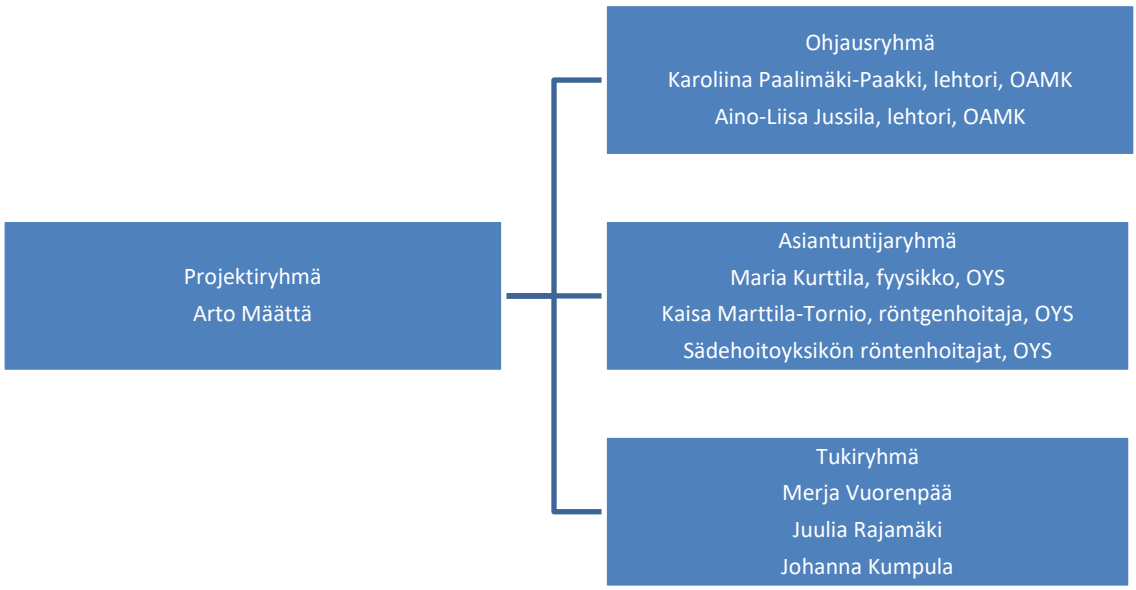
Aloitin projektisuunnitelman laatimisen aloituspalaverin jälkeen, ja koska projektiin kuului myös tutkimus, tarvitsin opinnäytetyötäni varten tutkimusluvan. Tutkimusta varten täytyy hakea tutkimuslupa siltä organisaatiolta, jossa tutkimusta aikoo suorittaa (Kuula 2011, 144). Laadin tarvittavat yhteistyösopimukset ja anoin tutkimuslupaa PPSHP:ltä. Luvan tutkimukselleni sain ylihoitaja Päivi Lavanderin allekirjoittamana heinäkuussa 2016.

Elokuussa 2016 suoritin aineiston keruun OYS:n sädehoidon yksikössä ja samanaikaisesti laadin kokemuksieni pohjalta kohdistusoppaan ensimmäistä versiota, jonka katselmoimme röntgenhoitaja Kaisa Marttila-Tornion kanssa. Kohdistusopas oli testattavana noin viisi viikkoa elo-syyskuun 2016 aikana. Mittaustulosten ja esitestauslomakkeiden analysoinnin tein marras-joulukuussa 2016. Asiantuntijaryhmä antoi palautteensa analysoinnin tuloksista joulukuussa 2016, jolloin viimeistelin kohdistusoppaan odottamaan vastuulääkärin hyväksyntää. Esitin tutkimussuunnitelman tammikuussa 2017 opinnäytetyön työpajassa. Kevään 2017 kirjoitin opinnäytetyön loppuraporttia ja huhtikuussa 2017 esitin opinnäytetyöni ”Hyvinvointia yhdessä” -päivänä, jolloin tukiryhmä suoritti myös vertaisarvioinnin

3.2 Projektiorganisaatio

Projektin ohjausryhmään kuuluivat lehtori Karoliina Paalimäki-Paakki ja lehtori Aino-Liisa Jussila. Heidän tehtävänään oli arvioida ja hyväksyä projektin välitavoitteet (mm. opinnäytetyön tietope-

rusta ja suunnitelma) sekä lopputavoitteet. Ohjausryhmä järjesti opinnäytetyön tekemiseen liittyviä työpajoja, joista sain ohjausta. Asiantuntijaryhmään kuuluivat fyysikko Maria Kurttila ja röntgenhoitaja Kaisa-Marttila-Tornio, jotka työskentelevät OYS:n sädehoidon yksikössä. Asiantuntijaryhmä opasti minua mittaustulosten keräämisessä ja analysoinnissa sekä oppaan laadinnassa. Asiantuntijaryhmään voidaan katsoa myös kuuluvaksi OYS:n sädehoidon yksikön röntgenhoitajat, jotka suorittivat oppaan esitestauksen. Tukiryhmän muodostivat röntgenhoitajaopiskelijat Merja Vuorenpää, Juulia Rajamäki ja Johanna Kumpula, jotka toimivat myös vertaisarvioijina. Projektiorganisaatio on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Opinnäytetyön projektiorganisaatio

3.3 Projektin tavoitteet

Projektin välittömänä tavoitteena oli luoda hyödyllinen, selkeä ja käytännöllinen opas KKTT-kuvauksen käyttöön eturauhassyöpäpotilaan sädehoidon kohdentamisessa. Pitkän aikavälin tavoitteena on laadullisten asioiden parantaminen, kuten sädehoidon kohdentamistarkkuuden parantaminen, jonka seurauksena potilaalle sädehoidosta aiheutuvat sivuvaikutukset pienenevät. Lisäksi pitkän aikavälin tavoitteena voidaan pitää kohdentamiseen käytettävän ajan säästämistä yhtenäisten työtapojen vuoksi, josta seuraa taloudellisia säästöjä.

Omat oppimistavoitteeni olivat omien tiedonhankintamenetelmieni ja tutkimusluonteiseen työhön liittyvien taitojen kehittäminen, tiedon syventäminen eturauhassyöpäpotilaan sädehoidosta ja KKTT-kuvantamisesta sekä projektimuotoisen työskentelyn harjoitteleminen sairaalaympäristössä.

4 PROJEKTIN TOTEUTUS

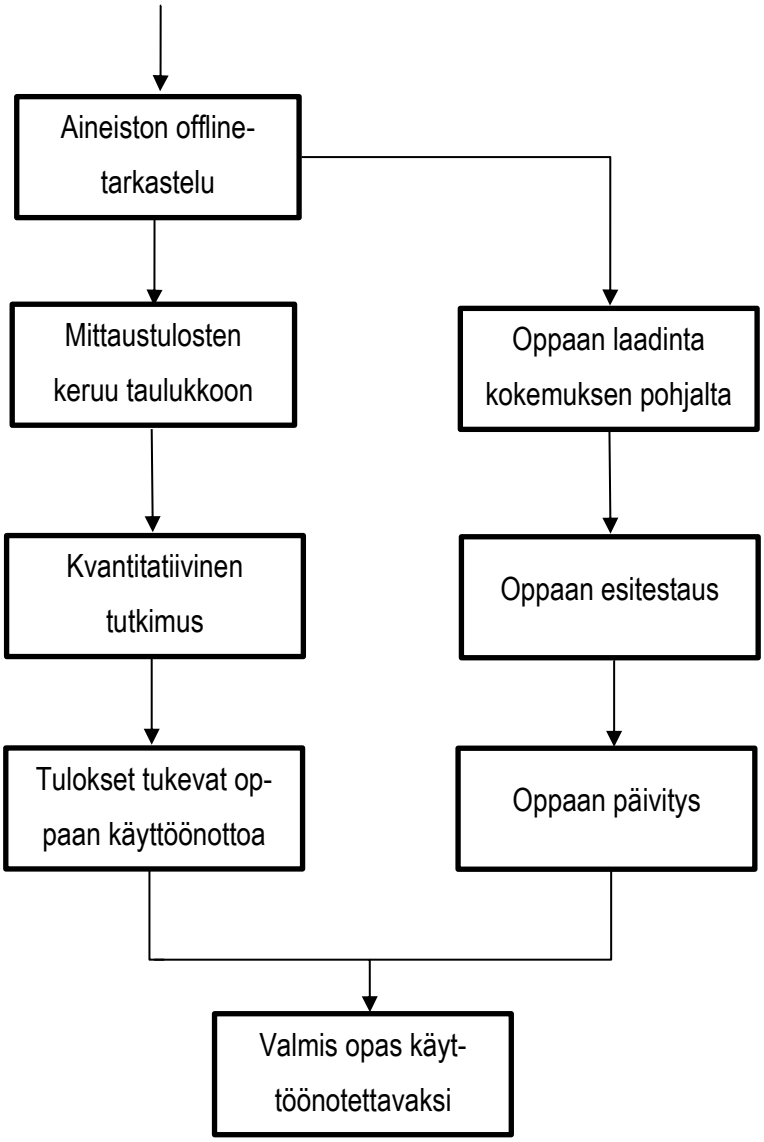
4.1 Kohdistusoppaan toteutus

Aloituspalaverin jälkeen toukokuussa 2016 sain perehdytyksen aineiston keruuseen fyysikko Maria Kurttilalta, jonka opastuksella suunnittelin tutkimuksen toteutuksen. Tutkimusosioon kuului Varianin Aria-ohjelmiston offline-tarkastelun (offline review) avulla suoritettava tutkimusaineiston keruu, joka perehdytti minut eturauhassyöpäpotilaan kohdistamiseen automaattisen kohdistuksen avulla. Tutkimusluvan saatuani ryhdyin aineiston keruuseen elokuussa 2016 ja laadin eturauhassyöpäpotilaan kohdistamisoppaasta ensimmäisen version, jonka röntgenhoitaja Kaisa Marttila-Tornio katselmoi. Päivitin oppaan katselmoinnissa esille tulleiden korjausehdotusten mukaiseksi ja kävin pitämässä esityksen kohdistusoppaan esitestauksesta sädehoidon yksikön osastokokouksessa. Koskinen-Ollonqvist, Parkkunen ja Vertio (2001, 8) viittaavat Ewlesiin ja Simnettiin, joiden mukaan tuotettava terveysaineisto kannattaa aina esitestata kohderyhmällä sen tarpeiden ja näkemysten selvittämiseksi. Kohderyhmänä tässä tapauksessa olivat sädehoidon yksikön hoitokoneilla työskentelevät röntgenhoitajat. Tutkimusten vastausprosentit jäävät yleensä alhaisiksi, joten tutkimuksessa käytetään saatekirjettä ja saatesanoja joiden täytyy antaa riittävästi tietoa tutkimuksesta ja motivoida vastaamaan (Vilkka 2007, 87). Koska tässä tapauksessa esitestaukseen ja esitestauslomakkeen (liite 4) täyttämiseen ei liittynyt saatekirjettä, niin osastokokouksessa pitämäni esityksen avulla pyrin riittävään tiedottamiseen ja esitestaajien motivoimiseen. Esityksen jälkeen vein kaikille käytössä oleville hoitokoneille kansion, joka sisälsi kohdistusoppaan ja esitestauslomakkeita täytettäväksi.

Kohdistusopas oli testattavana 23.08.2016–26.09.2016 välisenä aikana OYS:n sädehoidon yksikössä hoitokoneilla 2, 3 ja 4. Marraskuussa 2016 analysoin kohdistusoppaan esitestauslomakkeet ja joulukuussa 2016 kävin esittämässä esitestauksen tulokset ja päivittämäni kohdistusoppaan asiantuntijaryhmälle. Viimeistelin kohdistusoppaan asiantuntijaryhmän esittämien korjausehdotusten mukaiseksi, jonka jälkeen opas jäi odottamaan sädehoidon yksikön vastuulääkärin hyväksyntää.

Mittaustulosten keruu, taulukointi ja analysointi tapahtuivat rinnakkain kohdistusoppaan toteutuksen kanssa. Kävin keskustelemassa lokakuussa 2016 fyysikko Maria Kurttilan kanssa, kuinka

mittaustulokset tulisi analysoida. Marraskuussa 2016 analysoin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla keräämäni aineiston ja kohdistusoppaan esitietolomakkeet. Kävin esittämässä analysoimani mittausaineiston fyysikko Maria Kurttilalle joulukuussa 2016 ja tulokset puolsivat kohdistusoppaan käyttöönottoa. Kuviossa 2 on esitetty tutkimusprosessin ja kohdistusoppaan laadintaprosessin rinnakkainen eteneminen.



KUVIO 2. Tutkimuksen ja oppaan laadinnan rinnakkainen eteneminen

4.2 Kohdistusoppaan laatukriteerit

Jonkin asian laadun johdonmukaiseen arviointiin tarvitaan laatukriteereitä. Kohdistusoppaan laadun arviointiin käytettiin Terveyden edistämisen keskuksen terveysaineiston laatukriteereitä, jotka

ovat muotoutuneet tutkimuksen ja käytännön kokemuksen kautta. (Koskinen-Ollonqvist ym. 2001, 9.)

> Laatukriteeri on kuvaus hoidon, palvelun tai toiminnon olennaisista ominaisuuksista. Laatukriteeri pyritään täsmentämään sellaiseen muotoon, että sitä voidaan mitata. Vertaamalla mittaustuloksia ennalta asetettuihin tavoitteisiin nähdään, onko tavoitteet saavutettu. (Idänpää-Heikkilä, Mäkelä, Nordblad, Outinen & Päivärinta 2000, 10.)

Taulukossa 1 on määritelty oppaan laatukriteerit, joiden pohjalta laadin kyselylomakkeen oppaan esitestaamista varten (liite 4).

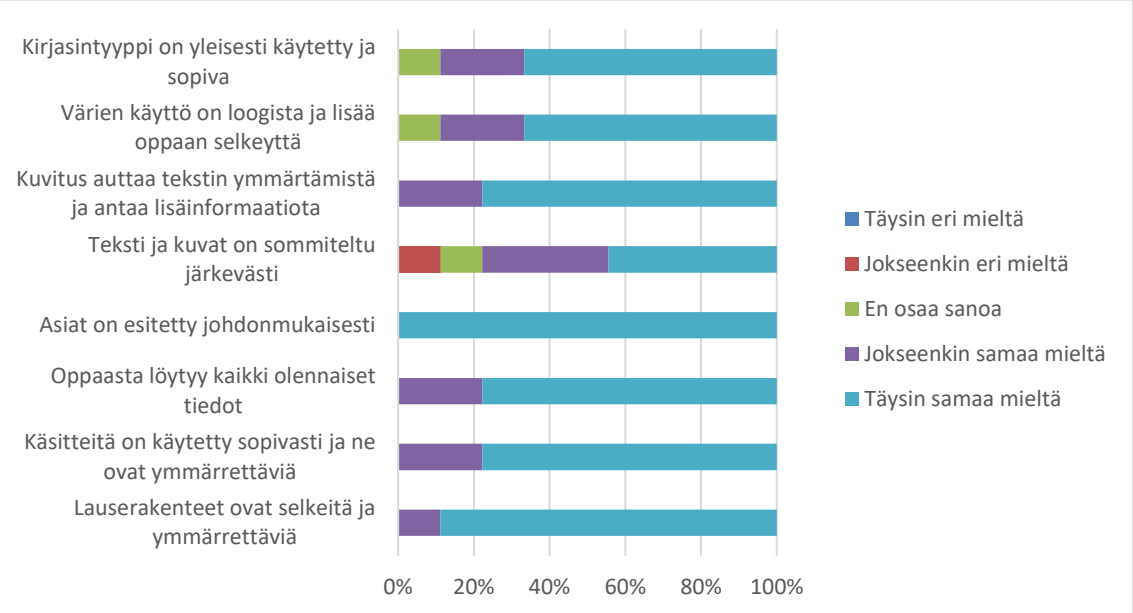
*TAULUKKO 1. Oppaan laatukriteerit (*Koskinen-Ollonqvist, Parkkunen, & Vertio *2001, 11–18)*

Laatukriteeri	**Ominaisuus**	**Mihin pyritään**
Ulkoasu	Kirjasintyyppi ja –koko	Kirjasintyyppi on yleisesti käytetty ja koko sopiva.
	Värien käyttö	Värien käyttö on loogista ja lisää oppaan selkeyttä.
	Kuvien käyttö	Kuvitus auttaa tekstin ymmärtämistä ja antaa lisäinformaatiota.
	Esitystavan selkeys	Teksti ja kuvat on sommiteltu järkevästi.
Sisältö	Selkeä sisällön esitystapa	Asiat on esitetty johdonmukaisesti.
	Sopiva tietomäärä	Oppaasta löytyy kaikki olennaiset tiedot.
Kieli	Käsitteiden käyttö	Käsitteitä on käytetty sopivasti ja ne ovat ymmärrettäviä.
	Kielen rakenne	Lauserakenteet ovat selkeitä ja ymmärrettäviä.

5 PROJEKTIN ARVIOINTI

5.1 Kohdistusoppaan arviointi laatukriteerien perusteella

Kohdistusoppaan arviointi tapahtui kohdistusoppaalle määriteltyjen laatukriteerien pohjalta laadittujen esitestauslomakkeiden avulla, joita palautettiin yhdeksän kappaletta. Esitestauslomakkeen kysymysten avulla selvitettiin oppaan ulkoasua, sisältöä ja kieltä. Kysymyksiä oli yhteensä kahdeksan ja vastausvaihtoehtoina olivat 1 = Täysin eri mieltä, 2 = Jokseenkin eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = Jokseenkin samaa mieltä sekä 5 = Täysin samaa mieltä. Esitestauslomakkeessa oli myös kolme avointa kysymystä, joihin vastaamalla pystyi kommentoimaan oppaan tarpeellisuutta, oman menetelmän käyttöä kohdentamisessa sekä antamaan ideoita ja korjausehdotuksia oppaan parantamiseksi. Vastausten jakautuminen on esitetty Likertin-asteikolla kuviossa 3.



KUVIO 3. Palautekyselyn vastausten jakautuminen (n = 9)

Viiteen kysymykseen yhdeksästä tuli ”täysin samaa mieltä” ja ”jokseenkin samaa mieltä”-vastauksia. Oppaan ulkoasua koskeviin kysymyksiin tuli myös ”en osaa sanoa” ja ”jokseenkin eri mieltä” -vastauksia. Eniten mielipiteitä jakoi ”teksti ja kuvat on sommiteltu järkevästi” -vastausvaihtoehto. Haasteena tekstin ja kuvien sommittelussa oli vaatimus oppaan koosta, joka sai olla korkeintaan yhden A4-sivun mittainen. Sommittelin kuvat niin, että ne tulevat ohjetekstin

alapuolelle ja näin tukevat ohjetekstiä. Pyrin lisäksi siihen, että kaikki kohdistamiseen liittyvät asiat näkyvät kuvissa. Korostin kuvissa olevia keskeisiä kohdistamiseen liittyviä asioita (”Auto matching” -parametrit, ”punainen laatikko”, kultajyvät ja leikevalitsimet) piirrosohjelman avulla. Opas laadittiin OYS:n mallipohjalle, johon on valmiiksi määritelty ylä- ja alaotsikot sekä kirjasintyyppi.

5.1.1 Avointen kysymysten analysointi

Kohdistusopas ei pakota röntgenhoitajia käyttämään oppaassa esitettyä menetelmää, vaan heillä on vapaus käyttää omia menetelmiänsä eturauhassyöpäpotilaan sädehoidon kohdentamisen suorittamiseen KKTT-kuvauksen avulla. Avointen kysymysten avulla oli mm. tarkoitus selvittää, minkälaisia omia menetelmiä röntgenhoitajilla on käytössä ja löytää paras mahdollinen käytäntö kohdentamisen suorittamiseksi automaatin avulla. ”Toiminnallisissa opinnäytetöissä laadullisella tutkimusmenetelmällä kerättyä aineistoa ei ole aivan välttämätöntä analysoida, vaan sitä voidaan käyttää myös lähteenä, kuten konsultaatiotakin” (Airaksinen & Vilkka 2003, 64). Avoimiin kysymyksiin tulleita vastauksia käsiteltiin kohdistusoppaan viimeistelyssä lähteinä.

”Onko opas sinulle tarpeellinen – jos ei ole, niin miksi?” –kysymykseen tuli seuraavanlaisia vastauksia:

> *Käytän säännöllisesti CBCT:tä, joten en tarvitse opasta. Uusille ja harvoin CBCT:tä tekeville opas tuo helpotusta suoriutua kuvien tulkinnasta.*
>
> *Ei ole minulle tarpeellinen. Kohdistustarkoituksessa harvoin käytetään prostatan alueella KKTT:tä ja kohdistan itse manuaalisesti.*
>
> *On tarpeellinen. Olen jonkin verran töissä myös suunnittelussa ja on hyvä kerrata kun tulee taas hoitokoneelle.*
>
> *Ei ole tarpeellinen kun olen opiskellut matchauksen ilman opasta ja tehnyt niitä paljon, mutta jos uutena asian opettelisin se varmasti olisi hyödyllinen.*
>
> *Tällä hetkellä ei ole, koska olen tehnyt paljon cbct-kohdistuksia ja arvioinut hoidon osuvuutta. Kuitenkin, jos olisin pitempään pois töistä, on opas paikallaan, josta voi pikaisesti tarkistaa asioita.*

Kyllä, koska prostata cbct-kohdistuksia on ollut vasta vähän. Tästä voi tarkistaa.

On, erittäin tarpeellinen.

On, aina hyvä olla kirjalliset ohjeet.

On tarpeellinen, etenkin nyt kun CBCT-kohdistusta on vielä varsin vähän.

Osa vastaajista koki, ettei opas ole heille tarpeellinen, koska he ovat tehneet jo paljon eturauhas-syöpäpotilaan kohdistamisia, mutta näissäkin kommenteissa todettiin, että uusille tai harvoin kohdistuksia tekeville työntekijöille oppaasta on hyötyä. Lisäksi, jos työntekijä ei ole pitkään aikaan tehnyt kohdistuksia, opas auttaa häntä asioiden muistiin palauttamisessa. Kommenteista voidaan päätellä, että opas on tarpeellinen.

”Onko sinulla oma menetelmä automaattisen kohdentamisen suorittamiseksi – jos on, niin minkälainen?” –kysymykseen tuli seuraavanlaisia vastauksia:

Leikevalitsimia en yleensä siirrä A/B. Manual matchingillä siirrän jyvät lopullisesti kohdalleen, mutta alkusiirron teen automatchilla.

Teen samoin kuin ohjeessa, mutta pääsääntöisesti mätsään manuaalisesti.

Ei ole omaa menetelmää, mutta jos kerrasta jyvät eivät mene kohdilleen niin korjaan kohdentamisen manuaalisesti.

Kultajyvien rajaaminen -> automatch (Structure VOI, kultajyvät) -> silmämääräinen arviointi osuvuudesta ja manuaalinen korjaaminen.

Jos kultajyvät eivät mene kohdilleen automaattisella kohdentamisella, tällöin ohjeesta poiketen kaikki vastaajat käyttävät manuaalista kohdentamista. Lisäsin ohjeeseen maininnan manuaalisen kohdentamisen käytöstä.

Kohtaan ”ideoita ja korjausehdotuksia oppaan kehittämiseksi” tuli seuraavanlaisia vastauksia:

Puhekielessä emme käytä KKTT vaan CBCT. Lääkärit, fyysikot, hoitajat kirjoittavat aina CBCT. Potilaan lomakkeessakin puhutaan CBCT:stä.

KKTT voidaan muuttaa muotoon CBCT, koska se on vakiintunut henkilökunnan käyttöön puhekielessä ja dokumenteissa.

Oppaan sisältö on esitetty mielestäni liian tiiviisti ts. kuvat ja teksti ovat liian lähellä toisiaan. Kuvissa värit (vihreä, punainen) erottuvat huonosti (esim. nuolet ja kirjaimet). Riviväli keskimmäisessä kappaleessa on eri.

Sininen laatikko keskellä, teksti on todella pientä. Parempi kuitenkin yksi-sivuinen opas.

Vaatimus oppaan koosta (yksi A4-sivu) asettaa rajoituksen kuvien ja tekstin sijoittelulle. Kuvien laatu paranisi niitä suurentamalla, mutta oppaasta ei mielestäni voi poistaa tekstiä sisällön siitä kärsimättä, jotta kuville saataisiin enemmän tilaa.

Lauseet olisi hyvä eri väleillä.

En ymmärtänyt mitä tämä vastaus tarkoittaa, joten en tehnyt muutoksia tämän palautteen perusteella.

L2:ssa auto match muistaa 1. kerran tehdyt asetukset eikä anna suoraan niitä muuttaa vaan tekee niiden mukaan ”mätsäyksen”. *-napin avulla saa suureksi muutkin suunnat vuorollaan.*

Ensimmäiseen kohtaan voisi lisätä, että jos CBCT on otettu aiemmin, auto match täytyy ”stopata”, jotta asetuksia voidaan muuttaa. Alhaalla olevassa kuvassa leikevalitsimet A ja B voisi laittaa selkeämmin (suurempana, värien käyttö tms). Selkeä ja tarpeellinen opas.

Automaattinen kohdentaminen muistaa ensimmäisellä KKTT-kohdistamiskerralla tehdyn mielenkiinnon alueen rajauksen ja muut asetukset, eikä anna sitä myöhemmillä hoitokerroilla enää muuttaa ilman erityisiä toimenpiteitä. Lisäsin ohjeeseen kohtaan yksi maininnan, että automaattisen kohdentamisen asetuksia voidaan muuttaa pysäyttämällä automaattinen kohdentaminen, joka käynnistetään ohjeen kohdassa neljä. Kasvatin leikevalitsin viivojen paksuutta sekä kirjainten A ja B kokoa. Lisäsin ohjeeseen maininnan -napin käyttömahdollisuudesta.

Olin tyytyväinen täytettyjen esitestauslomakkeiden määrään (9 kpl). Niiden perusteella kohdistusoppaassa esittämääni kohdistustapaa ei kritisoitu tai mainittu virheelliseksi. Esitestauslomakkeiden palaute auttoi tekemään parannuksia kohdistusoppaaseen.

5.2 Projektin aikataulun ja kustannusten arviointi

Laadin projektin aikataulun projektisuunnitelman yhteydessä kesäkuussa 2016 ja aikataulu näytti heti alkuun liian optimistiselta. Pääsin kesätöistäni johtuen aineiston keruuseen elokuussa kesäheinäkuun sijaan. Myöskin koko syksyn kestävän harjoittelujakson johdosta opinnäytetyöhön ei ollut kovin paljon aikaa käytettävissä. Arvioin myös raportin kirjoittamiseen tarvitsemani ajan aivan liian vähäiseksi. Alkuperäinen suunnitelmani opinnäytetyön valmistumisajankohdasta oli marraskuu 2016.

Projektin kustannukset muodostuivat projektin tekijän käyttämästä ajasta opinnäytetyöhön, jonka laajuus oli 15 opintopistettä eli 405 tuntia. Ohjaavat opettajat ja toimeksiantajan puolelta asiantuntijaryhmä käyttivät työaikaansa projektiin. OYS:n sädehoidon yksikössä työskentelevät röntgenhoitajat käyttivät työaikaansa oppaan esitestaamiseen ja esitestauslomakkeiden täyttämiseen. Tukiryhmällä kului aikaa vertaisarvioinnin tekemiseen. Projektin tekijälle kustannuksia kertyi matkakustannuksista kodin ja OYS:n sädehoidon yksikön välillä ja materiaalikuluista, kuten esim. paperista ja musteesta.

5.3 Projektin ongelmien ja riskien arviointi

Yhtenä suurimpana riskinä projektin aikana pidin mittaustulosten katoamista esim. tietokoneen hajoamisesta johtuen. Tämän vuoksi tallensin säännöllisesti koko projektin aikana opinnäytetyön loppuraportin ja mittaustulokset sisältävän Excel-taulukon Oulun ammattikorkeakoulun pilvipalve-

luun. Kesälomakaudesta aiheutuvat viivästymiset projektin aikataulussa eivät toteutuneet, ja olinkin yllättynyt tutkimusluvan nopeasta saamisesta heti heinäkuun 2016 alussa, minkä vuoksi minulla oli elokuussa 2016 aikaa käydä keräämässä tutkimusaineistoa ennen syksyn harjoitteluiden alkamista. Oppaan esitestauksesta sain mielestäni riittävästi (9 kpl) täytettyjä esitestauslomakkeita, jotka sisälsivät vastauksia avoimiin kysymyksiin ja siten myös konkreettisia parannusehdotuksia. Esitestauksen aikana olin yhteydessä sädehoidon yksikköön, josta sain palautetta täytettyjen esitestauslomakkeiden määrästä. Asiantuntijaryhmän röntgenhoitaja kävi myöskin pyytämässä röntgenhoitajia täyttämään esitestauslomakkeita.

5.4 Projektityöskentelyn arviointi

Yksintyöskentelemisen etuja on aikatauluriippumattomuus muista projektiryhmän jäsenistä. Toisaalta, jos en olisi työskennellyt yksin, aikataulukin olisi ehkä pitänyt paremmin koska työmäärää olisi voinut jakaa ja opinnäytetyön etenemisestä olisi ollut vastuussa myös toisille projektiryhmän jäsenille. Keskustelu ja pohdinta yhteistä projektia tekevien henkilöiden välillä kehittää projektin lopputulosta ja projektiryhmän jäsenten välisiä yhteistyötaitoja.

Aloituspalaverin johdosta sain erittäin hyvät ohjeet kohdistusoppaan laatimiseen, tutkimuksen suorittamiseen ja projektisuunnitelman tekemiseen. Yhteydenpito toimeksiantajan puolella työskentelevän asiantuntijaryhmän kanssa oli koko projektin ajan säännöllistä ja tiedotin ohjausryhmää projektisuunnitelman mukaisesti aina kun tietty aikataulun mukainen työvaihe oli suoritettu. Työvaiheet etenivät myös projektisuunnitelman mukaisesti, vaikka aikataulu ei pitänytkään paikkaansa. Asiantuntijaryhmän fyysikolta ja röntgenhoitajalta sain aina tarvittaessa ohjausta opinnäytetyöhön liittyen ja myöskin asiantuntijaryhmään kuuluvat röntgenhoitajat, jotka suorittivat oppaan esitestauksen, antoivat kiitettävästi palautetta esitietolomakkeiden muodossa. Ohjausryhmältä sain tukea työpajojen yhteydessä, sähköpostitse ja sain myös opinnäytetyön tietoperustaan, projektisuunnitelmaan ja loppuraporttiin liittyvää palautetta. Tukiryhmä toimi opinnäytetyöni vertaisarvioijina ja heidän palautteensa auttoi parantamaan mm. opinnäytetyön kirjallista ulkoasua.

6 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Tutkimuksen strategiana voidaan pitää vertailevaa tutkimusta, jonka tavoitteena on kahden tai useamman tutkimuskohteen avulla ymmärtää paremmin tarkasteltavaa asiaa (Vilkka 2007, 21). Tutkimuksessa vertaillaan KKTT-kuvauksen perusteella automaatin tekemän kohdentamisen tarkkuutta röntgenhoitajan tekemään kohdentamiseen röntgenkuvaparin avulla.

Opinnäytetyöni tutkimusmetodologia oli kvantitatiivinen eli määrällinen. Kvantitatiivisessa tutkimusmenetelmässä tutkimustiedon tarkastelu tapahtuu numeerisesti (Vilkka 2007, 14). Tässä tutkimuksessa röntgenhoitajan ja automaatin tekemien kohdistusten välisiä eroja mitataan etäisyyksinä, jotka ovat numeerista tietoa.

Tutkimuksen oletuksena (hypoteesi) oli, että automaatin tekemä kohdistus on tarkempi kuin röntgenhoitajan tekemä kohdistus. Hypoteesien esittäminen on eräs määrällisen eli kvantitatiivisen tutkimuksen keskeisiä piirteitä (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2013, 140).

Perusjoukko, johon tulosten tulee päteä ja tästä perusjoukosta otettu otos ovat keskeisiä kvantitatiivisessa tutkimuksessa (Hirsjärvi ym. 2013, 140). Tutkimusaineistoni perusjoukko koostui vuoden 2015 toisella puoliskolla samanaikaisella täydennyshoidolla (simultaneous integrated boost, SIB) hoidetuista eturauhassyöpäpotilaista OYS:n sädehoidon yksikössä., joille kokonaishoitoajan rajoissa oli suoritettu kuvauksia kartiokeilatietokonetomografialla. Pyrkimyksenä tutkimuksessa oli kokonaisotanta, jolloin koko perusjoukko on mukana tutkimuksessa (Vilkka 2007, 52). Kokonaisotanta on käytössä yleensä pienissä tutkimusaineistoissa, joissa havaintoyksiköiden määrä on alle sata (Vilkka 2007, 52).

Keskeistä kvantitatiiviselle tutkimukselle on myös kiinnostuksen kohteena olevien muuttujien kerääminen taulukkomuotoon, jolloin aineisto on tilastollisesti käsiteltävissä., ja päätelmien tekeminen tulosten analysointivaiheessa perustuen havaintoaineiston tilastolliseen analysointiin. Lisäksi tulosten tilastollisen merkitsevyyden testaus on ominaista kvantitatiiviselle tutkimukselle. (Hirsjärvi ym. 2013, 140.) Aloitin tutkimukseni keräämällä havaintoaineiston muuttujat Excel-taulukkoon ja analysoimalla aineiston tilastollisesti. Kuvailin tuloksia kaavioiden, histogrammien ja korrelaatioanalyysin avulla sekä testasin tulosten tilastollisen merkitsevyyden.

7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITTE JA TUTKIMUSONGELMA

Tutkimuksessa on tarkoitus selvittää, kuinka KKTT-kuviin perustuva automaattinen kohdentaminen eroaa tarkkuudeltaan röntgenkuvapariin perustuvasta kohdentamisesta. Tutkimuksessa pyritään löytämään parhaat menetelmät suorittaa kohdentaminen automaattisella kohdistuksella.

Tutkimuksen tavoitteena on vertailla KKTT-kuvauksen perusteella automaatin tekemän kohdentamisen tarkkuutta röntgenhoitajan tekemään kohdentamiseen röntgenkuvaparin avulla.

Tutkimusongelmat ovat:

1. Kuinka paljon eroa on automaattisen kohdentamisen ja röntgenhoitajan tekemän kohdentamisen välillä?

2. Mikä automaattisen kohdistuksen menetelmistä tuottaa parhaimman kohdistustuloksen?
   2.1. Minkälaisella mielenkiinnon alueen rajaamisella saavutetaan paras kohdistustulos?

   2.2. Minkälaisella mielenkiinnon alueen rajaamisella ja kultajyviin kohdistamisella saavutetaan paras kohdistustulos?

3. Tuottaako pöydän kierron (rot) valinta paremman kohdistustuloksen, ja onko automaattisen kohdistuksen ilmoittamalla pöydän kierron suuruudella merkitystä sädehoidon kohdentamisessa?

8 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

8.1 Aineiston keruu

Sain tutkimusluvan heinäkuussa 2016, ja elokuussa 2016 suoritin aineiston keruun OYS:n sädehoidon yksikössä sädehoidon annossuunnittelussa käytettävän Varianin Aria-ohjelmiston offline-tarkastelun avulla. Sain käyttööni listan vuoden 2015 toisella puoliskolla hoidetuista eturauhassyöpäpotilaista (117 potilasta). Listassa oli neljä potilasta, joilla hoitoalue kohdistui muualle kuin eturauhaseen (esim. pään ja kaulan alueelle). Näin listan kooksi muodostui 113 potilasta, mihin sisältyi tutkimusaineistoni perusjoukko eli 51 SIB-hoidolla hoidettua eturauhassyöpäpotilasta. Perusjoukon ulkopuolella oli myös eturauhassyöpää sairastavia potilaita, mutta heillä hoitomuoto oli eri kuin SIB-hoito (esim. imusolmukkeet sisältyivät hoitoalueeseen).

Tutkimukseni otokseen valitsin SIB-hoidolla hoidetut eturauhassyöpäpotilaat, joille sädehoitojakson aikana oli suoritettu KKTT-kuvauksia ennen sädehoitokerralla annettavaa sädehoitoa. KKTT-kuvauksia ei kuitenkaan ollut suoritettu kaikille perusjoukon potilaille, vaan KKTT-kuvausten suorittamiseen on olemassa tietyt kriteerit.

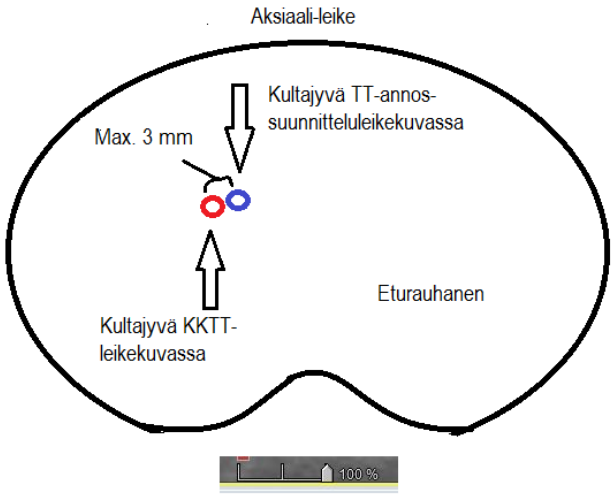
SIB-hoidolla hoidettavan eturauhassyöpäpotilaan KKTT-kuvauksen tarve arvioidaan sädehoitokertakohtaisesti tarkistamalla kohdistamiseen käytettävistä kV-kuvista onko hoitoalueella poikkeavuuksia, joiden takia KKTT-kuvaus tulisi tehdä. Jos kV-kuvissa näkyy reilusti ilmaa PTV:n sisäpuolella tai rektum-rakenteen ulkopuolella, suoritetaan potilaalle ilmaus ja otetaan uudet kV-kuvat. Jos uusissa kV-kuvissa näkyy yhä ilmaa PTV:n sisäpuolella tai rektum-rakenteen ulkopuolella, röntgenhoitaja suorittaa ja tulkitsee KKTT-kuvauksen sekä tekee tarvittavat hoitopöydän siirrot. Sädehoitokorttiin tehdään merkintä ilmasta peräsuolessa ja KKTT-kuvauksen tulokset menevät annossuunnitelman tehneen fyysikon katsottavaksi. Jos ensimmäiseksi otetuissa kV-kuvissa näkyy reilusti ulostetta PTV:n sisäpuolella tai rektum-rakenteen ulkopuolella, röntgenhoitaja suorittaa ja tulkitsee KKTT-kuvauksen sekä tekee tarvittavat hoitopöydän siirrot. Sädehoitokorttiin tehdään merkintä ulosteesta ja KKTT-kuvauksen tulokset menevät annossuunnitelman tehneen fyysikon katsottavaksi. Kolme sädehoitokortin merkintää ilmasta tai ulosteesta ja KKTT-kuvien mukaan koholla olevat rektum-annokset vaativat jatkotoimenpiteenä esim. lääkitystä tai tyhjen-

nystä ennen sädehoidon antamista sekä konsultointia lääkärin ja fyysikon kanssa. (Heikkilä, Henttu, Kurttila & Rouhiainen. 2015.)

Otoksen minimikoon vaatimuksena tämän kaltaisissa tutkimuksissa pidetään yleensä kahtakymmentä potilasta. Tällöin potilaiden välille saadaan vertailtavuutta. (Kurttila, keskustelu 7.10.2016.) Otokseen valikoitui kaksikymmentä potilasta, joille hoitojakson aikana tehtyjen KKTT-kuvausten määrä per potilas vaihteli yhden ja viiden välillä. Otos sisälsi yhteensä neljäkymmentä KKTT-kuvausta, kun kaikki suoritetut KKTT-kuvaukset laskettiin yhteen. Havaintojen ja tietojen puuttuminen tarkoittaa samaa kuin kato (Vilkka 2007, 51). Tässä opinnäytetyössä katoa olivat 31 SIB-hoidolla hoidettua eturauhassyöpäpotilasta, joille ei ollut suoritettu KKTT-kuvauksia sädehoitojakson aikana.

Tutkimusaineiston keruu suoritettiin Varianin Aria-ohjelmiston offline-tarkastelun (offline review) avulla (katso kuvio 4). Potilaslista käytiin läpi potilas kerrallaan, ja yksittäiseltä potilaalta tarkistettiin hoitojakson aikajanalta, oliko hänelle suoritettu KKTT-kuvauksia. Jos KKTT-kuvaus oli suoritettu, valittiin kyseinen hoitokerta ja tarkistettiin sen aikajanalta, että KKTT-kuvaus on kV-kuvien perusteella suoritetun online-asettelun (online matched position) ja hoitokerran välissä. Tällöin voitiin olettaa, että KKTT-kuvaus on potilaasta, jonka röntgenhoitaja on asetellut hoitoasentoon kV-kuvien avulla. Röntgenhoitajan kV-kuvien perusteella suorittamat hoitopöydän siirrot (couch delta) potilaan asettelussa vrt-, lng- ja lat-suunnassa kirjattiin muistiin Excel-taulukkoon (liite 1). Offline-tarkastelussa KKTT-kuvia voidaan verrata TT-annossuunnittelukuviin ja tutkia, kuinka paljon röntgenhoitajan suorittama potilaan asettelu poikkeaa suunnittelukuvauksen asettelusta. TT-leikkeitä selaamalla etsittiin kultajyvä niin, että se näkyi yhtä aikaa aksiaali-, koronaali- ja sagittaalitasossa (katso kuvio 4). Leiketason alareunassa on nuoli (katso kuvio 5), jota liikuttamalla saadaan kultajyvä TT-leikkeessä ja KKTT-leikkeessä näkymään yhtä aikaa niin, että niiden etäisyyttä voidaan verrata keskenään. Jos kultajyvien välinen ero vrt-, lng tai lat-suunnassa oli suurempi kuin 3 mm, tästä kirjattiin etäisyys ja suunta Excel-taulukkoon (liite 1). Yllä oleva tarkastelu tehtiin kaikille eturauhaseen istutetuille kultajyville, joita on yleensä kolme kappaletta.

KUVIO 4. Automaattiseen kohdistukseen käytettävä ohjelma offline-tarkastelussa



KUVIO 5. KKTT-leikekuvien vertailu TT-annossuunnitteluleikekuviin (kultajyvien välinen toleranssi ±3 mm)

Offline-tarkastelussa on vastaavanlainen ”automaattinen kohdistus” -ominaisuus (auto matching) kuin online-tarkastelussakin. Offline-tarkastelussa voidaan testata, kuinka paljon automaattinen kohdistus vielä parantaa potilaan asettelua röntgenhoitajan tekemästä asettelusta. Automaattisen kohdistus voidaan suorittaa erilaisilla parametreilla (katso kuvio 6). Tässä tutkimuksessa käytettiin kolmea eri tapaa, joista ensimmäisessä rajattiin mielenkiinnon alue (ROI) käsittämään eturauhasen alue aksiaali-, sagittaali- ja koronaalitasossa (katso kuvio 4). Toisessa tavassa mielenkiinnon

alueen lisäksi parametriksi valittiin mielenkiinnon rakenne (Structure VOI), joka oli kultajyvät. Kolmannessa tavassa mielenkiinnon alueen ja kultajyvien lisäksi valittiin parametriksi pöydän kierto (rot).

KUVIO 6. Automaattisen kohdistamisen parametrit

Automaattisen kohdistuksen ehdottamat siirrot (mittaustulokset) kahdella ensimmäisellä kohdistustavalla vrt-, lng- ja lat-suunnissa sekä kolmannella tavalla edellä mainittujen lisäksi rot-suunnassa, kirjattiin analysointia varten Excel-taulukkoon (liite 1). Tämän jälkeen TT-leikkeitä selaamalla etsittiin kultajyvä niin, että se näkyi yhtä aikaa aksiaali-, koronaali- ja sagittaalitasossa. Leiketason alareunassa olevaa nuolta liikuttamalla saatiin kultajyvä TT-leikkeessä ja KKTT-leikkeessä näkymään niin, että niiden etäisyyttä voidaan verrata keskenään. Jos kultajyvien välinen ero on > 3 mm, joka on OYS:n sädehoidon toleranssiarvo eturauhassyövän sädehoidossa, niin tällöin kyseessä ei ole hyväksyttävä tulos (Kurttila, keskustelu 12.5.2016). Tällaisessa tilanteessa tilanne palautettiin samaksi kuin ennen automaattista kohdistusta. Tämän jälkeen automaattinen kohdistus suoritettiin uudestaan rajaamalla mielenkiinnon alue tarkemmin kultajyvien ympärille kaikissa kolmessa leiketasossa. Yllä oleva tarkastelu tehtiin kaikille eturauhaseen istutetuille kultajyville, joita on yleensä kolme kappaletta. Jos TT- ja KKTT-leikkeissä näkyvien kultajyvien välinen ero oli vielä useiden automaattisten kohdistusyritysten jälkeen > 3 mm, kirjattiin tästä huomio Excel-taulukkoon.

Jos automaattisen kohdistuksen ehdottamat siirrot ovat <= 3 mm, voidaan tästä päätellä, että röntgenhoitajan tekemä asettelu kV-kuvien perusteella on 3 mm:n toleranssin sisällä. Tällöin TT- ja KKTT-leikkeissä näkyvien kultajyvien välinen ero ei kuitenkaan saa olla > 3 mm. Jos automaattisen kohdistuksen siirtojen avulla saadaan TT- ja KKTT-leikkeissä näkyvät kultajyvät paremmin kohdalleen, on automaattisen kohdistuksen tulos parempi kuin röntgenhoitajan tekemä kohdistus. Jos automaattisen kohdistuksen tulos TT- ja KKTT-leikevertailussa on huonompi, on röntgenhoitajan tekemä manuaalinen kohdistus parempi. Mahdollinen syy automaattisen kohdistuksen ehdottamille suurille siirroille voi olla röntgenhoitajan tekemä asetteluvirhe tai se, että kultajyvät ovat liikkuneet kV- ja KKTT-kuvausten välillä. Röntgenhoitajasta riippumattomia syitä suurille siirtotarpeille, jotka syntyvät kV-kuviin perustuvan asettelun jälkeen, voivat olla potilaan liikahtaminen hoitopöydällä tai peräsuoleen kertynyt ilma.

8.2 Aineiston analysointi

Excel-taulukkoon (liite 1) kerätyt mittaustulokset siirtotarpeista analysoitiin käyttäen Van Herkin (2004, 53–54) esittämää tapaa. Mittaustuloksista laskettiin potilaskohtaiset keskiarvot seuraavasti:

- Röntgenhoitajan suorittamista siirroista potilaan asettelussa vrt-, lng- ja lat-suunnissa
- Automaattisen kohdistuksen suorittamista siirroista mielenkiinnon alue rajattuna vrt-, lng- ja lat-suunnissa
- Automaattisen kohdistuksen siirroista mielenkiinnon alue rajattuna ja kultajyvät valittuna vrt-, lng- ja lat-suunnissa
- Automaattisen kohdistuksen siirroista mielenkiinnon alue rajattuna, kultajyvät valittuna ja pöydän kierto valittuna vrt-, lng-, lat- ja rot-suunnissa.

Kaikista potilaskohtaisista keskiarvoista laskettiin keskiarvo, josta saatiin koko **potilasjoukon systemaattinen virhe (M)** (Van Herk 2004, 53). Potilaskohtaisten keskiarvojen keskihajonta on **systemaattisen virheen keskihajonta (SD)** (Van Herk 2004, 53). Seuraavaksi taulukoitiin potilaskohtaisten keskiarvojen keskihajonnat **satunnaisen virheen (RMS)** laskentaa sekä keskiarvo- ja keskihajontakaavioita varten. Satunnainen virhe saatiin selville laskemalla neliöllinen keskiarvo kaikista potilaskohtaisten keskiarvojen keskihajonnoista (Van Herk 2004, 53). Laskennan periaate on esitetty taulukossa 2. Edellä mainitut virheet eivät kuvasta virhettä potilaan hoidossa tai asettelussa, vaan suuntaa sille, kuinka paljon potilaan kohdistus tilastollisesti tarkasteltuna poikkeaa suunnitellusta, jos sädehoitokertaan ei liittyisi kohdistuskuvantamista.

TAULUKKO 2. Esimerkki potilasjoukon systemaattisen virheen (M), systemaattisen virheen keskihajonnan (SD) ja satunnaisen virheen (RMS) laskennan periaatteesta vrt-suunnalle (Van Herk 2004, 53)

KKTT-kuvaus	Potilas 1 Vrt	Potilas 2 Vrt	Potilas 3 Vrt	Potilas 4 Vrt		
1	2	3	1	3		
2	3	-2	2	2		
3	1	1	3	4		
4	2	1	-2	-		
Potilaskohtainen keskiarvo	2	0,75	1	3	→	M = 1,70 SD = 1,03
Potilaskohtainen keskihajonta	0,82	2,06	2,16	1	→	RMS = 1,63

Röntgenhoitajan suorittamille hoitopöydän siirroille ja automaattisille kohdistustavoille laskettiin myös yksittäisten suuntien kaikkien siirtojen (n = 40) keskiarvot ja keskihajonnat. Tutkimusaineistosta havaitaan, että potilaskohtaisuus keskiarvojen laskennassa vie systemaattista virhettä (M) lähemmäs nollaa ja lisäksi kaikille potilaille ei synny systemaattisen virheen keskihajontaa (SD = 0 mm) potilaskohtaisesti, johtuen vain yhdestä KKTT-kuvauksesta hoitojakson aikana.

Hoitopöydän yksittäisten suuntien siirtoja (n = 40) eri automaattisilla kohdistustavoilla tarkasteltiin histogrammien avulla. Hoitopöydän kierron vaikutusta kohdistustuloksiin tarkasteltiin korrelaatioanalyysin avulla. Eri automaattisen kohdistuksen tapoja verrattiin myös röntgenhoitajan tekemään kohdistukseen ja t-testin sekä Mann-Whitneyn U-testin avulla tutkittiin, löytyykö niiden väliltä tilastollisesti merkitseviä eroja vrt-, lng- ja lat-suunnissa sekä kolmannella automaattisella kohdistustavalla lisäksi rot-suunnassa. Näiden vertailujen avulla etsittiin vastauksia tutkimusongelmiin.

9 TUTKIMUSTULOKSET

Röntgenhoitajan potilaiden asettelussa suorittamista pöydän siirroista lasketut potilasjoukon systemaattiset virheet (M), systemaattisten virheiden keskihajonnat (SD) ja satunnaiset virheet (RMS) on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Potilaan kohdistuksen systemaattiset ja satunnaiset virheet

	Pöydän siirrot		
	vrt (mm)	lng (mm)	lat (mm)
M	0.1	-2.0	-0.4
SD	5.7	4.0	3.8
RMS	2.2	1.6	0.9

Systemaattisen virheen keskihajonnan havaitaan olevan suurin vrt-suunnassa (5.7 mm). Lng- ja lat-suuntien systemaattisen virheen keskihajonta on lähes samansuuruinen. Satunnainen virhe on suurin vrt-suunnassa, toiseksi suurin lng-suunnassa ja pienin lat-suunnassa. Tulokset on laskettu sädehoitokertojen välisistä potilaan asettelun korjaamiseksi tehdyistä siirroista.

9.1 Potilaskohtaiset keskiarvot ja -hajonnat pöydän siirroille eri suunnissa

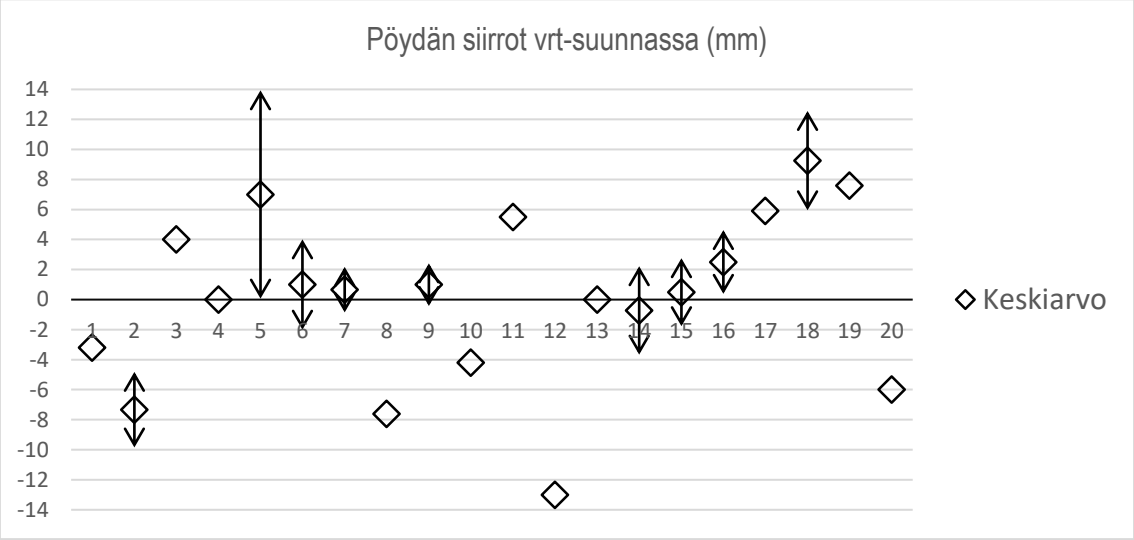
Potilaskohtaiset keskiarvot ja -hajonnat on laskettu vain niille potilaille, joille on suoritettu KKTT-kuvauksia hoitojakson aikana. Taulukosta 4 nähdään potilasta kohden suoritettujen KKTT-kuvauksien määrä. Potilasaineisto olisi mahdollistanut suuremman otannan, koska röntgenhoitajan suorittamat pöydän siirrot olisi voitu kerätä potilaskohtaisesti esim. jokaiselta hoitokerralta hoitojakson aikana. Tällöin olisi osalla potilaista saatu potilaskohtaisesti useampi kuin yksi havaintoyksikkö keskihajonnan ja satunnaisen virheen laskemista varten. Systemaattiset ja satunnaiset virheet potilaan asettelussa sekä potilaskohtaiset keskiarvot ja -hajonnat pöydän siirroissa eivät kuitenkaan ole keskeinen asia tässä opinnäytetyössä, vaan niiden avulla yritetään selvittää antavatko ne lisäinformaatiota eri automaattisiin kohdistustapoihin liittyen. Potilaat on numeroitu eri tavalla kerätyssä aineistossa kuin potilaskohtaista keskiarvoa ja -hajontaa esittävissä kuvioissa. ”Potilas kuvioissa” taulukossa 4, viittaa kuvioiden 7–19 x-akselien arvoihin.

TAULUKKO 4. Potilasta kohden suoritettujen KKTT-kuvauksien määrä hoitojakson aikana

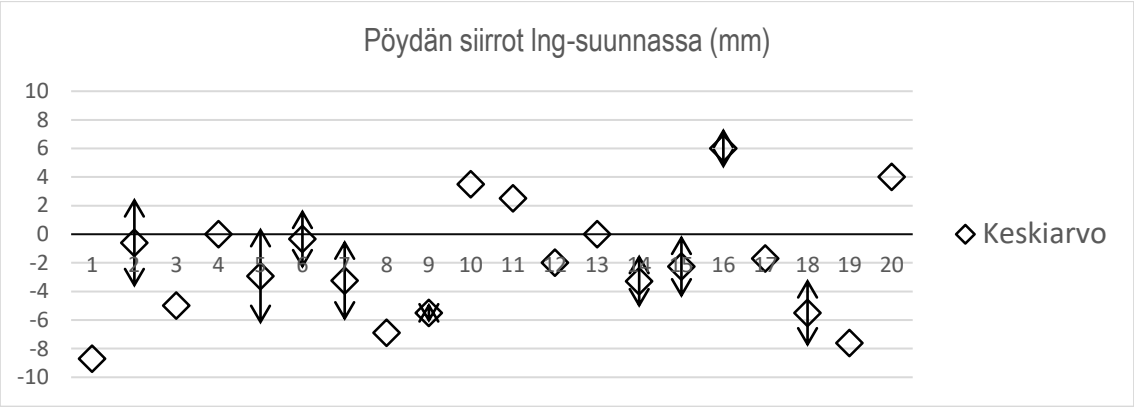
Potilas aineistossa	1	2	3	6	7	8	12	13	15	17
Potilas kuvioissa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KKTT-kuvauksia	1	3	1	1	5	3	3	1	2	1

Potilas aineistossa	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Potilas kuvioissa	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
KKTT-kuvauksia	1	1	1	5	2	2	1	4	1	1

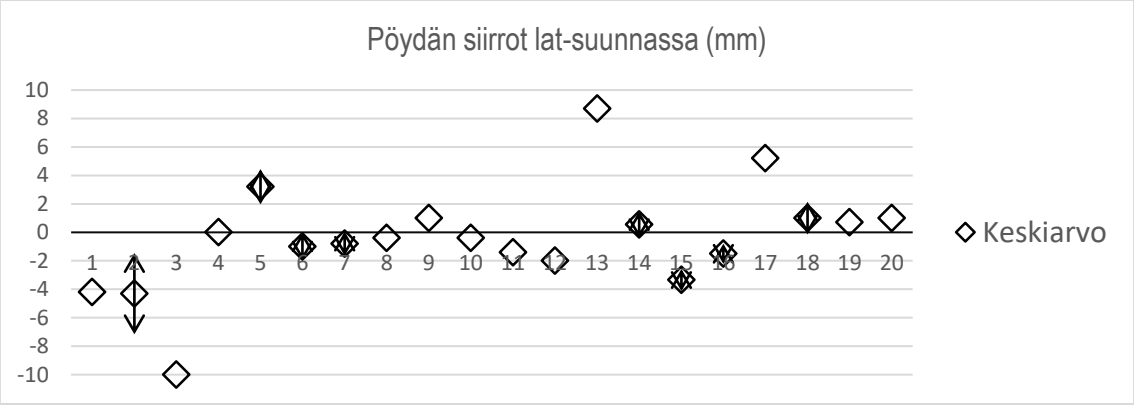
Kuvioissa 7, 8 ja 9 on esitetty röntgenhoitajan suorittamien potilaskohtaisten hoitopöydän siirtojen keskiarvot ja keskihajonnat vrt-, lng- ja lat-suunnissa.



KUVIO 7. Hoitopöydän siirtojen keskiarvot ja keskihajonnat potilaskohtaisesti vrt-suunnassa



KUVIO 8. Hoitopöydän siirtojen keskiarvot ja keskihajonnat potilaskohtaisesti lng-suunnassa



KUVIO 9. Hoitopöydän siirtojen keskiarvot ja keskihajonnat potilaskohtaisesti lat-suunnassa

Ylläolevista kuvioista havaitaan potilaiden siirtotarpeiden olevan vähäisintä lat-suunnassa, jossa potilaskohtaisten keskiarvojen ja -hajontojen vaihtelu on pienempää kuin vrt- ja lng-suunnissa. Vrt-suunnassa keskiarvojen ja -hajontojen vaihtelu on suurempaa kuin lng-suunnassa. X-akselin luvut 3 ja 13 viittaavat tutkimusaineistossa potilaisiin 3 ja 20, joille pöydän siirrot poikkeavat eniten 0-keskiarvosta lat-suunnassa (kuvio 9). Nämä pöydän siirrot kasvattavat myös lat-suunnan systemaattisen virheen keskihajonnan arvoa (katso taulukko 3), jonka arvo olisi todennäköisesti pienempi suuremmalla potilasmäärällä.

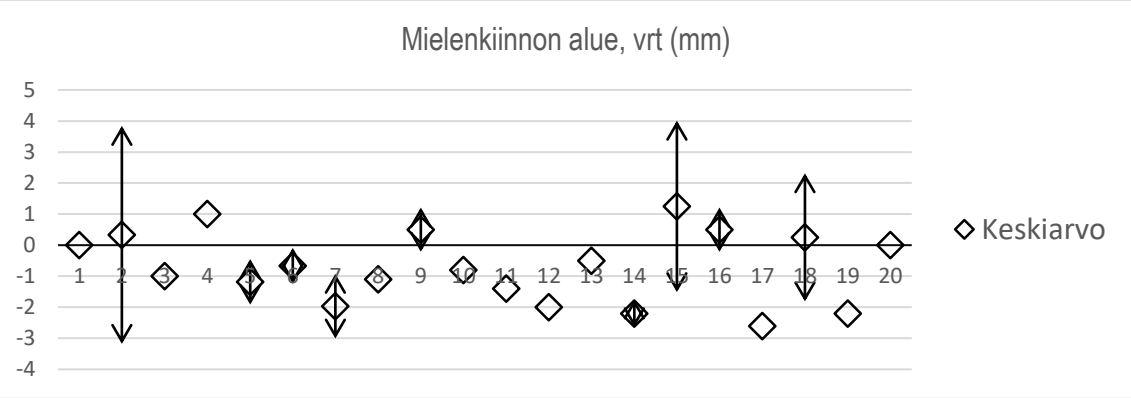
Eri automaattisten kohdistustapojen potilaskohtaisten siirtojen systemaattiset virheet (M), systemaattisten virheiden keskihajonnat (SD) ja satunnaiset virheet (RMS) on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Automaattisten kohdistustapojen systemaattiset ja satunnaiset virheet (n = 20)

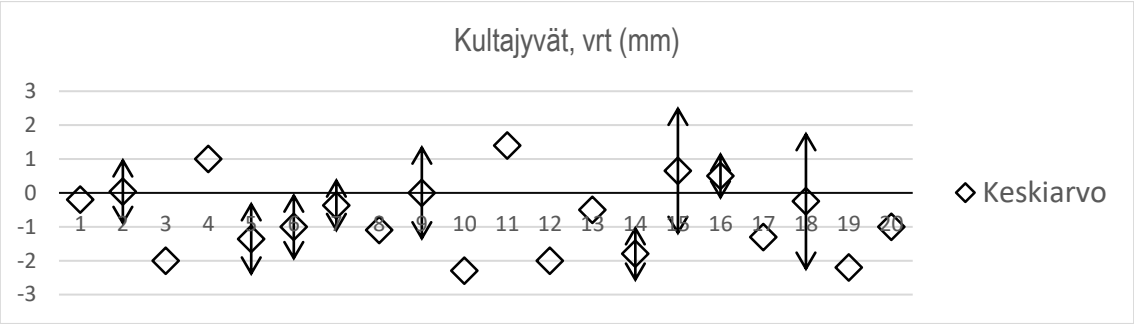
	Mielenkiinnon alue			Mielenkiinon alue ja kultajyvät			Mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto			
	vrt (mm)	lng (mm)	lat (mm)	vrt (mm)	lng (mm)	lat (mm)	vrt (mm)	lng (mm)	lat (mm)	rot (°)
M	-0.7	0.1	0.0	-0.7	0.1	0.0	-0.6	0.1	0.0	-0.2
SD	1.1	1.8	0.6	1.1	1.4	0.7	1.3	1.4	0.7	1.4
RMS	1.2	1.3	0.7	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.6	0.7

Potilasjoukon systemaattisen virheen, systemaattisen virheen keskihajonnan ja satunnaisen virheen ei havaita poikkeavan merkittävästi toisistaan eri automaattisilla kohdistustavoilla vrt-, lng- ja lat-suunnissa. Systemaattisen virheen keskihajonta on suurin lng-suunnassa (1.8 mm) ja satunnainen virhe vrt- ja lng-suunnissa (1.2 ja 1.3 mm), kun käytössä on pelkästään mielenkiinnon alueen rajaus.

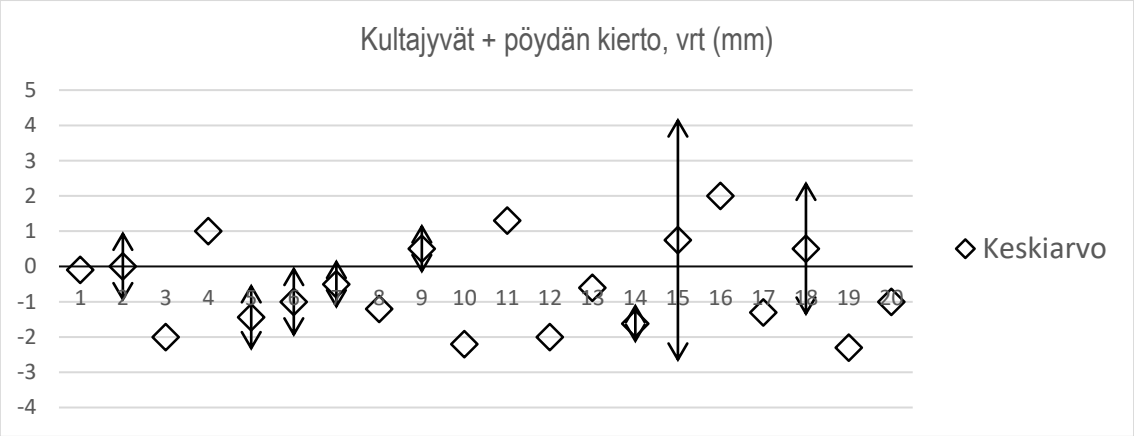
Kuvioissa 10, 11 ja 12 on esitetty eri automaattisten kohdistustapojen siirtojen keskiarvot ja keskihajonnat vrt-suunnassa.



KUVIO 10. Keskiarvot ja -hajonnat potilaskohtaisesti vrt-suunnassa mielenkiinnon alue valittuna



KUVIO 11. Keskiarvot ja -hajonnat potilaskohtaisesti vrt-suunnassa mielenkiinnon alue ja kultajyvät valittuna



KUVIO 12. Keskiarvot ja -hajonnat potilaskohtaisesti vrt-suunnassa mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto valittuna

Kuvioista 10, 11 ja 12 havaitaan, että kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna ja kultajyvät valittuna tuottaa lähes samat keskiarvot ja keskihajonnat potilaskohtaisesti kuin kohdistus valittuna mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto. Eroja keskiarvoissa tai keskihajonnoissa näitä kahta eri kohdistustapaa verratessa on kuitenkin havaittavissa potilailla 22, 23 ja 25 (ylläolevien kuvioiden x-akselilla arvot 15, 16 ja 18).

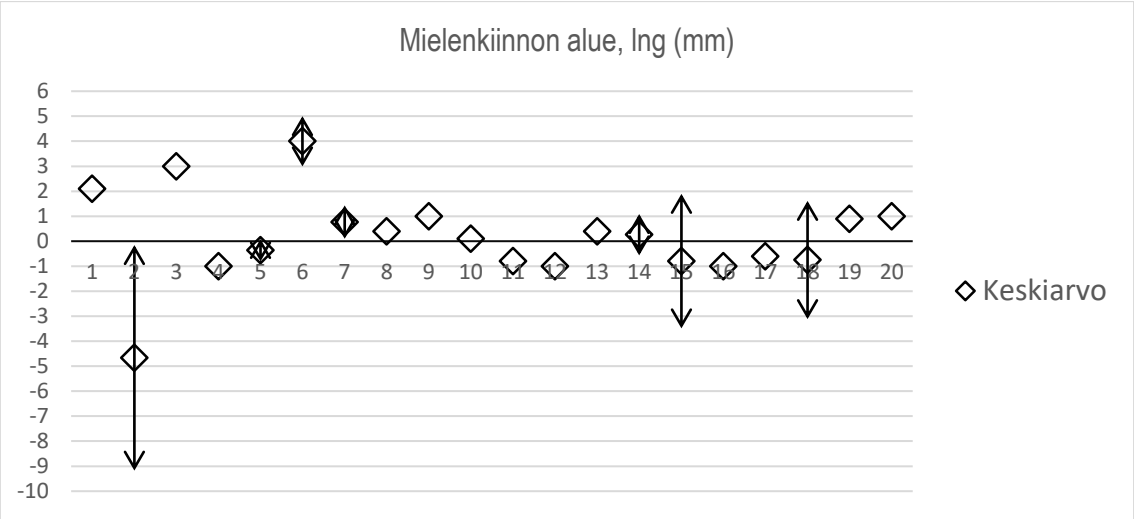
Offline-tarkastelussa automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna ja kultajyvät kohdistusparametriksi valittuna antoi lähes kaikille potilaille yhtä hyvän tai paremman kohdistustuloksen vrt-suunnassa kuin röntgenhoitajan tekemä kohdistus, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta.

Potilaalla 22 (x-akselilla arvo 15) oli kaksi KKTT-kuvausta, joista ensimmäisessä paras kohdistustulos vrt-suunnassa saatiin, kun parametreiksi valittiin mielenkiinnon alue ja kultajyvät. Pöydän kierto kohdistusparametriksi valittuna kasvattaa vrt-suunnan siirron arvoa (3.2 mm) suuremmaksi kuin kultajyväkohdistuksessa ilman pöydän kiertoa (2.0 mm). Pöydän kierron arvoksi saatiin –3.80 °. Potilaalla oli runsaasti ilmaa peräsuolessa. Lisäksi kultajyvistä aiheutui artefaktaa, jonka johdosta kohdistus manuaalisestikin oli vaikeaa.

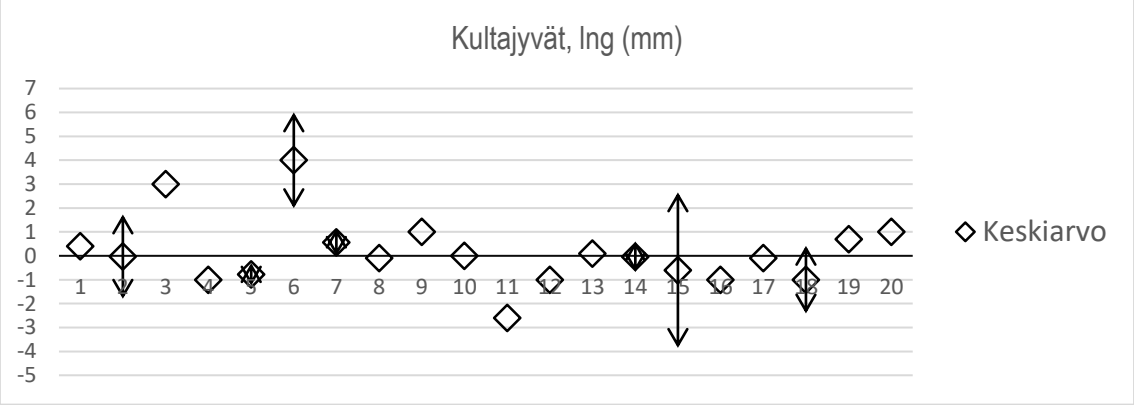
Potilaalla 23 (x-akselilla arvo 16) oli kaksi KKTT-kuvausta, joista toisessa paras kohdistustulos vrt-suunnassa saatiin, kun parametriksi oli valittu lisäksi pöydän kierto. Rot-suunnan arvoksi saatiin tällöin –3.20 °. TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien kultajyviä vertailtaessa havaittiin vrt-suunnassa kuitenkin eroa 3.2 mm kultajyvien välillä. KKTT-kohdistuskuvissa näkyi peräsuolessa ilmaa, joka nosti yhtä eturauhasen kultajyvistä suhteessa kahteen muuhun. Yhden kultajyvän vieressä näkyi artefaktaa. Kohdistus oli manuaalisesti korjattavissa niin, että kaikkien kultajyvien välinen ero TT- ja KKTT-kuvien välillä oli pienempi kuin 3 mm.

Potilaalla 25 (x-akselilla arvo 18) oli neljä KKTT-kuvausta, joista kolmannessa paras kohdistustulos vrt-suunnassa saatiin, kun parametriksi oli valittu lisäksi pöydän kierto. Rot-suunnan arvoksi saatiin tällöin –3.90 °. TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien kultajyviä vertailtaessa havaittiin vrt-suunnassa eroa 3.2 mm kultajyvien välillä. KKTT-kohdistuskuvissa näkyi peräsuolessa paljon ulostetta ja TT-kuviin vertailtaessa kaikkien kultajyvien sijainti vaikutti sellaiselta kuin ne olisivat liikkuneet alkuperäisestä paikastaan jonkin verran. Automaattinen kohdistus pöydän kierron kanssa oli tässä tapauksessa kuitenkin yhtä hyvä röntgenhoitajan tekemän kohdistuksen kanssa.

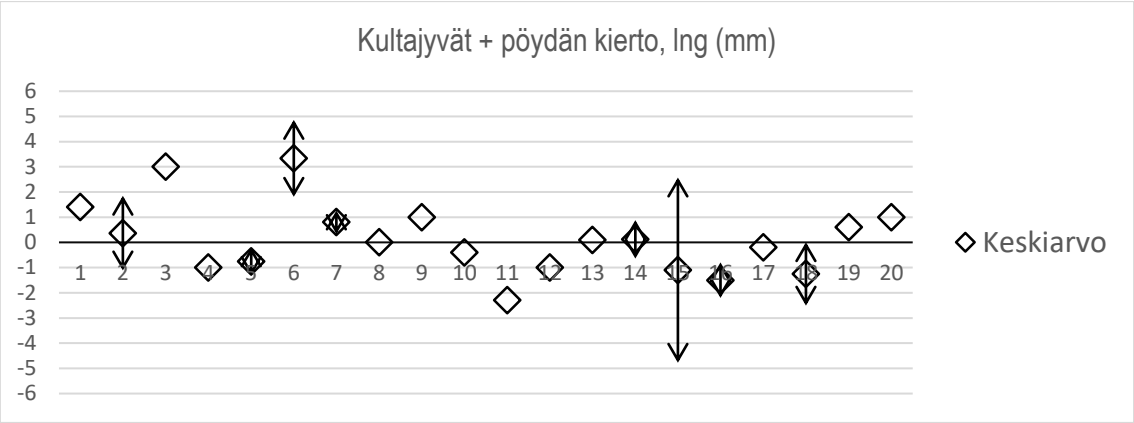
Kuvioissa 13, 14 ja 15 on esitetty eri automaattisten kohdistustapojen siirtojen keskiarvot ja keskihajonnat lng-suunnassa.



KUVIO 13. Keskiarvot ja -hajonnat potilaskohtaisesti lng-suunnassa mielenkiinnon alue valittuna



KUVIO 14. Keskiarvot ja -hajonnat potilaskohtaisesti lng-suunnassa mielenkiinnon alue ja kultajyvät valittuna



KUVIO 15. Keskiarvot ja -hajonnat potilaskohtaisesti lng-suunnassa mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto valittuna

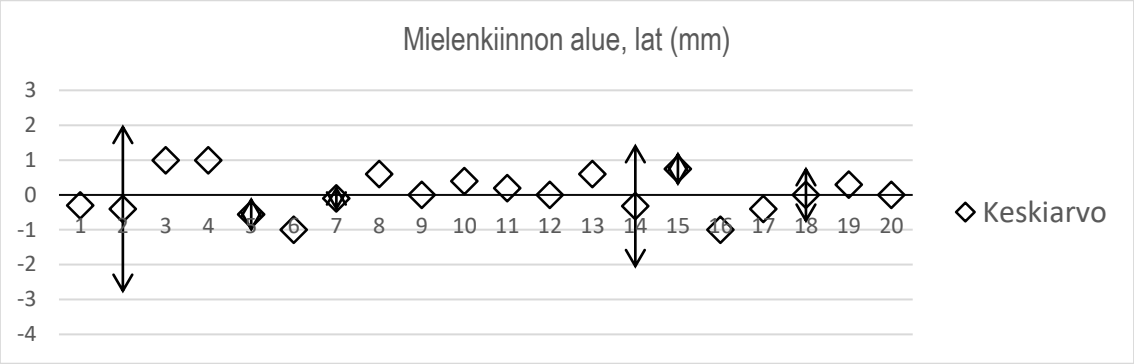
Kuvioista 13, 14 ja 15 havaitaan, että kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna ja kultajyvät valittuna tuottaa lähes samat keskiarvot ja keskihajonnat potilaskohtaisesti kuin kohdistus valittuna mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto. Eroja keskiarvoissa tai keskihajonnoissa näitä kahta eri kohdistustapaa verratessa on kuitenkin havaittavissa potilailla 1 ja 8 (ylläolevien kuvioiden x-akselilla arvot 1 ja 6).

Offline-tarkastelussa automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna ja kultajyvät kohdistusparametriksi valittuna antoi lähes kaikille potilaille yhtä hyvän tai paremman kohdistustuloksen lng-suunnassa kuin röntgenhoitajan tekemä kohdistus, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta.

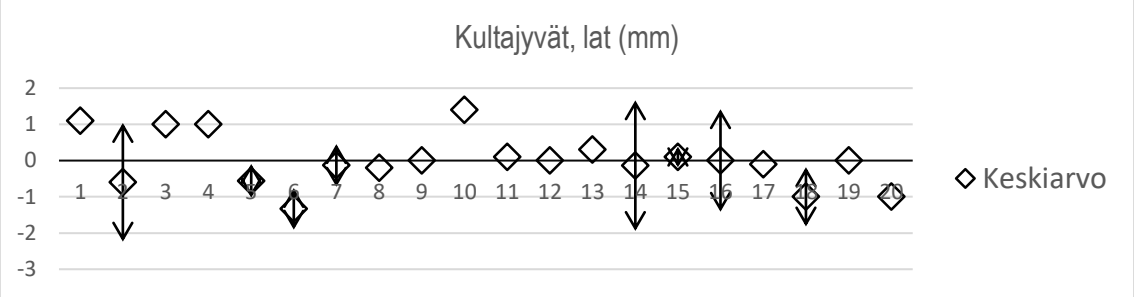
Potilaalla 1 (x-akselilla arvo 1) oli yksi KKTT-kuvaus, jossa automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna ja kultajyvät kohdistusparametrina antoi yhtä hyvän kohdistustuloksen kuin automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna, kultajyvät kohdistusparametrina ja pöydän kierto valittuna. Pöydän kierron suuruus oli 2.7 °, mutta se ei parantanut kohdistuksen tarkkuutta.

Potilaalla 8 (x-akselilla arvo 6) oli kolme KKTT-kuvausta, joista toisessa röntgenhoitajan tekemä kohdistus oli parempi kuin automaattinen kohdistus. TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien kultajyviä vertailtaessa havaittiin lng-suunnassa eroa 4 mm kultajyvien välillä. KKTT-kohdistuskuvissa näkyi peräsuolessa runsaasti ulostetta. Kohdistus oli manuaalisesti korjattavissa niin, että kaikkien kultajyvien välinen ero TT- ja KKTT-kuvien välillä oli pienempi kuin 3 mm.

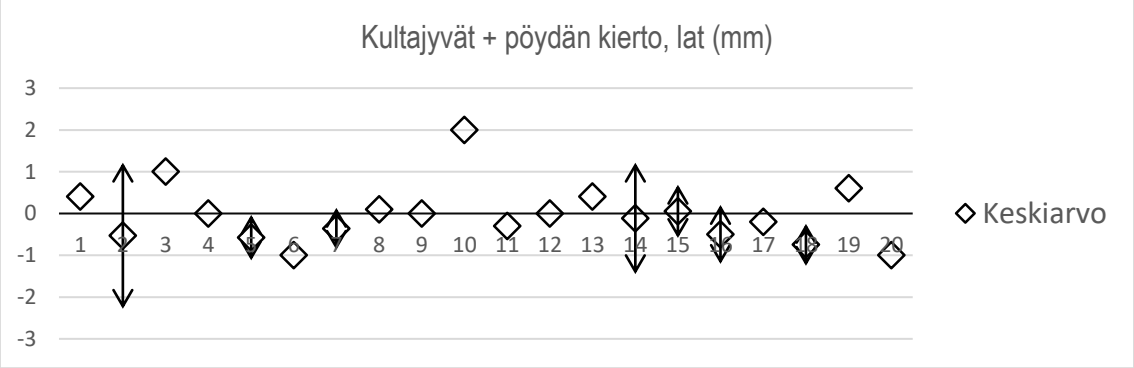
Kuvioissa 16, 17 ja 18 on esitetty eri automaattisten kohdistustapojen siirtojen keskiarvot ja keskihajonnat lat-suunnassa.



KUVIO 16. Keskiarvot ja -hajonnat potilaskohtaisesti lat-suunnassa mielenkiinnon alue valittuna



KUVIO 17. Keskiarvot ja -hajonnat potilaskohtaisesti lat-suunnassa mielenkiinnon alue ja kultajyvät valittuna

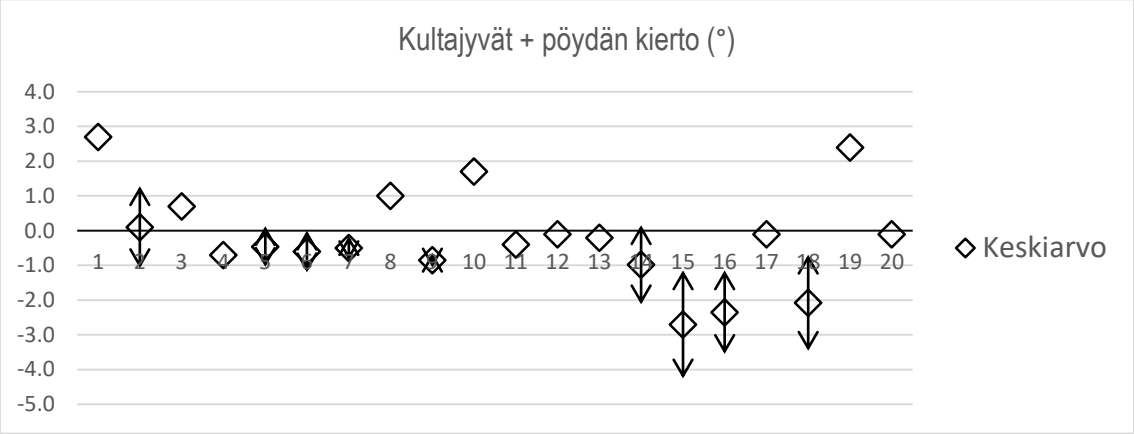


KUVIO 18. Keskiarvot ja -hajonnat potilaskohtaisesti lat-suunnassa mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto valittuna

Kuvioista 16, 17 ja 18 havaitaan, että eri kohdistustapojen keskiarvoilla ja -hajonnoilla ei ole merkittävää eroa toisiinsa verrattuna. Eri kohdistustapojen keskiarvot ovat lähempänä nollaa ja keskihajonnat pienempiä kuin vrt- ja lng-suunnissa lukuun ottamatta potilasta 21 (x-akselin arvo 14), jolle keskihajonta on pienempi vrt- ja lng-suunnissa.

Offline-tarkastelussa automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna ja kultajyvät kohdistusparametriksi valittuna antoi lähes kaikille potilaille yhtä hyvän tai paremman kohdistustuloksen lat-suunnassa kuin röntgenhoitajan tekemä kohdistus.

Kuvioissa 19 on esitetty potilaskohtaisesti pöydän kiertojen keskiarvot ja keskihajonnat automaattiselle kohdistustavalle.



KUVIO 19. Keskiarvot- ja hajonnat potilaskohtaisesti pöydän kierrolle

Alle yhden asteen suuruisten pöydän kiertojen voidaan katsoa olevan merkityksettömiä kohdistuksen kannalta (Kurttila, keskustelu 15.12.2016). Kuviosta 19 havaitaan itseisarvoltaan suurempia tai yhtäsuuria kuin yhden asteen suuruisia pöydän kiertoja keskiarvojen ja -hajontojen perusteella yhdeksällä potilaalla (suluissa x-akselin arvo), jotka olivat 1 (1), 2 (2), 13 (8), 17 (10), 21 (14), 22 (15), 23 (16), 25 (18) ja 26 (19).

Pöydän kierron ei havaittu parantavan kohdistustarkkuutta potilailla 1 (1), 2 (2), 13 (8), 17 (10), 21 (14), 22 (15) ja 26 (19). Parhaimman kohdistustuloksen automaattinen kohdistus pöydän kierron kanssa antoi potilaille 23 (KKTT-kuvaus 2) ja 25 (KKTT-kuvaus 3) (x-akselin arvot 16 ja 18). Automaattinen kohdistus pöydän kierrolla tuotti potilaalle 23 (KKTT-kuvaus 2) paremman kohdistus-

tuloksen kuin röntgenhoitajan tekemä kohdistus, mutta TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien kultajyviä vertailtaessa havaittiin kuitenkin vrt-suunnassa eroa yli 3 mm kultajyvien välillä, mikä ei ole hyväksyttävissä oleva kohdistustulos. Kohdistus oli manuaalisesti korjattavissa niin, että kaikkien kultajyvien välinen ero TT- ja KKTT-kuvien välillä oli pienempi kuin 3 mm. Potilaan 25 (KKTT-kuvaus 3) kohdistustulos pöydän kierron kanssa oli yhtä hyvä kuin röntgenhoitajan tekemä kohdistus. Kohdistuksen korjaaminen ei onnistunut manuaalisesti niin, että kultajyvien välinen ero olisi saatu vrt-suunnassa alle 3 mm:n TT- ja KKTT-kuvia vertailtaessa.

9.2 Hoitopöydän siirrot potilaan asettelussa ja automaattisella kohdistuksella eri suunnissa

Röntgenhoitajan suorittamien hoitopöydän siirtojen ja automaattisten kohdistustapojen eri suuntien kaikkien siirtojen (n = 40) keskiarvot, keskihajonnat sekä minimi- ja maksimiarvot on esitetty taulukoissa 6 ja 7.

TAULUKKO 6. Röntgenhoitajan suorittamien siirtojen keskiarvot ja keskihajonnat (n = 40)

	Pöydän siirrot (n = 40)		
	vrt (mm)	lng (mm)	lat (mm)
M	1.2	-2.3	-0.2
SD	6.1	3.8	3.2
Min	-13.0	-8.7	-10.0
Max	14.0	7.0	8.7

Hoitopöydän siirtojen keskihajonnan havaitaan olevan suurin vrt-suunnassa (6.1 mm). Lng- ja lat-suunnissa keskihajonnat ovat 3.8 ja 3.2 mm. Tulokset kuvastavat sädehoitokertojen välisiä potilaan asettelun korjaamiseksi tehtyjä siirtoja. Liitteessä 2 on esitetty vrt-, lng- ja lat-suunnan histogrammit, joiden perusteella voidaan päätellä potilaan tai eturauhasen liikkumisen olevan suurinta vrt-suunnassa. Lat-suunnan histogrammista havaitaan itseisarvoltaan suurimpien siirtotarpeiden kahdella hoitokerralla kuuluvan luokkaan –10 (–10 mm, potilas 3 ja KKTT-kuvaus 1) ja 9 (8.7 mm, potilas 20 ja KKTT-kuvaus 1). Keskihajonnan mukaan (3.2 mm) pöydän siirtotarpeet ovat kuitenkin pienimmät lat-suunnassa eturauhasen liikkuvuuden suhteen.

TAULUKKO 7. Automaattisten kohdistustapojen keskiarvot ja keskihajonnat (n = 40)

	Mielenkiinnon alue (n= 40)			Mielenkiinnon alue ja kultajyvät (n=40)			Mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto (n = 40)			
	vrt (mm)	lng (mm)	lat (mm)	vrt (mm)	lng (mm)	lat (mm)	vrt (mm)	lng (mm)	lat (mm)	rot (°)
M	-0.7	0.0	-0.2	-0.7	0.1	-0.2	-0.5	0.1	-0.3	-0.6
SD	1.6	2.3	1.0	1.3	1.7	1.0	1.5	1.6	0.9	1.4
Min	-3.0	-9.0	-3.0	-3.2	-3.0	-2.0	-2.9	-3.7	-2.0	-3.9
Max	4.0	5.0	2.0	2.0	6.0	2.0	3.2	5.0	2.0	2.7

Suurin keskihajonta havaitaan lng-suunnassa (2.3 mm) automaattisella kohdistuksella mielenkiinnon alue rajattuna. Edellä mainitulla kohdistustavalla havaitaan myös lng-suunnassa suurin siirtotarve (–9 mm), joka kohdistuu potilaaseen 2 (KKTT-kuvaus 1). Muutoin eri kohdistustapoja verratessa, ei ole havaittavissa suuria eroja eri suuntien keskiarvoissa ja -hajonnoissa sekä suurimmissa yksittäisissä siirroissa (min- ja max-arvot). Kaikilla automaattisilla kohdistustavoilla suurin keskihajonta ja itseisarvoltaan suurimmat yksittäiset siirrot ovat lng-suunnassa.

Kun vertaillaan kultajyväkohdistusta pöydän kierron kanssa ja ilman, niin merkittävää vaikutusta keskiarvoihin ja -hajontoihin eri suunnissa ei ole havaittavissa. Pöydän kierron keskiarvo on –0.6 ° ja keskihajonta 1.4 °. Suurimmat pöydän kierron arvot myötä- ja vastapäivään havaitaan potilailla 1 (2.7 °, KKTT-kuvaus 1) ja 25 (–3.9 °, KKTT-kuvaus 3).

Yksittäisiä automaattisen kohdistuksen ilmoittamia siirtotarpeita eri suunnissa tarkasteltaessa voidaan ajatella, että yli 3 mm:n siirtotarpeet alkavat olla jo merkittäviä ja niitä kannattaa tutkia tarkemmin (Kurttila, sähköpostiviesti 7.12.2016). Histogrammeissa <= –3 mm:n siirrot kuuluvat luokkaan –3 ja sitä pienempiin luokkiin. Siirrot suuruudeltaan > 3 mm kuuluvat luokkaan 4 ja sitä suurempiin luokkiin. Tasan 3 mm:n suuruiset siirrot löytyvät täten luokasta 3.

9.2.1 Automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna

Liitteessä 3 on esitetty vrt-, lng- ja lat-suunnan histogrammit automaattiselle kohdistukselle kun mielenkiinnon alue on rajattuna.

Automaattisen kohdistuksen siirrot vrt-suunnassa asettuvat 36 hoitokerralla luokkien –2 ja 2 välille, jolloin 90.0 % siirroista on välillä > –3.0 mm … <= 2.0 mm. Luokassa –3 on kaksi –3.0 mm:n siirtoa, joten 95 % (38 kpl) siirroista on välillä >= –3.0 mm … <= 2.0 mm. Siirrot näyttävät jakaan-

tuneen negatiiviseen suuntaan (keskiarvo = –0.7 mm ja keskihajonta = 1.6 mm). Positiivinen > 3.0 mm:n siirtotarve havaitaan potilailla 2 (KKTT-kuvaus 2) ja 22 (KKTT-kuvaus 1).

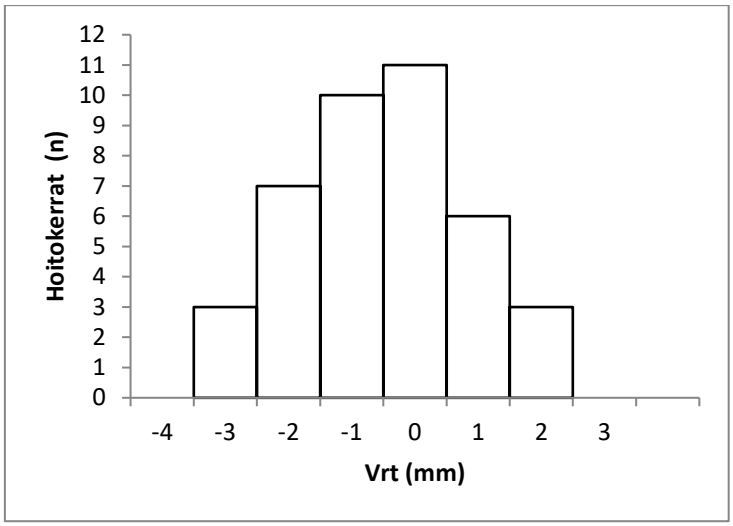
Automaattisen kohdistuksen siirrot lng-suunnassa asettuvat 35 hoitokerralla luokkien –2 ja 3 välille, jolloin 87.5 % siirroista on välillä > –3.0 mm … <= 3.0 mm. Luokassa –3 ei ole yhtään –3.0 mm:n siirtoa, joten 87.5 % (35 kpl) siirroista on välillä >= –3.0 mm … <= 3.0 mm. Negatiivisia < –3 mm:n siirtotarpeita havaitaan potilailla 2 (KKTT-kuvaukset 1 ja 2) ja 25 (KKTT-kuvaus 1). Positiivisia > 3 mm:n siirtotarpeita havaitaan potilaalla 8 (KKTT-kuvaukset 1 ja 2).

Lat-suunnan siirroista 39 asettuu luokkien –2 ja 2 välille, jolloin 97.5 % siiroista asettuu välille > –3.0 mm … <= 2.0 mm. Luokassa –3 on yksi –3.0 mm:n siirto, joten 100.0 % (40 kpl) siirroista on välillä >= –3.0 mm … <= 2.0 mm. Histogrammissa ei havaita suuria yksittäisiä poikkeamia siirtojen arvoissa ja siirrot ovat myös jakaantuneet suppeammalle alueelle kuin vrt- ja lng-suunnan histogrammeissa.

Offline-tarkastelussa havaittiin, ettei automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna antanut niin hyviä kohdistustuloksia kuin kohdistusparametrien ollessa mielenkiinnon alue ja kultajyvät tai mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto.

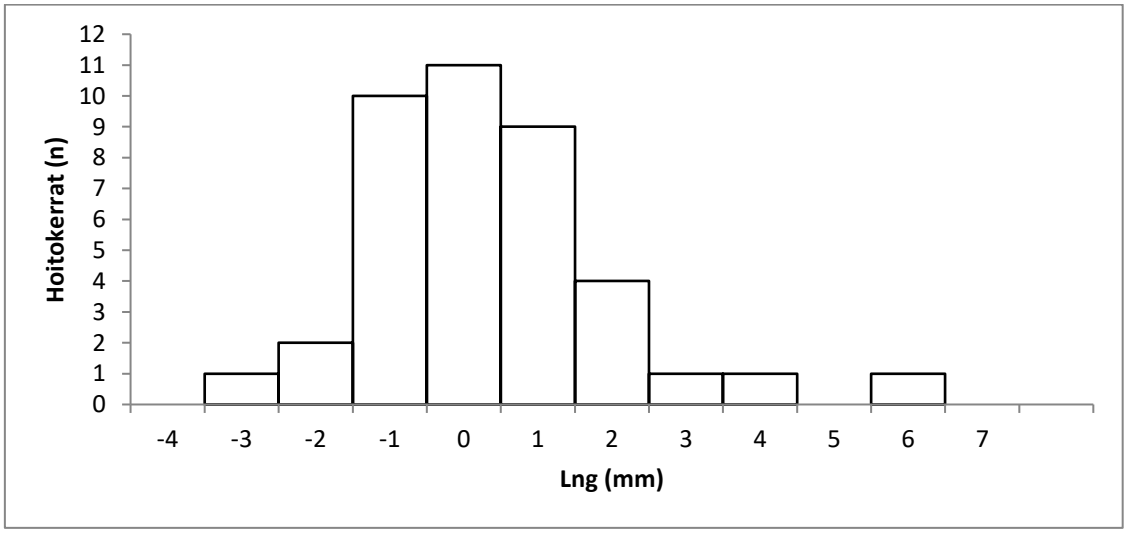
9.2.2 Automaattinen kohdistus kultajyviin

Kuvioissa 20, 21 ja 22 on esitetty vrt-, lng- ja lat-suunnan histogrammit automaattiselle kohdistukselle, kun mielenkiinnon alue on rajattuna ja kohdistusparametriksi on valittu kultajyvät.



KUVIO 20. Vrt-suunnan histogrammi automaattisella kohdistuksella kultajyviin (n = 40)

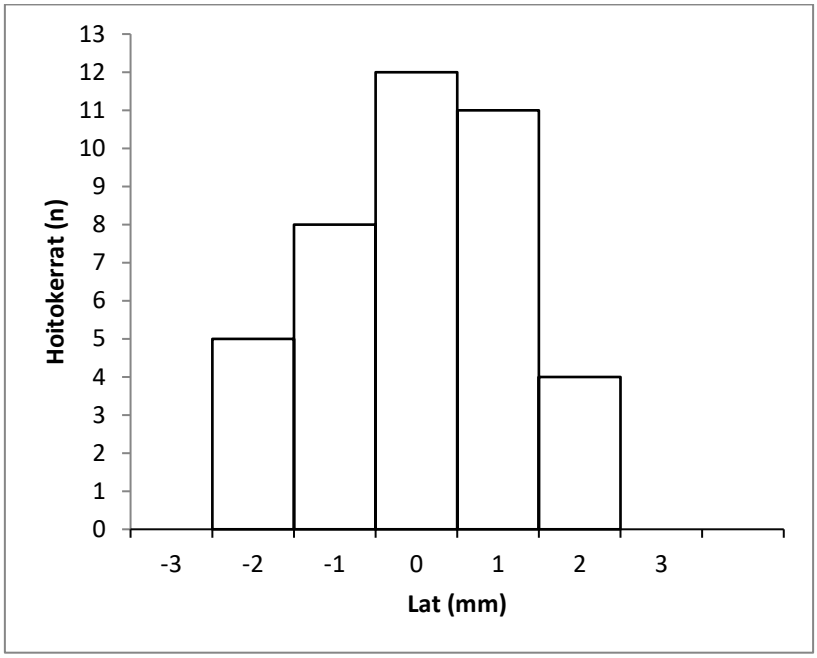
Automaattisen kohdistuksen siirrot vrt-suunnassa asettuvat 37 hoitokerralla luokkien –2 ja 2 välille, jolloin 92.5 % siirroista on välillä > –3.0 mm … <= 2.0 mm. Luokassa –3 on kaksi –3.0 mm:n siirtoa, joten 97.5 % (39 kpl) siirroista on välillä >= –3.0 mm … <= 2.0 mm. Siirrot näyttävät jakaantuneen negatiiviseen suuntaan (keskiarvo = –0.7 mm ja keskihajonta = 1.3 mm). Negatiivinen < –3.0 mm:n siirtotarve havaitaan potilaalla 7 (KKTT-kuvaus 4).



KUVIO 21. Lng-suunnan histogrammi automaattisella kohdistuksella kultajyviin (n = 40)

Automaattisen kohdistuksen siirrot lng-suunnassa asettuvat 37 hoitokerralla luokkien –2 ja 3 välille, jolloin 92.5 % siirroista on välillä > –3.0 mm … <= 3.0 mm. Luokassa –3 on yksi –3.0 mm:n

siirto, joten 95.0 % (38 kpl) siirroista on välillä >= –3.0 mm … <= 3.0 mm. Positiivisia > 3 mm:n siirtotarpeita havaitaan potilaalla 8 (KKTT-kuvaukset 1 ja 3).

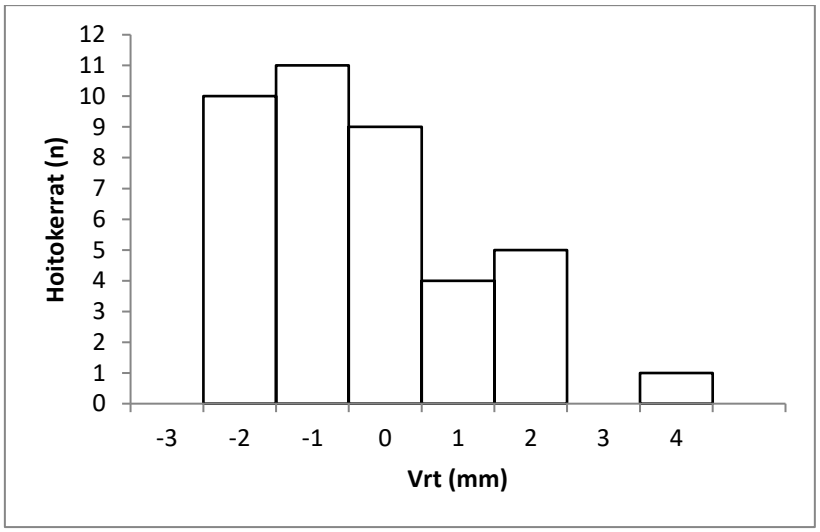


KUVIO 22. Lat-suunnan histogrammi automaattisella kohdistuksella kultajyviin (n = 40)

Lat-suunnan siirroista 40 asettuu luokkien –2 ja 2 välille, jolloin 100 % siiroista asettuu välille > –3.0 mm … <= 2.0 mm. Histogrammissa ei havaita suuria yksittäisiä poikkeamia siirtojen arvoissa ja siirrot ovat myös jakaantuneet suppeammalle alueelle kuin vrt- ja lng-suunnan histogrammeissa.

9.2.3 Automaattinen kohdistus kultajyviin ja pöydän kierto

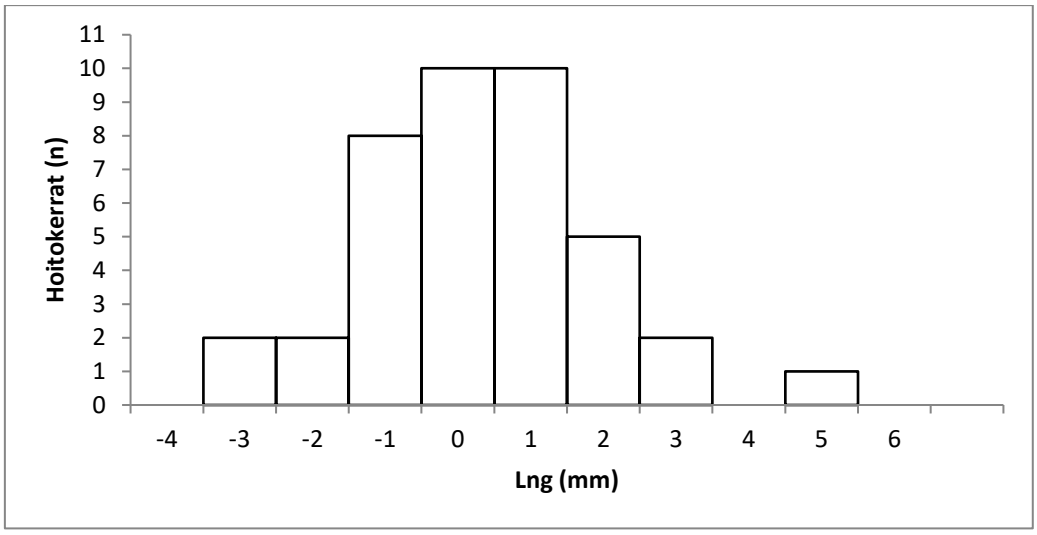
Kuvioissa 23, 24, 25 ja 26 on esitetty vrt-, lng-, lat- ja rot-suunnan histogrammit automaattiselle kohdistukselle mielenkiinnon alueen rajauksella, kun mielenkiinnon rakenteena on kultajyvät, ja pöydän kierto on valittuna.



KUVIO 23. Vrt-suunnan histogrammi automaattisella kohdistuksella kultajyviin ja pöydän kierrolla (n = 40)

Automaattisen kohdistuksen siirrot vrt-suunnassa asettuvat 39 hoitokerralla luokkien –2 ja 2 välille, jolloin 97.5 % siirroista on välillä > –3.0 mm … <= 2.0 mm. Yhdellä hoitokerralla (potilaan 22 ensimmäinen KKTT-kuvaus hoitojaksolla) siirto asettuu luokkaan 4, jossa potilaalla 22 (KKTT-kuvaus 1) havaitaan positiivinen > 3 mm:n siirtotarve.

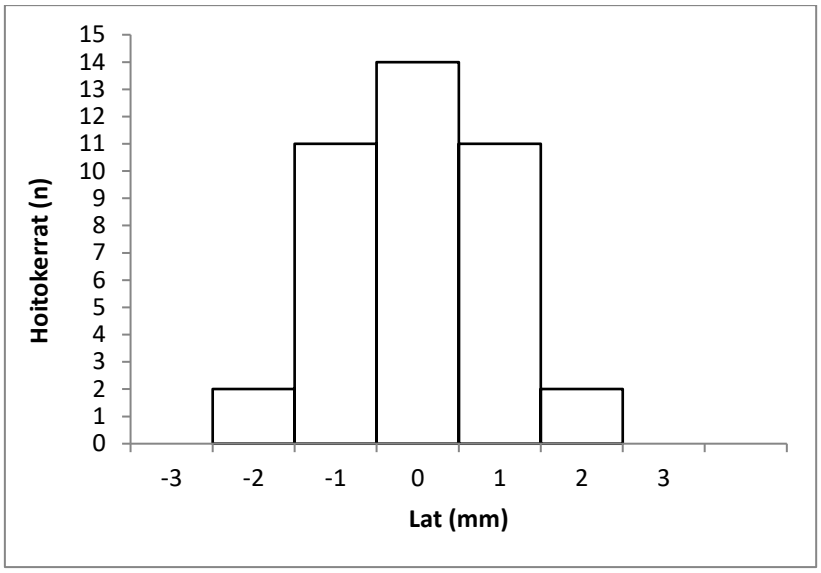
Histogrammin mukaan vrt-suunnan siirtojen jakauma näyttää oikealle vinolta (keskiarvo = –0.5 mm ja keskihajonta = 1.5 mm). Normaalijakauman arviointia varten on olemassa Shapiro-Wilk-testi, jota käytetään otoskoon ollessa 50 tai sen alle (Broberg, Laakkonen & Tähtinen 2011, 63–64). Shapiro-Wilk-testin mukaan vrt-suunnan siirrot eivät ole normaalijakautuneet (W = 0.9272 ja p = 0.019). Vrt-suunnan histogrammia pelkällä kultajyväkohdistuksella tarkasteltaessa (katso kuvio 20), havaitaan, että siirrot ovat normaalijakautuneet (Shapiro-Wilk -testin mukaan W = 0.9652 ja p = 0.381). Pöydän kierron voidaan näin olettaa vaikuttaneen siirtojen jakautuneisuuteen.



KUVIO 24. Lng-suunnan histogrammi automaattisella kohdistuksella kultajyviin ja pöydän kierrolla

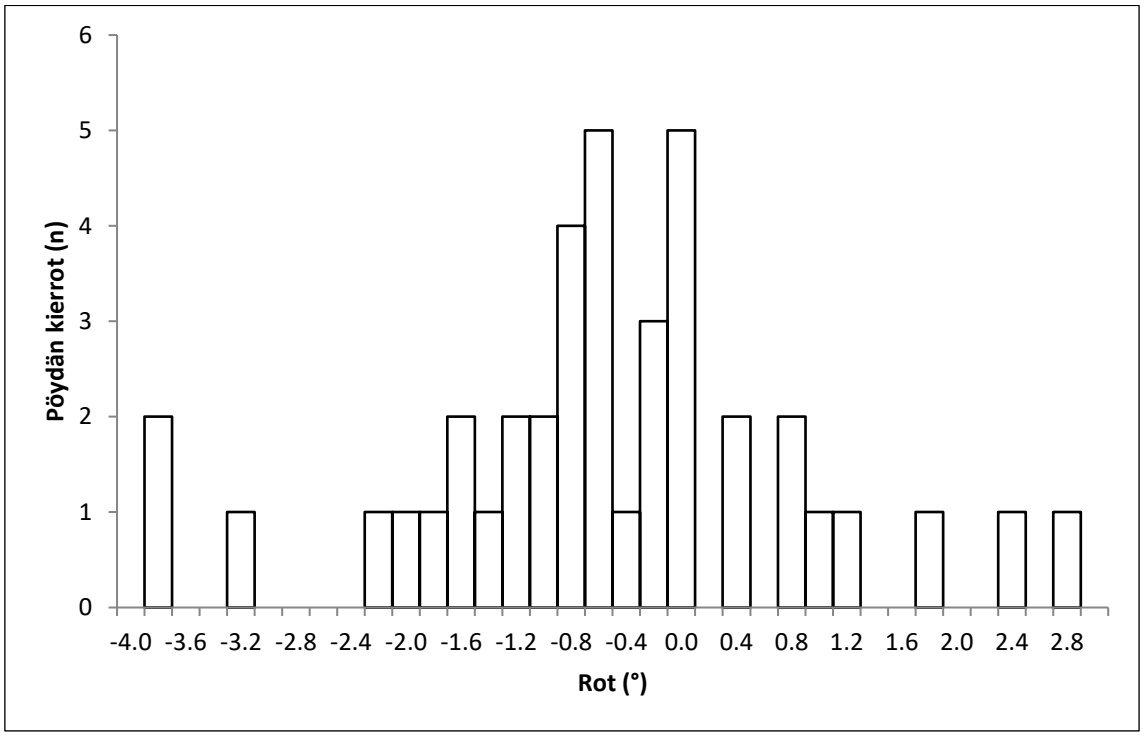
Automaattisen kohdistuksen siirrot lng-suunnassa asettuvat 37 hoitokerralla luokkien –2 ja 3 välille, jolloin 92.5 % siirroista on välillä > –3.0 mm … <= 3.0 mm. Luokassa –3 on yksi –3.0 mm:n siirto, joten 95.0 % (38 kpl) siirroista on välillä >= –3.0 mm … <= 3.0 mm. Negatiivinen < –3 mm:n siirtotarve havaitaan potilaalla 22 (KKTT-kuvaus 1). Positiivinen > 3 mm:n siirtotarve havaitaan potilaalla 8 (KKTT-kuvaus 1).

Offline-tarkastelussa havaittiin potilaalla 22 (KKTT-kuvaus 1) peräsuolessa ilmaa ja kultajyvistä aiheutuvaa artefaktaa.



KUVIO 25. Lat-suunnan histogrammi automaattisella kohdistuksella kultajyviin ja pöydän kierrolla

Lat-suunnan siirroista 40 asettuu luokkien –2 ja 2 välille, jolloin 100.0 % siirroista on välillä > –3 mm … <= 2 mm. Histogrammissa ei havaita suuria yksittäisiä poikkeamia siirtojen arvoissa, ja siirrot ovat myös jakaantuneet suppeammalle alueelle kuin vrt- ja lng-suunnan histogrammeissa.



KUVIO 26. Pöydän kierron histogrammi

Kuviosta 26 nähdään, että suurimmat frekvenssit pöydän kierroilla ovat luokissa –0.8 (4 kiertoa), –0.6 (5 kiertoa), –0.2 (3 kiertoa) ja 0 (5 kiertoa). Pöydän kierrot näyttävät hajaantuneen enemmän negatiivisten astelukujen puolelle. Negatiivinen asteluku tarkoittaa hoitopöydän kiertoa vastapäivään. Jakaumalla on kaksi huippua luokkien –0.6 (> –0.8 ° … –0.6 °) ja 0 (> –0.2 ° … 0 °) kohdalla, mutta Shapiro-Wilk -testin mukaan rot-suunnan siirrot ovat normaalijakautuneet (W = 0.9652 ja p = 0.382). Pöydän kierroista 23 asettuu luokkien –1.0 ja 1.0 välille, jolloin 57.5 % siirroista on välillä > –1 ° … <= 1 °. Luokassa 1 on yksi 1.0 °:en siirto, joten 55.0 % (22 kpl) siirroista on välillä > –1 ° … < 1 °.

Kaksi pöydän kierroista asettuu luokkaan –3.8. Potilaalle 22 saadaan ensimmäisellä KKTT-kuvauksella pöydän kierron arvoksi –3.80°. Offline-tarkastelussa havaitaan peräsuolessa ilmaa ja kultajyvistä aiheutuvaa artefaktaa, jonka johdosta myös manuaalinen kohdistaminen on hankalaa. Lisäksi automaattinen kohdistus valittuna pelkät kultajyvät antaa paremman kohdistustuloksen. Potilaalla 25 saadaan kolmannella KKTT-kuvauksella pöydän kierron arvoksi –3.90°. Potilaalla on peräsuolessa paljon ulostetta ja kultajyvien sijainti poikkeaa TT-kuvaan vertailtaessa alkuperäisestä asemastaan. Automaattinen kohdistus pöydän kierrolla antaa parhaan kohdistustuloksen, mutta kultajyvien eroksi TT-suunnittelukuvia ja KKTT-kohdistuskuvia vertailtaessa jäi 3.2 mm:ä vrt-suunnassa. Automaattinen kohdistus ei toiminut tässä tapauksessa riittävän hyvin. Kohdistuksen korjaaminen manuaalisestikaan ei onnistunut niin, että kohdistustulos olisi kelvollinen.

Luokassa –3.2 potilaalle 23 saadaan toisella KKTT-kuvauksella pöydän kierron arvoksi –3.20°. Peräsuolessa on ilmaa, joka painaa KKTT:n aksiaali-leikkeessä näkyvää vasemmalla ylimpänä olevaa kultajyvää vrt-suunnassa ylöspäin ja lisäksi yhden kultajyvän vieressä näkyi ylimääräisen kultajyvän kaltainen artefakta. Automaattinen kohdistus pöydän kierrolla antaa parhaan kohdistustuloksen. Edellä mainituissa tapauksissa röntgenhoitajan suorittaman potilaan asettelun jälkeen (ennen automaattista kohdistusta) TT-suunnittelukuvia ja KKTT-kohdistuskuvia vertailtaessa kultajyvien välinen ero oli > 3 mm vrt-suunnassa. Kohdistus oli manuaalisesti korjattavissa niin, että kohdistustulos oli kelvollinen.

Luokkien 2.4 (potilas 26 KKTT-kuvaus 1) ja 2.8 (potilas 1 KKTT-kuvaus 1) kohdalla en havainnut TT-suunnittelukuvia KKTT-kohdistuskuviin vertailtaessa sellaisia eroja potilaan anatomiassa, jotka voisivat selittää suurimmat positiiviset pöydän kiertojen arvot. Kultajyväkohdistus ilman pöydän kiertoa antoi yhtä hyvän kohdistustuloksen näissä tapauksissa.

9.2.4 Röntgenhoitajan suorittaman kohdistuksen offline-tarkastelu

Ennen automaattista kohdistusta röntgenhoitajan suorittamille potilaiden asetteluille suoritettiin offline-tarkastelu, jossa joillakin potilailla yhden tai useamman kultajyvän välinen ero vrt-, lng- tai lat-suunnassa oli > 3 mm TT-suunnittelu- ja KKTT-kohdistuskuvia vertailtaessa. Offline-tarkastelussa tutkittiin myös automaattisen kohdistuksen eri kohdistustavoilla suorittamia < –3 mm:n ja > 3 mm:n siirtoja vrt-, lng- tai lat-suunnissa. Edellä mainittujen tarkasteluiden havainnot kirjattiin taulukkoon, joka on esitetty liitteessä 5.

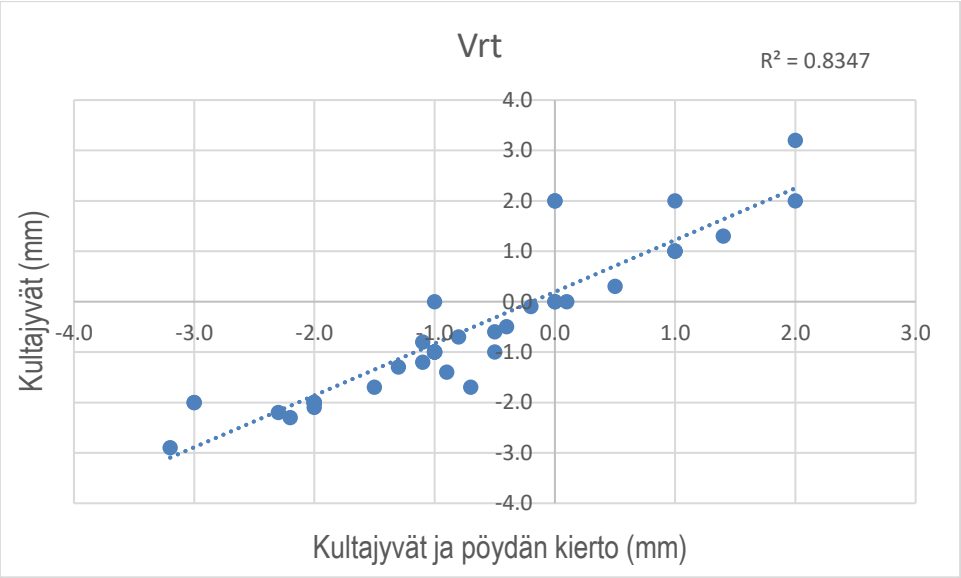
Röntgenhoitajan suorittaman kohdistuksen jälkeen > 3 mm:n eroja eri potilailla vrt-suunnassa oli 11, lng-suunnassa 7 ja lat-suunnassa 1 (yhteensä 19 havaintoa, kun n = 40). Automaattisella kohdistuksella kultajyvät kohdistusparametrina (tai kultajyvät kohdistusparametrina pöydän kierron kanssa) kultajyvien välinen ero TT-suunnittelukuvia ja KKTT-kohdistuskuvia vertailtaessa pieneni alle 3 mm:n paitsi potilaan 23 (KKTT-kuvaus 2) ja potilaan 25 (KKTT-kuvaus 3) tapauksessa.

9.2.5 Hoitopöydän kierron vaikutus automaattiseen kohdistukseen

Offline-tarkastelussa havaittiin, että jos automaattiseen kohdistukseen mielenkiinnon alue rajattuna ja kultajyvät kohdistusparametrina lisätään pöydän kierto, sillä ei tunnu olevan merkittävää vaikutusta kohdistuksen hyvyyteen. Kuvioissa 27, 28 ja 29 on vertailtu kultajyväkohdistusta ja kultajyväkohdistusta pöydän kierron kanssa vrt-, lng- ja lat-suunnissa. Näiden kahden eri kohdistustavan välistä yhteyttä tarkastellaan Pearsonin korrelaatiokertoimella (r), jota tulkitaan seuraavasti:

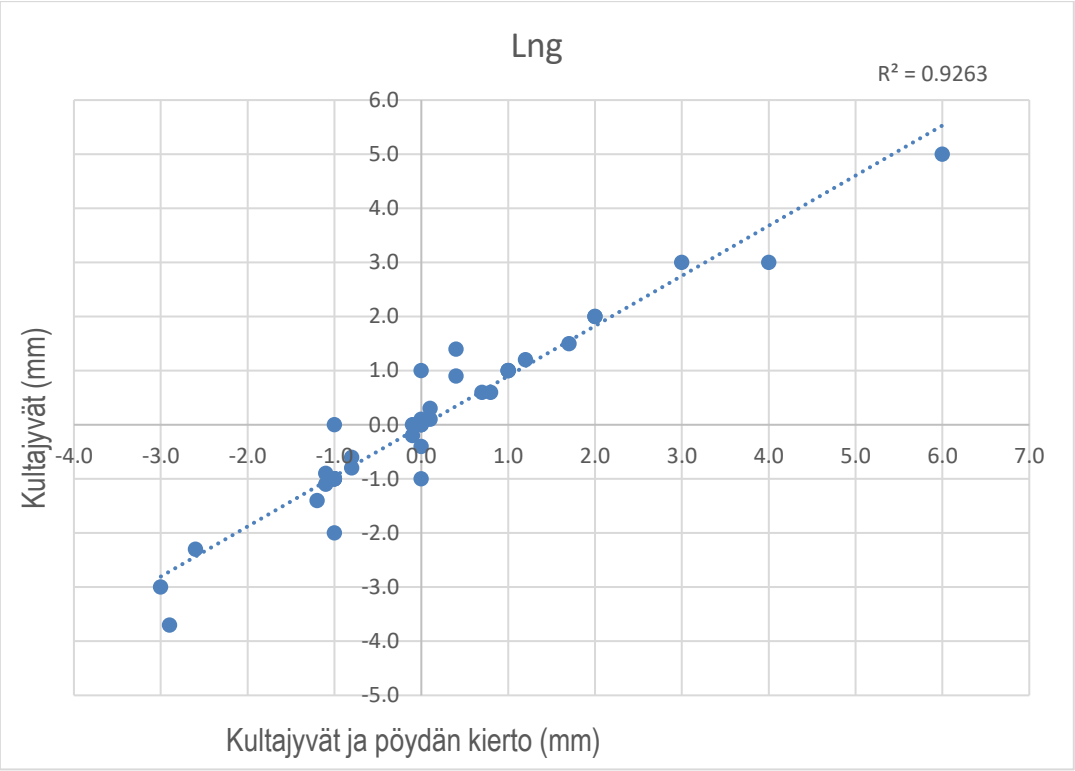
- $r \geq 0.7$, voimakas riippuvuus
- $0.3 < r < 0.7$, kohtalainen tai merkittävä riippuvuus
- $r \leq 0.3$, heikko tai olematon riippuvuus (Broberg ym. 2011, 141).

Pearsonin korrelaatiokerronta käytettäessä tulisi otosjakauman olla normaalijakauman mukainen (Broberg ym. 2011, 141). Aiemmin todettiin, että vrt-suunnan siirrot eivät ole normaalijakautuneen, kun automaattisen kohdistuksen kohdistusparametrina on lisäksi pöydän kierto.



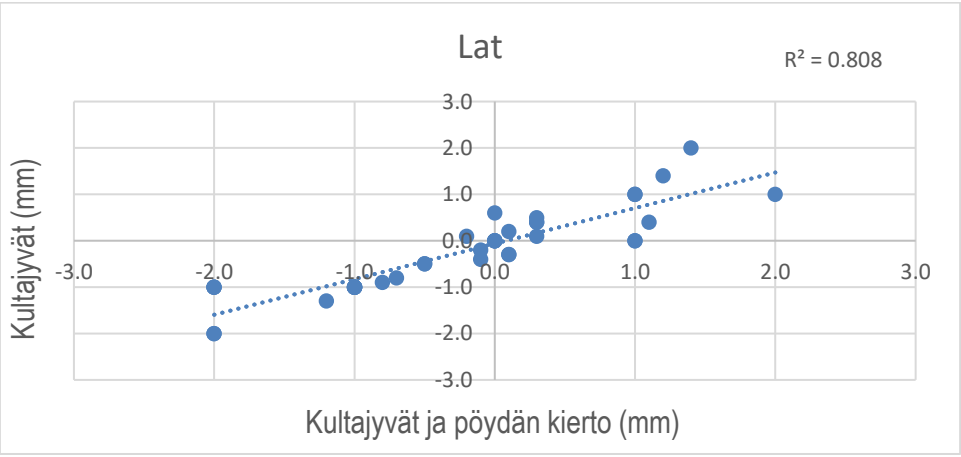
KUVIO 27. Vrt-suunnan siirtojen yhteys ilman pöydän kiertoa ja sen kanssa

Kultajyväkohdistuksen vrt-suunnan siirtojen ja kultajyväkohdistuksen pöydän kierrolla vrt-suunnan siirtojen välinen positiivinen korrelaatio on voimakas (r = 0.91). Yhteys on tilastollisesti merkitsevä, sillä p = 0.000. Sirontakaaviossa havaitaan yksi eniten suuntaviivasta poikkeava arvo (0.0 ja 2.0 mm). Tässä kohtaa on kaksi päällekkäistä pistettä, jotka liittyvät potilaaseen 23 ja KKTT-kuvaukseen 2 sekä potilaaseen 25 ja KKTT-kuvaukseen 3.



KUVIO 28. Lng-suunnan siirtojen yhteys ilman pöydän kiertoa ja sen kanssa

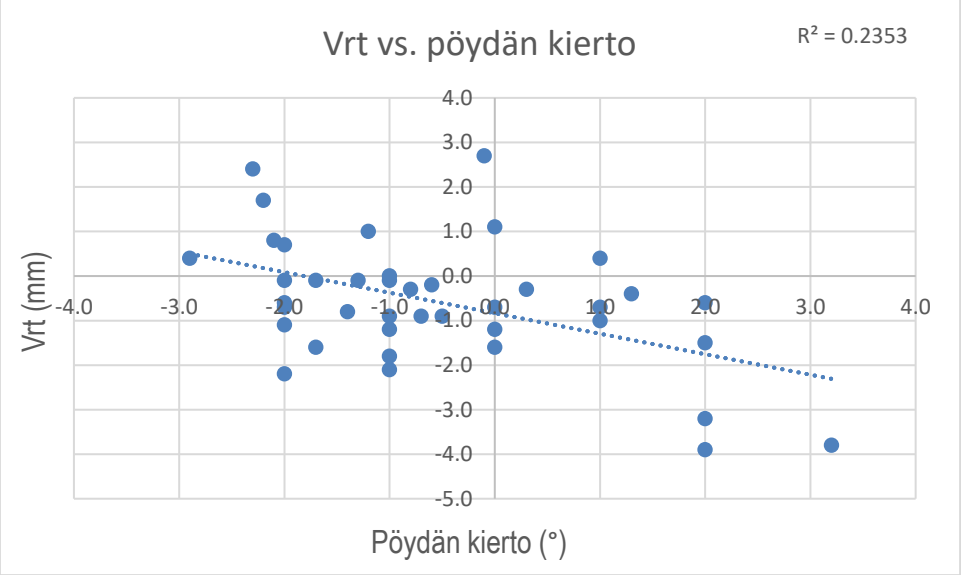
Kultajyväkohdistuksen lng-suunnan siirtojen ja kultajyväkohdistuksen pöydän kierrolla lng-suunnan siirtojen välinen positiivinen korrelaatio on voimakas (r = 0.96). Yhteys on tilastollisesti merkitsevä, sillä p = 0.000. Sirontakaaviossa ei havaita merkittävästi suuntaviivasta poikkeavia arvoja.



KUVIO 29. Lat-suunnan siirtojen yhteys ilman pöydän kiertoa ja sen kanssa

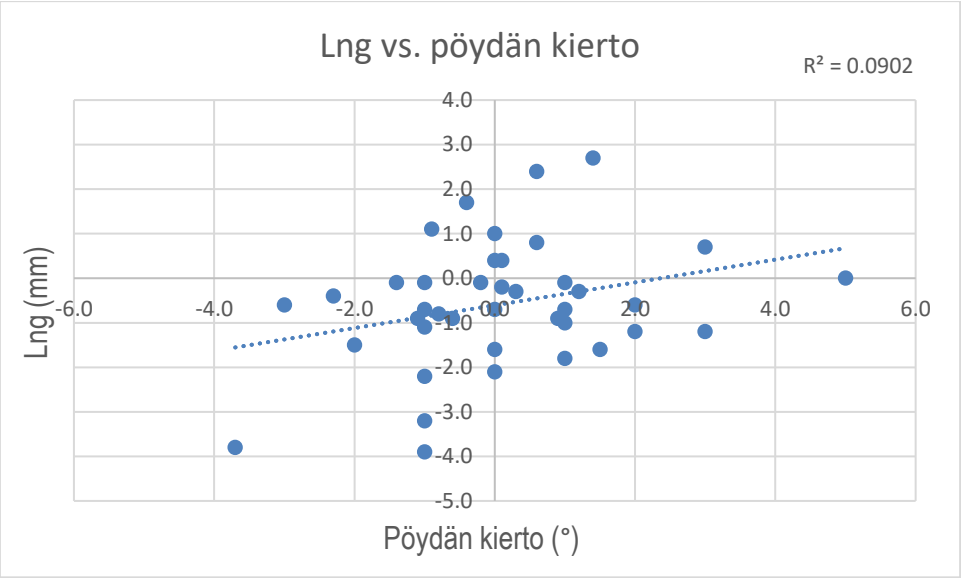
Kultajyväkohdistuksen lat-suunnan siirtojen ja kultajyväkohdistuksen pöydän kierrolla lat-suunnan siirtojen välinen positiivinen korrelaatio on voimakas (r = 0.90). Yhteys on tilastollisesti merkitsevä, sillä p = 0.000. Sirontakaaviossa ei havaita merkittävästi suuntaviivasta poikkeavia arvoja.

Kuvioissa 30, 31 ja 32 on vertailtu vrt-, lng- ja lat-suunnan siirtojen yhteyttä pöydän kierron kanssa, kun kohdistustapana on automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna, kultajyvät ja pöydän kierto.



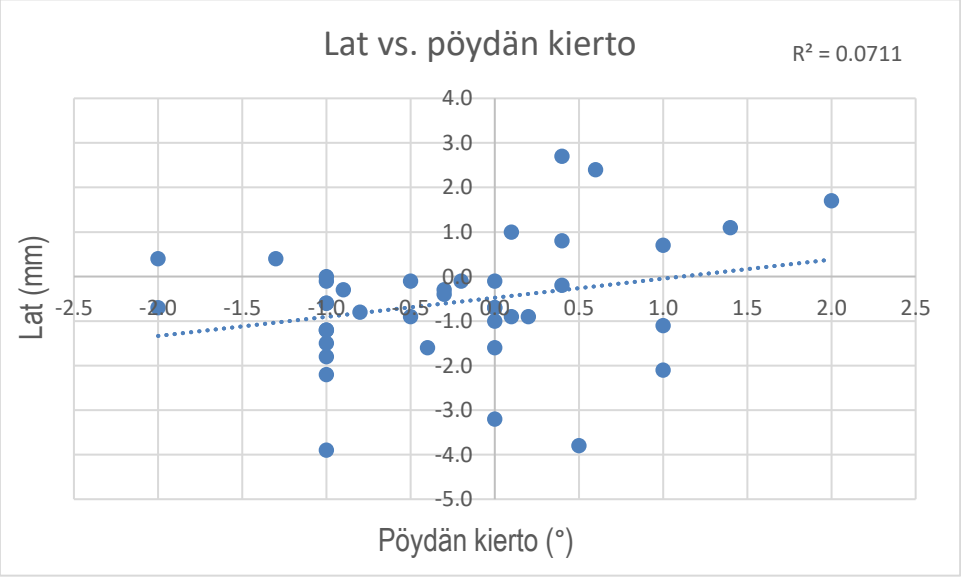
KUVIO 30. Vrt-suunnan siirtojen yhteys pöydän kierron kanssa

Vrt-suunnan siirtojen ja pöydän kierron välinen negatiivinen korrelaatio on kohtalainen tai merkittävä (r = 0.49). Yhteys on tilastollisesti merkitsevä, sillä p = 0.002. Selitysaste on 0.24 eli pöydän kierron asteluvuista pystytään 24 % selittämään vrt-suunnan siirtojen arvoilla. Vrt-suunnan siirroilla näyttää olevan riippuvuus pöydän kierron arvoihin.



KUVIO 31. Lng-suunnan siirtojen yhteys pöydän kierron kanssa

Lng-suunnan siirtojen ja pöydän kierron välinen positiivinen korrelaatio on kohtalainen (r = 0.30). Yhteys ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkittävä, sillä p = 0.060 eli p > 0.050. Lng-suunnan siirroilla ei näytä olevan vaikutusta pöydän kierron arvoihin.



KUVIO 32. Lat-suunnan siirtojen yhteys pöydän kierron kanssa

Lat-suunnan siirtojen ja pöydän kierron välinen positiivinen korrelaatio on heikko (r = 0.27). Yhteys ei ole tilastollisesti merkittävä, sillä p = 0.096 eli p > 0.050. Lat-suunnan siirroilla ei näytä olevan vaikutusta pöydän kierron arvoihin.

9.2.6 Röntgenhoitajan suorittaman ja automaattisen kohdistuksen vertailua

Yhden otoksen T-testin avulla selvitettiin onko automaattisen kohdistuksen ehdottamien siirtojen keskiarvoilla eri suunnissa tilastollisesti merkitsevää eroa verrattuna röntgenhoitajan suorittamaan kohdistukseen. Nollahypoteesina on H_0: automaattisen kohdistuksen suorittamien siirtojen keskiarvo tietyssä suunnassa on nolla (yksisuuntainen testi) ja vaihtoehtoisena hypoteesina H_1: automaattisen kohdistuksen suorittamien siirtojen keskiarvo tietyssä suunnassa ei ole nolla (kaksisuuntainen testi).

T-testin käytön edellytyksenä on eri ryhmissä olevan numeerisen muuttujan normaalijakautuneisuus (Broberg ym. 2011, 91). Jos muuttuja ei ole normaalijakautunut, voidaan tällöin käyttää esim. Mann-Whitneyn U-testiä, joka on t-testin epäparametrinen vastine (Broberg ym. 2011, 97). Tarvittaessa normaalijakaumaolettamus voidaan testata normaalisuuden testaukseen tarkoitetulla testillä. Jos ryhmäkoko on suuri (n >= 30), voidaan tällöin ajatella, että normaalijakauma on kunnossa (opinnäytetyössä tarkasteltavan aineiston ryhmäkoot ovat 20 ja 40). (Broberg ym. 2011, 94.) Taulukoissa 8 (n = 20) ja 9 (n = 40) on esitetty t-testin tulokset automaattisen ja röntgenhoitajan kohdistuksen välillä vrt-, lng- ja lat-suunnissa sekä pöydän kierron tapauksessa myös rot-suunnassa. Varianssit on oletettu erisuuruisiksi.

TAULUKKO 8. Yhden otoksen t-testin tulokset potilaskohtaisista hoitopöydän siirtojen keskiarvoista eri suunnissa (n = 20)

	Mielenkiinnon alue			Mielenkiinnon alue ja kultajyvät			Mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto			
Suunta	Vrt	Lng	Lat	Vrt	Lng	Lat	Vrt	Lng	Lat	Rot
P-arvo	0.015	0.714	0.385	0.011	0.701	0.492	0.061	0.731	0.401	0.581
Hypoteesi	H_1	H_1	H_0	H_1	H_1	H_0	H_1	H_1	H_0	H_1
Keskiarvo	-0.7 mm	0.1 mm	0.0 mm	-0.7 mm	0.1 mm	0.0 mm	-0.6 mm	0.1 mm	0.0 mm	-0.2 °

Automaattisen kohdistuksen ero verrattuna röntgenhoitajan suorittamaan kohdistukseen on tilastollisesti merkitsevä, kun

- kohdistusparametrina on mielenkiinnon alue ja suuntana vrt-suunta (p = 0.015, keskiarvo = –0.7 mm, keskihajonta = 1.1 mm)
- kohdistusparametreina on mielenkiinnon alue ja kultajyvät sekä suuntana vrt-suunta (p = 0.011, keskiarvo = –0.7 mm, keskihajonta = 1.1 mm).

TAULUKKO 9. Yhden otoksen t-testin tulokset hoitopöydän siirtojen keskiarvoista eri suunnissa (n = 40)

		Mielenkiinnon alue			Mielenkiinnon alue ja kultajyvät			Mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto			
Suunta		Vrt	Lng	Lat	Vrt	Lng	Lat	Vrt	Lng	Lat	Rot
P-arvo		0.007	0.492	0.350	0.001	0.666	0.133	0.025	0.752	0.074	0.012
Mann-Whitneyn U-testi	Z	-	-	-	-	-	-	-3.074	-	-	-4.037
	P-arvo	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-	0.000
Hypoteesi		H_1	H_0	H_1	H_1	H_1	H_0	H_1	H_1	H_1	H_1
Keskiarvo		-0.7 mm	0.0 mm	-0.2 mm	-0.7 mm	0.1 mm	-0.2 mm	-0.5 mm	0.1 mm	-0.3 mm	-0.6 °

Automaattisen kohdistuksen ero verrattuna röntgenhoitajan suorittamaan kohdistukseen on tilastollisesti merkitsevä, kun

- kohdistusparametrina on mielenkiinnon alue ja suuntana vrt-suunta (p = 0.007, keskiarvo = –0.7 mm, keskihajonta = 1.6 mm)
- kohdistusparametreina ovat mielenkiinnon alue ja kultajyvät sekä suuntana vrt-suunta (p = 0.001, keskiarvo = –0.7 mm, keskihajonta = 1.3 mm)
- kohdistusparametreina ovat mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto sekä suuntana ovat vrt-suunta (p = 0.025, keskiarvo = –0.5 mm, keskihajonta 1.5 mm) ja rot-suunta (p = 0.012, keskiarvo = –0.6°, keskihajonta = 1.4°).

Histogrammeja tarkasteltaessa (katso luku 9.2.3) havaittiin, etteivät vrt-suunnan siirrot ole normaalijakautuneet, kun kohdistusparametreina ovat mielenkiinnon alue, kultajyvät ja pöydän kierto. Näille siirroille tehtiin t-testin lisäksi Mann-Whitneyn U-testi ja myös sen mukaan ero automaattisen kohdistuksen ja röntgenhoitajan suorittaman kohdistuksen välillä on myös tilastollisesti merkitsevä vrt-suunnassa (z= –3.074, p = 0.002).

9.3 Tulosten yhteenveto

Röntgenhoitajan tekemää kohdistusta ja automaattista kohdistusta eri kohdistustavoilla tarkasteltiin tilastollisesti. Potilasjoukolle (n = 20) laskettiin potilasjoukon systemaattinen virhe (M), systemaattisen virheen keskihajonta (SD) ja satunnainen virhe (RMS) vrt-, lng- ja lat-suunnissa sekä pöydän kierron kanssa rot-suunnassa. Lng- ja lat-suunnissa havaittiin kaikilla kohdistustavoilla, että potilasjoukon **systemaattinen virhe** vaihtelee välillä 0.0 mm … 0.1 mm eli on aika lähellä nollaa eikä t-testin avulla havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa röntgenhoitajan tekemään kohdistukseen. Vrt-suunnan siirroissa automaattinen kohdistus mielenkiinnon alueen rajauksella (M = -0.7 mm) ja mielenkiinnon alueen rajauksella mielenkiinnon rakenteena kultajyvät (M = –0.7 mm) erosi tilastollisesti merkitsevästi röntgenhoitajan tekemästä kohdistuksesta.

Systemaattisen virheen keskihajonta oli suurinta (1.8 mm) lng-suunnassa automaattisella kohdistuksella mielenkiinnon alue rajattuna (muilla kohdistustavoilla arvo oli 1.4 mm). Vrt-suunnassa systemaattisen virheen keskihajonta oli suurinta (1.3 mm) mielenkiinnon alueen rajauksella mielenkiinnon rakenteena kultajyvät ja suuntana lisäksi pöydän kierto (muilla kohdistustavoilla vrt-suunnan arvo oli 1.1 mm). Lat-suunnassa systemaattisen virheen keskihajonta oli pienintä ja vaihteli kaikilla kohdistustavoilla välillä 0.6 mm … 0.7 mm.

Satunnaisen virheen arvot vrt- ja lng-suunnissa olivat suurimmat (1.2 mm ja 1.3 mm) automaattisella kohdistuksella mielenkiinnon alue rajattuna. Muilla kohdistustavoilla vrt- ja lng-suunnan satunnaisen virheen arvot olivat välillä 0.9 mm … 1.0 mm.

Automaattisen kohdistuksen ehdottamia **hoitopöydän siirtoja** (n = 40) kaikilla kohdistustavoilla ja kaikissa suunnissa verrattiin röntgenhoitajan tekemään kohdistukseen t-testin ja tarvittaessa Mann-Whitneyn U-testin avulla. Tilastollisesti merkitseviä eroja ($p < 0.050$) hoitopöydän siirroissa havaittiin kaikkien kolmen eri kohdistustavan vrt-suunnissa, joissa keskiarvot vaihtelivat välillä –0.7 mm … –0.5 mm. Lng-, lat- ja rot-suunnan siirrot eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi röntgenhoitajan tekemästä kohdistuksesta millään kohdistustavalla. Myös pöydän kierron (rot) ollessa kohdistusparametrina havaittiin rot-suunnassa tilastollisesti merkitsevää eroa röntgenhoitajan tekemään kohdistukseen verrattaessa (pöydän kierron keskiarvo oli –0.6 °).

Hoitopöydän siirtojen keskihajonta oli suurinta lng-suunnassa (2.3 mm) automaattisella kohdistuksella mielenkiinnon alue rajattuna. Vrt-suunnassa keskihajonta oli samaa suuruusluokkaa

automaattisella kohdistuksella mielenkiinnon alue rajattuna (1.5 mm) sekä mielenkiinnon alueen rajauksella mielenkiinnon rakenteena kultajyvä ja pöydän kierto valittuna (1.6 mm). Pienin keskihajonta (1.3 mm) vrt-suunnassa oli automaattisella kohdistuksella mielenkiinnon alue rajattuna mielenkiinnon rakenteena kultajyvät. Lat-suunnassa keskihajonnat olivat kaikilla kohdistustavoilla välillä 0.9 mm … 1.0 mm. Pöydän kierron ollessa kohdistusparametrina rot-suunnassa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ($p = 0.012$) verrattuna röntgenhoitajan tekemään kohdistukseen (keskiarvo = –0.6° ja keskihajonta = 1.4°).

Röntgenhoitajan tekemän kohdistuksen jälkeisessä offline-tarkastelussa havaittiin yhdeksällätoista potilaalla eri suunnissa yli 3 mm:n välisiä eroja kultajyvissä TT-suunnittelu- ja KKTT-kohdistuskuvia vertailtaessa. Automaattinen kohdistus kultajyviin tai kultajyviin pöydän kierron kanssa pienensi kultajyvien välisen eron TT-suunnittelu- ja KKTT-kohdistuskuvia verratessa pienemmäksi kuin alle 3 mm paitsi potilaiden 23 (KKTT-kuvaus 2) ja 25 (KKTT-kuvaus 3) tapauksessa. Suurin osa automaattisen kohdistuksen suorittamista hoitopöydän siirroista (87.5 % … 100.0 %) – kaikilla kohdistustavoilla ja kaikissa eri suunnissa – pysyivät välillä ±3 mm.

Offline-tarkastelun perusteella automaattinen kohdistus mielenkiinnon alueen rajauksella ei anna niin hyviä kohdistustuloksia kuin kohdistus mielenkiinnon alueen rajauksella mielenkiinnon rakenteena kultajyvät tai kohdistus mielenkiinnon alueen rajauksella mielenkiinnonrakenteena kultajyvät ja pöydän kierto valittuna. Viimeksi mainittu kohdistustapa oli tarkempi kahdessa ja epätarkempi yhdessä tapauksessa kuin kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna mielenkiinnon rakenteena kultajyvät.

Pelkkää mielenkiinnon alueen rajausta käytettäessä alue täytyy rajata myös tarkasti eturauhasen ympärille aksiaali-, sagittaali- ja koronaalitasoissa. Kun mielenkiinnon rakenteeksi valitaan kultajyvät mielenkiinnon alueen rajauksen lisäksi, kohdistustarkkuus paranee ja kohdistusyritykset parhaan mahdollisen kohdistustuloksen saamiseksi vähenevät. Mielenkiinnon alueen täytyy olla tiukasti rajattu kultajyvien ympärille aksiaali-, sagittaali- ja koronaalitasoissa parhaan kohdistustuloksen aikaansaamiseksi.

Pöydän kierron lisääminen kohdistusparametriksi ei offline-tarkastelussa näyttänyt parantavan kohdistustuloksia muuten kuin kahdessa tapauksessa (esim. potilas 23 KKTT-kuvaus 2 ja potilas 25 KKTT-kuvaus 3). Pöydän kierron arvot olivat –3.2 ° ja –3.9 °. Ensiksi mainitulla potilaalla oli peräsuolessa ilmaa, joka painoi yhtä ylemmistä kultajyvistä vatsanpuolelle vrt-suunnassa. Lisäksi

yhden kultajyvän vieressä oli artefaktaa. Toisella mainituista potilaista oli suolessa paljon ilmaa ja ulostetta. Kaikki kultajyvät sijaitsivat KKTT-kohdistuskuvissa enemmän supussa kuin TT-suunnittelukuvissa. Manuaalisesti kohdistamalla saatiin molemmissa tapauksissa hyvä kohdistustulos. Yhdessä tapauksessa kohdistustulos pöydän kierron (–3.8 °) kanssa oli huonompi (esim. potilas 22 ja KKTT-kuvaus 1). Potilaan peräsuolessa oli ilmaa, ja kultajyvistä aiheutui artefaktaa, josta syystä kohdistus oli vaikeaa suorittaa manuaalisestikin.

Pöydän kierron vaikutusta vrt-, lng- ja lat-suunnan siirtoihin selvitettiin korrelaation avulla vertaamalla keskenään automaattista kultajyväkohdistusta ja automaattista kultajyväkohdistusta pöydän kierrolla. Tuloksista havaittiin, että korrelaatio on positiivinen ja voimakas ($r \geq 0.7$). Yhteys on tilastollisesti merkitsevä ($p = < 0.050$) kaikissa suunnissa, joten pöydän kierron kanssa vrt-, lng- ja lat-suunnan siirrot eivät eroa merkittävästi kultajyväkohdistuksen vastaavien suuntien siirroista.

Tarkasteltaessa automaattista kohdistusta kohdistusparametreina kultajyvät ja pöydän kierto havaittiin, että vrt- ja rot-suunnan välinen negatiivinen korrelaatio oli kohtalainen tai merkittävä ($r = 0.49$). Yhteys on myös tilastollisesti merkitsevä, sillä $p = 0.002$. Lng- ja rot-suunnan sekä lat- ja rot-suunnan välillä korrelaatio oli kohtalainen tai heikko eivätkä yhteydet olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > 0.050$). Pöydän kierrolla näyttäisi näin olevan yhteys vrt-suunnan siirtoihin. Sama johtopäätös voidaan tehdä myös tarkasteltaessa vrt-suunnan histogrammeja kultajyväkohdistuksella sekä kultajyväkohdistuksella pöydän kierron kanssa. Vaikka jakauma pöydän kierron kanssa näyttää muuttuvan oikealle vinoksi, pysyy kultajyväkohdistuksen vrt-suunnan siirtojen ja kultajyväkohdistuksen pöydän kierrolla vrt-suunnan siirtojen välinen positiivinen korrelaatio kuitenkin voimakkaana ($r = 0.91$).

Itseisarvoltaan < 1 ° pöydän kierroilla ei ole merkitystä eturauhassyövän hoidossa, sillä yhden asteen muutos ei aiheuta isoa siirtymää hoitoalueen äärireunoilla. Lisäksi, jos pöydän kierto parantaa kultajyvien kohdistusta, on se hyödyllistä ottaa käyttöön. (Kurttila, keskustelu 15.12.2016.) Tutkimusaineistossa ($n = 40$) hieman alle puolella (45 %) pöydän kierroista asteluku oli >= 1 °, joten hieman yli puolella (55 %) pöydän kierroista ei ollut merkitystä potilaan hoidon kannalta. Pöydän kierron ei myöskään todettu parantavan kohdistustuloksia muuta kuin kahdessa tapauksessa, joissa asteluku oli < –3 °, mikä aiheuttaa lisätyötä hoidon toteuttamisessa, koska hoitopöytä joudutaan kääntämään hoitohuoneen puolelta kaikissa itseisarvoltaan yli kolmen asteen kierroissa. Kaikista pöydän kiertoon liittyvistä tuloksista päätellen pöydän kierron lisääminen kohdistusparametriksi ei paranna kohdistustuloksia niin merkittävästi, että se kannattaisi ottaa käyttöön.

9.4 Tutkimustulosten tarkastelu ja pohdinta

Automaattinen kohdistaminen vs röntgenhoitajan suorittama kohdistaminen

Potilasjoukon systemaattinen virhe (M), systemaattisen virheen keskihajonta (SD) ja satunnainen virhe (RMS) on samaa suuruusluokkaa tai ne eivät eroa merkittävästi toisistaan vrt-, lng- ja lat-suunnissa eri kohdistustavoilla. Sama havainto voidaan tehdä hoitopöydän siirtojen keskiarvoja ja -hajontoja tarkasteltaessa. Tämän perusteella kaikilla kolmella eri kohdistustavalla päästäisiin lähes samoihin kohdistustuloksiin. Kuitenkin offline-tarkastelun systemaattisten havaintojen perusteella automaattista kohdistusta pelkällä mielenkiinnon alueen rajauksella voidaan pitää kohdistustarkkuudeltaan muita kohdistustapoja epätarkempana.

Eturauhassyöpäpotilaan sädehoitokerran kohdistus kV-kuvien avulla perustuu TT-suunnittelukuvista luotujen aksiaalikuvien vertailuun. Kohdistuksessa vertaillaan luisten rakenteiden ja kultajyvien sijaintia kv-kohdistuskuvien ja TT-aksiaalikuvien välillä. KKTT-kuvauksen avulla suoritettavan automaattisen kohdistuksen ilmoittamien pöydän siirtojen arvoilla eri suunnissa voidaan tarkastella röntgenhoitajan suorittaman kohdistuksen tarkkuutta. Tässä tutkimuksessa potilaskohtaisesti tarkasteltuna (Van Herk 2004) KKTT-kuvauksen avulla suoritettu automaattinen kohdistus erosi tilastollisesti merkitsevästi röntgenhoitajan tekemästä kohdistuksesta vrt-suunnassa, kun kohdistusparametreina olivat mielenkiinnon alue tai mielenkiinnon alue ja kultajyvät. Systemaattinen virhe oli kuitenkin alle yhden mm:n (–0.7 mm), joten sitä ei voida pitää sädehoidon kohdistamisen kannalta kliinisesti merkittävänä (Kurttila, keskustelu 15.12.2016). Bell, Beyhs Dzierma, Licht, Niewald, Nuesken, Palm ja Rübe (2015) totesivat tutkimuksessaan kV-KKTT:n kohdistustarkkuutta tutkiessaan, että –0.7 mm:n suuruinen hoitopöydän vrt-suunnan siirtojen keskiarvo on lähellä nollaa. Lisäksi heidän yksikössään ei hoitopöydällä voinut toteuttaa alle 1 mm:n siirtoja, joten he katsoivat tämän suuruisten siirtojen olevan merkityksettömiä (Bell ym. 2015, 1057). Hoitopöydän siirtoja (n = 40) tarkasteltaessa havaittiin vrt-suunnan siirtojen eroavan tilastollisesti merkitsevästi vrt-suunnassa kaikilla kohdistustavoilla. Siirtojen keskiarvoista (–0.7 mm … –0.5 mm) voidaan kuitenkin edellä mainituin perustein todeta samaa eli ettei niillä ole merkitystä sädehoidon kohdistamisen kannalta.

Potilaan kohdistamisessa KKTT-kuvauksen avulla pyritään TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien kultajyvien sijainnissa päällekkäisyyteen. Täydellistä päällekkäisyyttä ei kuitenkaan ole aina mahdollista saavuttaa. Toleranssi on ±3 mm eli > 3 mm:n eroja kultajyvien välillä ei voida pitää hyväksyttävänä tuloksena. (Kurttila, keskustelu 12.5.2016.) Automaattisen kohdistuk-

sen suorittamia hoitopöydän siirtoja tarkasteltaessa > 3 mm:n siirrot voivat viitata kV-kuvauksen jälkeiseen röntgenhoitajan asettelun epätarkkuuteen, potilaan peräsuoleen kerääntyneeseen ilmaan tai potilaan liikkumiseen hoitopöydällä (Kurttila, keskustelu 15.12.2016). Potilaskohtaisesti tarkasteltuna (Van Herk 2004) potilaskohtaiset keskiarvot kaikilla automaattisilla kohdistustavoilla ja kaikissa suunnissa olivat suurimmaksi osaksi ±2 mm välillä:

- Mielenkiinnon alueen rajauksella vrt-suunnassa 85.0 %, lng-suunnassa 80.0 % ja lat-suunnassa 100.0 %.
- Kultajyväkohdennuksella vrt-suunnassa 95.0 %, lng-suunnassa 85.0 % ja lat-suunnassa 100.0 %.
- Kultajyväkohdennuksella pöydän kierron kanssa vrt-suunnassa 90.0 %, lng-suunnassa 85.0 % ja lat-suunnassa 100.0 %.

Bolesch, Dimmerling, Glanzmann, Kloeck, Lang, Najafi, Oehler, Studer, Tini ja Zwahlen (2014, 4) vertailivat tutkimuksessaan potilaskohtaisten siirtojen keskiarvojen eroja kV- ja KKTT-kuviin perustuvan kultajyväkohdentamisen välillä. Potilaista oli vastaavalla tavalla otettu kV- ja KKTT-kuvat ennen sädehoitokerran toteutusta, kuten tämän opinnäytetyön tutkimuksessa. Tutkimustulokset osoittivat suurimman osan siirroista sijoittuvan välille ±2 mm (samoin kuin tässä opinnäytetyössä). (Bolesch ym. 2014, 2–4.)

Bolesch ym. (2014, 4) havaitsivat kV-kohdistuksen kultajyviin ja KKTT-kohdistuksen pehmytkudoksiin johtavan alle 1 mm:n systemaattiseen ja satunnaiseen virheeseen. Tarkkuudeltaan KKTT- ja kV-kohdistus kultajyviin oli samaa luokkaa kuin KKTT-kohdistus pehmytkudoksiin. Jotkin tutkimukset ovat tulleet samoihin tuloksiin, mutta päinvastaisia tuloksiakin löytyy. Kultajyvien asettamisessa potilaan eturauhaseen on infektion riski, mutta toisaalta niitä voidaan käyttää reaaliaikaisessa adaptaatiossa mm. kohteen seurannassa hoidon aikana. (Bolesch ym. 2014, 5–6.)

Bissonnette, Catton, Gospodarowicz, Jaffray, Moseley, Rosewall, Sharpe, Siewerdsen, Warde, White & Wiltshire (2007) vertailivat hoitopöydän siirtojen välisiä eroja Megavoltin (MV) kohdistuskuviin ja kV-KKTT-kohdistuskuviin perustuvan kultajyväkohdentamisen välillä. Potilaista oli vastaavalla tavalla otettu MV- ja KKTT-kuvat ennen sädehoitokerran toteutusta, kuten tämän opinnäytetyön tutkimuksessa. Hoitopöydän siirrot sijoittuvat suurimmaksi osaksi ±3 mm:n välille (95.5 % vrt-suunnassa, 91.3 % lng-suunnassa ja 99.7 % lat-suunnassa). (Bissonnette ym. 2007, 948.) Tässä opinnäytetyössä suurin osa automaattisen kohdistuksen suorittamista hoitopöydän siirroista kaikilla kohdistustavoilla ja kaikissa eri suunnissa pysyivät välillä ±3 mm seuraavasti:

- Mielenkiinnon alueen rajauksella vrt-suunnassa 95.0 %, lng-suunnassa 87.5 % ja lat-suunnassa 100.0 %.
- Kultajyväkohdennuksella vrt-suunnassa 97.5 %, lng-suunnassa 95.0 % ja lat-suunnassa 100.0 %.
- Kultajyväkohdennuksella pöydän kierron kanssa vrt-suunnassa 97.5 %, lng-suunnassa 95.0 % ja lat-suunnassa 100.0 %.

Sen perusteella, että automaattisen kohdistuksen suorittamat hoitopöydän siirrot sijaitsevat suurimmalta osin ±3 mm:n sisällä ja myöskin tilastollisen tarkastelun perusteella, röntgenhoitajan suorittamaa kV-kohdistusta kultajyviin voidaan pitää lähes yhtä hyvänä menetelmänä kuin automaattista kohdistusta KKTT:n avulla kultajyviin. Systemaattisten (visuaalisten) havaintojen perusteella automaattinen kohdistus kuitenkin parantaa kohdistustarkkuutta, jos röntgenhoitajan suorittaman kohdistuksen jälkeen TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien välillä kultajyvien välinen ero > 3 mm. Näin suuri ero voi johtua röntgenhoitajan suorittaman asettelun epätarkkuudesta, kV-kuvauksen jälkeen peräsuoleen kertyneestä ilmasta tai potilaan liikkumisesta hoitopöydällä. Eniten yli 3 mm:n eroja havaittiin vrt- ja lng-suunnissa, joissa eturauhasen liikkuvuuden on tutkimusten mukaan todettu olevan suurinta (Aoyama, Azuma & Inamura 2011, 224). KKTT-kohdistuskuvista voidaan erottaa myös pehmytkudoksia, kuten esim. eturauhanen. Vaikka kultajyvät olisivat TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien välisessä vertailussa paikallaan, voi eturauhanen olla esim. kallellaan ja painautua hoitoalueen (PTV) yli. (Kurttila, henkilökohtainen tiedonanto 29.8.2017.) Offline-tarkastelussa havaittiin myös seuraavaa: jos peräsuolessa on runsaasti ulostetta ja kultajyvät ovat TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien välisessä vertailussa kohdakkain, tulee peräsuoli tällöin hoitoalueen (PTV) sisälle.

Offline-tarkasteluun liittyvien empiiristen havaintojen perusteella mahdollisia syitä röntgenhoitajan suorittaman kohdistuksen jälkeisille >= 3 mm:n eroille TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien kultajyvissä voivat olla runsas ilma tai uloste peräsuolessa, potilaan kiertyminen lng-akselin suhteen tai se ettei potilaan asettelu ole kohdillaan lng-suunnassa (potilas on voinut liikkua tai röntgenhoitajan suorittama asettelu kV-kuvien perusteella ei ole tarkka). Muutamissa TT-suunnittelukuvissa havaittiin ilmaa tai ulostetta peräsuolessa, kun taas KKTT-kohdistuskuvissa niitä ei havaittu. Myös virtsarakon koko saattoi olla eri TT-suunnittelukuvissa kuin KKTT-kohdistuskuvissa. Uloste tai ilma peräsuolessa eturauhasen yläpuolella näytti yhdessä tapauksessa aiheuttavan eturauhasen kiertymistä KKTT-koronaalileikekuvissa. Jos uloste tai ilma sijaitsee peräsuolessa eturauhasen kohdalla, näyttää eturauhanen liikkuvan vrt-suunnassa vat-

sanpuolen suuntaan. Eturauhasen kiertyminen lng- ja lat-suunnassa vaikuttaa kultajyvien sijaintiin eniten vrt-suunnassa. Lng-suunnan siirtoihin näyttää eniten vaikuttavan potilaan asettelu.

CTV-PTV-marginaali

Systemaattisen virheen keskihajontaa ja satunnaista virhettä voidaan hyödyntää määritettäessä CTV–PTV-marginaali käyttäen esim. Van Herkin (2004) kaavaa. Tämän tutkimuksen potilaskohtaisiin tuloksiin täytyy kuitenkin suhtautua varauksella, sillä KKTT-kuvausten määrä potilasta kohden vaihteli yhdestä viiteen, joten keskiarvoa ja keskihajontaa potilaskohtaisesti ei kaikille potilaille pystytty laskemaan. Siksi tämän tutkimuksen tuloksista laskettua CTV–PTV-marginaalia tuskin voidaan pitää niin luotettavana, että sitä voidaan hyödyntää annossuunnittelussa.

CTV-PTV-marginaalia voidaan pienentää kohdistustarkkuuden parantuessa. Eturauhasen mahdollisesta liikkumisesta hoidon aikana johtuen marginaalin pienentäminen voi johtaa aliannokseen CTV:n alueella. Tämän ilmiön välttämiseksi adaptiivinen kuvantaohjattu sädehoito on suositeltavaa erityisesti hypofraktioidun sädehoidon tapauksessa. (Bolesch ym. 2014, 6.)

Hypofraktioidun sädehoidon edut

Bolesch ym. (2014) totesivat tutkimuksessaan, että kV- ja kV-KKTT-kohdistus kultajyviin ovat yhtä tarkkoja kohdistusmenetelmiä, ja että hypofraktioidun eturauhasen sädehoidon PTV-marginaali voidaan pitää 5 mm:n alueella tai alle sen, mutta eturauhasen seuranta hoidon aikana on suositeltavaa. Hypofraktioidusta sädehoidon kerta-annoksesta potilaalle aiheutuvat edut ovat peräsuolelle aiheutuvien haittojen väheneminen. Tämän johdosta potilaan elämänlaatu paranee, joka on selvä etu. Lisäksi tavanomaisesti fraktioidun sädehoidon hoitoaikaa on mahdollista lyhentää kahdeksasta viikosta neljään viikkoon. Tästä seuraa etuja resurssien optimoinnin, kustannusten pienenemisen muodossa. (Angulo ym. 2015, 368; Benson ym. 2014, 9; Den ym. 2013, 728–729.)

Mielenkiinnon alueen rajauksesta

Automaattista kohdistusta kokeiltiin erikokoisilla mielenkiinnon alueen rajauksilla ja havaittiin, että rajaus tarkasti eturauhasen ympärille ja kultajyvät valittuna mielenkiinnon rakenteeksi antoi parhaimman kohdistustuloksen. Brinkmann, Brown, Fong de los Santos, Garces, Grams, Mundy, Olivier, Pafundi ja Park (2014) vertailivat tutkimuksessaan erikokoisia (pieni, keskikokoinen ja suuri) mielenkiinnon alueita keuhkosyöpäpotilaita kohdistettaessa Varianin automaattisen kohdistuksen avulla. Pelkällä mielenkiinnon alueella pienin mielenkiinnon alue antoi parhaimman koh-

distustuloksen (Brinkman ym. 2014, 39). Parhaimmat kohdistustulokset Brinkman ym. (2014, 41) saavuttivat tutkimuksessaan pienellä mielenkiinnon alueen rajauksella ja käyttämällä PTV:tä mielenkiinnon rakenteena.

Pöydän kierto (rot)

Korrelaatioanalyysissa havaittiin vrt-suunnan siirtojen ja pöydän kierron välillä kohtalainen tai merkittävä riippuvuus, kun kohdistusmenetelmänä oli automaattinen kohdistus mielenkiinnon alue rajattuna, mielenkiinnon rakenteena kultajyvät ja pöydän kierto valittuna. Korrelaation avulla ei pystytä selvittämään, kumpi muuttujista (vrt-suunnan siirrot vai pöydän kierto) on syy ja kumpi seuraus, eli kausaliteetti jäi selvittämättä (Broberg ym. 2011, 140). Tässä tutkimuksessa ei löydetty selittävää muuttujaa vrt-suunnan siirtojen ja pöydän kierron yhteydelle. Offline-tarkastelun empiiristen havaintojen perusteella sekä aiempien tutkimusten mukaan (Van Herk, 2004) eturauhasen on mahdollista kiertyä vrt-, lng- ja lat-akselin suhteen. Tässä tutkimuksessa syitä eturauhasen kiertymiselle olivat asettelusta johtuva potilaan kiertyminen lng-akselin suhteen (roll), uloste tai ilma peräsuolessa ja edellä mainittujen sijainti eturauhaseen nähden (aiheuttaa eturauhasen kiertymistä lat-akselin suhteen (pitch), mutta myös eturauhasen liikkumista vrt-suunnassa). Potilaan lantio voi olla myös lat-akselin suhteen kiertyneenä, mikä aiheuttaa myös eturauhasen kiertymisen lat-akselin suhteen. Empiiristen havaintojen perusteella tulkittuna vrt-, lng-, lat- ja rot-suunnan siirroilla ei saada lng- tai lat-akselin suhteen kiertyneen eturauhasen kultajyviä täysin kohdilleen offline-tarkastelussa automaattisen kohdistuksen avulla, vaan tarvittaisiin vielä pitch- ja roll-suunnan siirrot. Toisaalta, jos pitch- ja roll-suunnan siirrot olisivat mukana automaattisessa kohdistamisessa, pienenisivät rot-suunnan siirtojen arvot todennäköisesti kohdistamisessa. Selittävää muuttujaa vrt-suunnan siirtojen ja pöydän kierron yhteydelle olisi voitu mahdollisesti selvittää pitch- ja roll-suunnan siirtojen avulla, mutta niitä ei ollut mahdollista käyttää offline-tarkastelussa, koska niillä hoitokoneilla, joilla aineiston potilaita oli hoidettu, ei ollut kyseisiä suuntia käytössä.

Tutkimusaineiston keruun aikana huomasin edistyväni kuvien offline-tarkastelussa, mutta empiiristen havaintojen perusteella en selittävää muuttujaa/muuttujia pöydän kierrolle ja vrt-suunnan väliselle yhteydelle löytänyt. Selittävän muuttujan löytämiseksi olisi pitänyt tehdä oma suunnitelmansa projektin tutkimussuunnitelman tekovaiheessa. Excel-taulukkoon, johon tuloksia kerättiin, olisi voinut lisätä sarakkeita systemaattisille havainnoille eturauhasen kiertymisestä. Toisaalta opinnäytetyön työmäärä olisi kasvanut huomattavasti tämän johdosta. Selittävän muuttujan/muuttujien löytäminen olisi voinut tuoda tähän tutkimukseen lisää perusteita pöydän kierron

mukaan ottamiseen tai ottamatta jättämiseen automaattisessa kohdistamisessa. Toisaalta tutkimuksessa havaittiin se tosiseikka, ettei pöydän kierron mukaan ottaminen tuo juurikaan lisäarvoa kohdistamiseen.

Automaattiseen kohdistukseen liittyviä havaintoja

Runsas ilma tai uloste peräsuolessa näyttää vaikeuttavan automaattista kohdistusta, jos siitä aiheutuu eturauhasen kiertymistä lng-akselin ympäri (esim. potilas 23 ja KKTT-kuvaus 2). Potilaan asettelu voi myös aiheuttaa eturauhasen kiertymistä lng-akselin ympäri (esim. potilas 2 ja KKTT-kuvaus 3). Eturauhasen on mahdollista kiertyä eniten lat-akselin ympäri (Van Herk 2004, 53), mutta tätä ilmiötä ei ollut mahdollista tarkastella automaattisen kohdistuksen avulla, joten havainnot eturauhasen kiertymisestä lat-akselin ympäri ja sen vaikutus automaattiseen kohdistukseen jäivät tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. Kahdessa potilastapauksessa (potilas 22 KKTT-kuvaus 1 ja potilas 23 KKTT-kuvaus 2) eturauhasessa näytti kultajyvien lisäksi olevan ylimääräistä metalliartefaktaa aiheuttavaa materiaalia (tai itse kultajyvät aiheuttivat artefaktaa), jolloin automaattinen kohdistus oli huonompi kuin röntgenhoitajan tekemä tai riittävää kohdistustarkkuutta ei saavutettu. Yhdessä potilastapauksessa (potilas 25 ja KKTT-kuvaus 3) kultajyvien sijainti poikkesi TT-kuvien kultajyvien sijainnista ja potilaan peräsuolessa oli runsaasti ulostetta, jolloin automaattinen kohdistus ei saavuttanut riittävää kohdistustarkkuutta.

Lantion alueen KKTT-kuvantamiseen liittyy myös ilmatiloista johtuvaa artefaktaa. Rektumissa olevan ilman määrä voi muuttua kuvauksen aikana ja aiheuttaa ympäröivän pehmytkudoksen liikkumista, jolloin anatomisten rakenteiden luotettava tunnistaminen vaikeutuu. Lisäksi ohutsuolessa oleva ilma voi aiheuttaa juova-artefaktaa (streaking artefact). (Bryant, Ivanova, Mitra, Mukhopadhyay, Murphy, Myers, Ramakrishnan, Sleeman, Weiss & Wu 2010, 936, 938.)

9.4.1 Jatkotutkimushaasteet

Jatkotutkimuksen aiheena voisi olla muiden alueiden kuin eturauhasen kohdistamistarkkuuden selvittäminen KKTT-kuvauksen avulla. Automaattinen kohdistus tarjoaa useita eri vaihtoehtoja mielenkiinnon rakenteeksi, joita voidaan testata parhaan kohdistustuloksen löytämiseksi eri hoitoalueilla.

Tutkimukset ovat myös osoittaneet, että KKTT-kohdistus kultajyviin ja pehmytkudoksiin tuottaa samanlaiset kohdistustulokset. Löysin tätä opinnäytetyötä tehdessäni joitakin tutkimuksia, joissa

KKTT:n avulla suoritettava eturauhassyöpäpotilaan kohdistus suoritetaan pehmytkudoksiin. Eri mielenkiinnon rakenteita voitaisiin testata tässä yhteydessä. Tosin, jos hoidon aikainen kohteen seuranta ei ole mahdollista ja se on tarpeellista/suositeltavaa, kuten esim. hypofraktioidun sädehoidon tapauksessa, tämä aihe ei ole järkevä jatkotutkimusaiheeksi. Eturauhassyöpäpotilaan hoito voi kohdistua myös laajemmalle alueelle kuin pelkkään eturauhaseen. Parhaan kohdistustuloksen löytämistä eri automaattisen kohdistuksen tarjoamilla vaihtoehdoilla voitaisiin tutkia tässä tapauksessa ottaen huomioon mm. kohdistukseen liittyvät epävarmuuden lähteet. Suurin kohdistukseen liittyvä epävarmuuden lähde MV-kohdistuksessa (ja todennäköisesti myös kV-kohdistuksessa) on kultajyvien paikallistaminen (Bissonette ym. 2007, 951). KKTT-kohdistuksessa kultajyviin suurin epävarmuuden lähde on eturauhasen liikkuminen sädehoitofraktion aikana. KKTT-kohdistuksessa pehmytkudoksiin suurin epävarmuuden lähde on röntgenhoitajan suorittaman kohdistuksen tarkkuus fraktioiden välillä. (Bissonette ym. 2007, 951.)

9.5 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Validiteetti- ja reliabiliteettikäsitteet tarkoittavat luotettavuutta ja niitä molempia käytetään tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa. Validiteetti tarkoittaa tutkimusongelman kannalta oikeiden asioiden tutkimista ja mittaamista, ja reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimustulosten pysyvyyttä. Oikea tutkimusmenetelmä ja mittari sekä oikeiden asioiden mittaaminen varmistaa tutkimuksen validiteetin, joka voidaan pohdinnassa rajoittaa koskemaan sisäistä ja ulkoista validiteettia (muodostavat yhdessä kokonaisvaliditeetin). Sisäisellä validiteetilla (pois lukien reliabiliteetti) tarkoitetaan tutkimusprosessin systemaattista luotettavuutta, jonka toteutumisen arviointia pidetään kuitenkin lähes mahdottomana, mutta siihen liittyviä heikentävästi vaikuttavia tekijöitä voidaan pyrkiä poistamaan tutkimusprosessin tarkalla dokumentoinnilla sekä tarkalla käsitteiden määrittelyllä ja johtamisella (mielellään teoriaan pohjautuen). Ulkoisella validiteetilla tarkoitetaan tutkimustulosten yleistettävyyttä eli miten hyvin otokseen perustuvat tutkimustulokset ovat yleistettävissä perusjoukkoon. Kvantitatiivisen tutkimuksen reliabiliteetti voidaan todentaa sillä, että tutkimuksen kaikki vaiheet pystytään toistamaan. Tämän edellytyksenä on tutkimuksen kaikkien vaiheiden riittävän tarkka dokumentointi. (Kananen 2011, 118, 121, 123, 124.)

Sain perusteellisen perehdytyksen OYS:n sädehoidon yksikön asiantuntijaryhmän fyysikolta opinnäytetyöni aineiston keruuseen. Suunnittelin aineiston keruun huolellisesti ja samaan aikaan kun harjoittelin aineiston keruuta sädehoidon yksikön annossuunnitteluohjelmistolla. Tutkimuksessa aineiston analysointiin käytettiin tilastollisia menetelmiä arvioimaan röntgenhoitajan ja au-

tomaattisen kohdistuksen suorittamien kohdistusten välisiä eroja. Aineiston analysointiin sain ohjeita sädehoidon yksikön asiantuntijaryhmän fyysikolta ja tutkimusartikkeleista, jotka käsittelivät samankaltaisia tutkimuksia kuin omani.

Pyrin tutkimuksessani erityiseen huolellisuuteen työn kaikissa vaiheissa. Automaattisessa kohdistuksessa tein useampia kohdistusyrityksiä, jos TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien kultajyvien välinen toleranssi ±3 mm ylittyi. Yritin aina löytää sellaisen mielenkiinnon alueen rajauksen, jolla saavutetaan paras kohdistustulos. Potilasaineiston alkupään tuloksiin saattaa vaikuttaa se, että aineistoa kerätessäni huomaisin kehittyväni kuvien tarkastelussa ja niiden menetelmien käytössä, joita käytin TT-suunnittelukuvien ja KKTT-kohdistuskuvien vertailussa. Tarkastelun edetessä minulle kehittyi rutiini, jonka avulla kävin kohdistustulokset potilaskohtaisesti läpi. Aloitin kuitenkin potilasaineiston tarkastelun aina alusta, kun huomasin tutkimuksen edetessä puutteita aiemmin suorittamissani tarkasteluissa.

Sädehoidon virheiden ja marginaalien laskemisessa käytettiin Van Herk:n (2004) menetelmää, joka perustuu potilaskohtaisesti laskettuihin hoitopöydän siirtojen keskiarvoihin ja keskihajontoihin. Tässä tutkimuksessa potilasmäärä (n = 20) oli tutkimuksen kannalta riittävä, jotta saadaan vertailtavuutta potilaiden välille, mutta potilaskohtaisesti KKTT-kuvausten määrä vaihteli yhdestä viiteen. Yleisesti ottaen suurempi otos johtaa luotettavimpiin tuloksiin ja mitä pienempi otoskoko on, sitä sattumanvaraisempia tulokset ovat (esim. epätarkkaa tietoa keskiarvosta) (Heikkilä 2008, 187; Vilkka 2007, 57). Tilastotieteen menetelmien käytön edellytyksenä on tutkittavien muuttujien normaalisti jakautuminen perusjoukossa, mutta yleensä perusjoukon jakauma, keskiarvo ja keskihajonta ovat tuntemattomia ja niitä arvioidaan otoksen perusteella (Heikkilä 2008, 103). Yleensä otoskokoa n = 30 pidetään riittävänä, jotta otantajakaumaa voidaan pitää normaalina (Heikkilä 2008, 106; Ruohonen 2011, 6). Jos perusjoukon jakauma on normaalijakautunut ja ns. ”hyvää muotoa” eli yksihuippuinen ja symmetrinen, pienempikin otoskoko riittää (esim. n = 5) (Ruohonen 2011, 6). Tässä tutkimuksessa vain kahdella potilaalla KKTT-kuvausten määrä oli viisi, joten potilaskohtaisesti laskettuihin tuloksiin tulee suhtautua varauksella. Hoitopöydän siirroista lasketuille tutkimustuloksille aineiston (n = 40) kokoa voidaan pitää määrälliselle tutkimukselle riittävänä ja ulkoista reliabiliteettia arvioitaessa tarpeeksi edustavana. Tutkimustulosten voidaan katsoa olevan yleistettävissä perusjoukkoon, joka koostui SIB-hoidolla hoidetuista eturauhassyöpäpotilaista Oulun yliopistollisen sairaalan (OYS) sädehoidon yksikössä ja joilla kohdistus suoritettiin eturauhaseen istutettuihin kultajyviin.

Reliabiliteetin täyttymiseksi tutkimus ja sen vaiheet dokumentoitiin tarkasti, jotta tutkimus olisi toistettavissa. Mielenkiinnon alueen rajauksella automaattisessa kohdistuksessa oli suurin vaikutus kohdistustulokseen kaikilla kohdistustavoilla ja tutkimuksen toistettavuuden kannalta sillä on todennäköisesti suurin merkitys myös tuloksiin, jos tutkimus tehtäisiin toisen tutkijan toimesta. Hyväksyttävälle kohdistustulokselle on kuitenkin ±3 mm:n toleranssi, joka mahdollisesti pienentää eroja tutkijoiden välillä.

Eettisyys

Tutkimus täytyy suorittaa hyvän tieteellisen käytännön edellyttämällä tavalla, jotta tutkimus voi olla eettisesti hyväksyttävää, luotettavaa ja tuloksiltaan uskottavaa. Tutkimustyössä, tulosten tallentamisessa ja esittämisessä sekä tutkimustulosten arvioinnissa täytyy noudattaa rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta. Toisten tutkijoiden tekemää työtä on kunnioitettava ja viitattava heidän julkaisuihinsa asianmukaisella tavalla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.) Suoritin tutkimuksen mahdollisimman huolellisesti enkä vääristellyt mittaustuloksia. Viittaukset muihin tutkimuksiin ja julkaisuihin on tehty asianmukaisella tavalla.

Tutkimuksella on oltava tutkimuslupa ja eettinen arviointi, joka vaaditaan tietyillä aloilla, on oltava tehtynä (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6). Ennen tutkimuksen suorittamista OYS:n sädehoidon yksikössä, tein projektisuunnitelman ja anoin tutkimusluvan OYS:lta. Kävin tutkimuksessani läpi potilasaineistoa, johon liittyen minulla on salassapitovelvollisuus. Potilasaineisto, jossa potilaat olivat numerojärjestyksessä, säilytettiin koko tutkimuksen ajan OYS:n sädehoidon yksikössä ja tulosten Excel-taulukoinnissa viitataan potilaisiin vain numeroilla, jolloin yksittäiset potilaat eivät ole lainkaan tunnistettavissa. En ole säilyttänyt itselläni lainkaan potilaiden henkilötietoja eivätkä ne myöskään tule lainkaan esille opinnäytetyössäni.

10 POHDINTA

10.1 Pohdintaa projektista

Projektin tavoitteena oli tuottaa opas eturauhassyöpäpotilaan kohdistamiseen KKTT:n avulla OYS:n sädehoidon yksikölle. Projekti sisälsi myös tutkimuksen, jonka tuloksia on tarkasteltu ja pohdittu luvussa 9.4. Projektiin liittyvä tutkimusosio, jonka aineiston keruuseen käytin Varianin Aria-ohjelmiston offline-tarkastelun automaattista kohdistusta, osoittautui hyväksi tavaksi laatia kohdistusoppaan ensimmäinen versio. Aineistoa kerätessäni automaattisen kohdistuksen käyttöön kehittyi rutiini, jonka pohjalta kohdistusopas oli helppo laatia. Kohdistusoppaan esitestaus kohdistusoppaalle määriteltyjen laatukriteerien pohjalta laadittujen esitestauslomakkeiden avulla tuotti hyödyllistä palautetta, jonka avulla kohdistusopas viimeisteltiin lopulliseen muotoonsa. Esitestauslomakkeen kysymykset koostuivat määrällisen ja laadullisen (avoimet kysymykset) tutkimuksen avulla hankituista tiedoista. Eniten koin hyötyä olevan avoimiin kysymyksiin annetuista vastauksista, joita käytin lähteinä. Oppaan lopulliseen ulkoasuun vaikutti myös asiantuntijaryhmän palaute. Projekti tuotti OYS:n sädehoidon yksikön käyttöön kohdistusoppaan, jota voidaan käyttää päivittäisen työn tukena hoitokoneilla sekä uusien että vanhojen työntekijöiden perehdytykseen.

Kohdistusoppaan voidaan katsoa olevan hyödyllinen OYS:n sädehoidon yksikölle, sillä potilaan kohdistaminen KKTT:n avulla ei ole vielä niin yleistä, että siitä olisi muodostunut rutiini kaikille röntgenhoitajille. Kohdistaminen KKTT:n leikekuvien avulla eroaa huomattavasti kohdistamisesta kV-kuvien avulla. Leikekuvien selailu, leikevalitsimien käyttö ja kuvien tulkinta aksiaali-, sagittaali- ja koronaalitasoissa vaatii myöskin perehtymistä. Hoitokoneella ei nopeasta työtahdista johtuen ole välttämättä aikaa perehtyä syvällisesti ilman opasta KKTT:n avulla suoritettavaan kohdistamiseen kyseisen tilanteen ensi kertaa kohdalle sattuessa. Oppaalla on myös sädehoidon laatua parantava vaikutus parantuneen kohdistustarkkuuden johdosta. Tästä hyötyvät myös potilaat sädehoidosta aiheutuvien sivuvaikutusten vähenemisen vuoksi.

Jatkokehittämisideana voisi olla muidenkin hoidettavien alueiden kuin eturauhanen kohdistusoppaat, joissa käytetään KKTT:a potilaan tarkkaan kohdistamiseen. Muun muassa rakenteet (esim. luiset ja pehmytkudosrakenteet), joita käytetään kohdistamisen apuna, vaihtelevat hoitoalueittain ja parhaan mahdollisen kohdistustuloksen aikaansaamiseksi näiden rakenteiden käyttö olisi hyvä

ohjeistaa. Tutkimusmenetelmänä KKTT-kohdistuksen tarkkuuden/paremmuuden arvioinnissa ja parhaan kohdistusmenetelmän löytämisessä eri hoitoalueilla voitaisiin käyttää vastaavaa menetelmää kuin tässä opinnäytetyössä. Mielenkiinnon rakenteita, joita automaattisessa kohdistuksessa voidaan käyttää apuna, on useita eri vaihtoehtoja ja niitä voitaisiin verrata keskenään. Haasteena kohdistusoppaiden laatimiselle tällä tavoin voi kuitenkin olla riittävien resurssien löytyminen, sillä mittaustulosten keruu offline-tarkastelun avulla on aikaa vievää.

Sädehoidon yksikössä on uusi hoitokone, jossa hoitopöydän kaltevuutta voidaan säätää lng- ja lat-akselin kierroilla (roll and pitch). Koska hypofraktioidulla sädehoidolla hoidettavien eturauhassyöpäpotilaiden KKTT-kuvaus on hoitokertakohtaista, tutkimusta varten käytössä olisi suurempi potilasmäärä ja suurempi KKTT-kuvauksien määrä potilasta kohden kuin tätä opinnäytetyötä varten oli. Tutkimus voitaisiin suorittaa offline-tarkastelussa automaattisen tai manuaalisen kohdistuksen avulla. Tutkimustuloksia voitaisiin hyödyntää CTV-PTV-marginaalin tarkastelussa.

10.2 Omat oppimiskokemukset

Aiheen valinnan yhteydessä syksyllä 2015 minulla ei ollut lainkaan kokemusta eturauhassyöpäpotilaan sädehoidosta eikä siitä miten KKTT:a käytetään eturauhassyöpäpotilaan hoidon kohdistamisessa. Aihe kiinnosti minua kovasti, sillä sen esittelyn yhteydessä mainittiin muun muassa seuraavaa: ”KKTT:n käytön takia röntgenhoitajilta vaaditaan kuvantulkitsemistaitoja”. Lisäksi motivaation säilymisen kannalta koko opinnäytetyön prosessin ajan koin tärkeäksi tehdä opinnäytetyön, josta on konkreettista hyötyä sekä sädehoidon yksikön työntekijöille että potilaille. KKTT:n käyttöönotto hypofraktioidun eturauhassyövän hoidossa oli ajankohtaista vuoden 2016 aikana, ja kohdistusoppaalle oli selvä tarve olemassa.

Aloitin tietoperustan laadinnan opinnäytetyöpajoissa heti aiheen valittuani, mutta koin tehtävän haasteelliseksi ilman käytännön kokemusta eturauhassyöpäpotilaan sädehoidosta. Maaliskuussa 2016 aloitin sädehoitotyön harjoittelun OYS:n sädehoidon yksikössä ja käytännön kokemuksen ansiosta aika oli otollinen opinnäytetyön aloituspalaverin pitämiselle asiantuntijaryhmän kanssa. Aloituspalaverin jälkeen sain myös harjoitella asiantuntijaryhmän fyysikon opastuksella annossuunnittelussa tutkimusaineiston keruuta, joka oli ehdottoman tärkeää projektisuunnitelman laadinnan kannalta. Aikataulun laadinta ei ollut vahvin puoleni tähän projektiin liittyvien tehtävien määrittelyssä, vaan suunnittelin yltiöoptimistisesti aivan liian tiukan aikataulun, joka sitten venyi. Keskusteltuani ohjaajani Aino-Liisa Jussilan kanssa aikatauluttamisesta, johtopäätös oli, että tä-

män luonteiselle työlle tulisi varata aina noin vuosi aikaa, johon aikaikkunaan projektin eri vaiheet sisällytetään.

Tutkimusaineiston keruu offline-tarkastelun avulla opetti tarkastelemaan aksiaali-, sagittaali- ja koronaalisuunnan TT- ja KKTT-leikekuvia sekä erityisesti sitä, kuinka leikevalitsimet vaikuttavat eri suuntien näkymiin. Eturauhassyöpäpotilaan anatomiaan liittyen TT- ja KKTT-kuvista täytyy tunnistaa mm. eturauhanen, rakkularauhaset, virtsarakko, peräsuolen täyttöaste (ilma ja uloste), PTV-alue sekä peräsuoli ja muu suolisto, joka voi tulla PTV:n alueelle. Offline-tarkastelun seurauksena myös automaattinen ja manuaalinen kohdistus tuli tutuksi ja opin myös käyttämään erilaisia TT- ja KKTT-kuvien vertailutyökaluja (esim. mitta). Offline-tarkastelun automaattisesta kohdistuksesta sekä TT- ja KKTT-kuvien vertailusta kerääntyneestä kokemuksesta on hyötyä myös muiden alueiden kuin eturauhasen sädehoidon kohdistamisessa KKTT:n avulla.

Tutkimusaineiston analysoinnin suoritin tilastollisin menetelmin. Vastaavanlaisia tutkimuksia on tehty lukuisia eri puolilla maailmaa sijaitsevissa sädehoidon yksiköissä, joten esimerkkejä aineiston analysointiin oli hyvin tarjolla. Vaikka olen opiskellut yliopistossa tilastollisen matematiikan perusteet, niin analysoinnin suorittaminen vaati kuitenkin osaltani perehtymistä tilastollista analyysia käsittelevään kirjallisuuteen.

LÄHTEET

Aebersold, D. M., Albrecht, C., Böhmer, D., Flentje, M., Ganswindt, U., Höcht, S., Hölscher, T., Martin, T., Sedlmayer, F. & Wenz, F. 2017. Hypofractionated radiotherapy for localized prostate cancer. Strahlentherapie und Onkologie 193 (1), 1-12.

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

Akahane, K., Hama, Y., Nakagawa, K., Nakamura, N., Sekiguchi, K., Shikama, N. & Takahashi, O. 2012. The relationship between the bladder volume and optimal treatment planning in definitive radiotherapy for localized prostate cancer. Acta Oncologica 51 (6), 730-734.

Alaei, P. & Spezi, E. 2015. Imaging dose from cone beam computed tomography in radiation therapy. Physica Medica 31 (7), 647-658.

Angulo, J. C., Luengo-Matos, S., Polo-deSantos, M., Rodríguez-Melcón, J. I. & Sánchez-Gómez, L. M. 2015. Hypofractionated radiation therapy versus conventional radiation therapy in prostate cancer: A systematic review of its safety and efficacy. Actas Urológicas Españolas (English Edition) 39 (6), 367-374.

Antoine, M., Bobin, M., Guérif, S., Iriondo-Alberdi, J., Latorzeff, I., Leduc, N., Richaud, P., Supiot, S., Thomas, L. & Vilotte, F. 2017. Post-prostatectomy image-guided radiotherapy: the invisible target concept. Frontiers in Oncology 7

Aoyama, H., Azuma, Y. & Inamura, K. 2011. Comparison of Daily Prostate Positions during Conformal Radiation Therapy of Prostate Cancer Using an Integrated CT-linear Accelerator System: In-room CT Image versus Digitally Reconstructed Radiograph. Journal of Radiation Research 52 (2), 220-228.

Bell, K., Beyhs, M., Dzierma, Y., Licht, N., Niewald, M., Nuesken, F., Palm, J. & Rübe, C. 2015. Set-up errors and planning margins in planar and CBCT image-guided radiotherapy using three different imaging systems: A clinical study for prostate and head-and-neck cancer. Physica Medica 31 (2015), 1055–1059.

Benson, R. J., Cook, J., Fairfoul, J., Huddart, R., Maund, I. F. & Poynter, A. 2014. Image-guided radiotherapy of the prostate using daily CBCT: the feasibility and likely benefit of implementing a margin reduction. British Journal of Radiology 87 (1044), 1-10.

Bissonnette, J., Catton, C. N., Gospodarowicz, M., Jaffray, D. A., Moseley, D. J., Rosewall, T., Sharpe, M. B., Siewerdsen, J. H., Warde, P., White, E. A. & Wiltshire, K. L. 2007. Comparison of localization performance with implanted fiducial markers and cone-beam computed tomography for on-line image-guided radiotherapy of the prostate. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics 67 (3), 942-953.

Bolesch, C., Dimmerling, P., Glanzmann, C., Kloeck, S., Lang, S., Najafi, Y., Oehler, C., Studer, G., Tini, A. & Zwahlen, D. R. 2014. PTV margin definition in hypofractionated IGRT of localized prostate cancer using cone beam CT and orthogonal image pairs with fiducial markers. Radiation Oncology 9 (1), 229–235.

Brinkmann, D. H., Brown, L. C., Fong de los Santos, L. E., Garces, Y. I., Grams, M. P., Mundy, D. W., Olivier, K. R., Pafundi, D. H. & Park, D. H. 2014. Analysis of automatic match results for cone-beam computed tomography localization of conventionally fractionated lung tumors. Practical Radiation Oncology 2014 (4), 35–42.

Broberg, M., Laakkonen, E. & Tähtinen, J. 2011. Tilastollisen aineiston käsittelyn ja tulkinnan perusteita. Turku: Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos ja Opettajankoulutuslaitos.

Bryant, J., Ivanova, T., Mitra, P., Mukhopadhyay, N., Murphy, M., Myers, M., Ramakrishnan, V., Sleeman, W., Weiss, E. & Wu, J. 2010. Clinical evaluation of soft tissue organ boundary visualization on cone-beam computed tomographic imaging. International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics 78 (3), 929-936.

Den, R. B., Dicker, A. P., Ohri, N., Showalter, T. N., & Zaorsky, N. G. 2013. Systematic review of hypofractionated radiation therapy for prostate cancer. Cancer treatment reviews 39 (7), 728-736.

Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. 7. uudistettu painos. Helsinki: Edita.

Heikkilä, V-P., Henttu, P., Kurttila, M. & Rouhiainen, S. 2015. Prostatapotilaiden kuvaus- ja toimenpideohje rektumin ongelmatilanteissa. Sisäinen lähde.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2013. Tutki ja kirjoita. 15.–17. painos. Helsinki: Tammi

Idänpää-Heikkilä, U., Mäkelä, M., Nordblad, A., Outinen, M. & Päivärinta, E. 2000. Laatukriteerit – Suuntaviivoja tekijöille ja käyttäjille. Stakes. Viitattu 29.05.2016, https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/75158/Aiheita20-2000.pdf?sequence=1.

Jaffray, D. A. 2008. IGRT in Prostate Cancer: Method and Application of Cone-Beam Computed Tomography. Teoksessa A. P. Dicker, D. A. Jaffray & R. K. Valicenti (toim.) Image-Guided Radiation Therapy of Prostate Cancer. New York, US: CRC Press, 95–102.

Joensuu, H., Kouri, M. & Ojala, A. 2002. Eturauhasen syöpä. Teoksessa H. Joensuu, M. Kouri, A. Ojala, M. Tenhunen & L. Teppo (toim). Kliininen sädehoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Joensuu, T., Kellokumpu-Lehtinen, P. & Tammela T. 2013. Eturauhassyöpä. Teoksessa V. Aalberg & H. Joensuu (toim.). Syöpätaudit. 5. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim. Viitattu 11.9.2017, http://www.oppiportti.fi/op/syt00545/do.

Jussila, A.-L., Kangas, A. & Haltamo, M. 2010. Sädehoitotyö. Helsinki: WSOYpro Oy.
Kananen, J. 2011. Kvantti: kvantitatiivisen opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Koskinen, S. K. & Suomalainen, A. 2013. Kartiokeilatietokonetomografia ja sen kliiniset sovellukset. Duodecim 129 (10), 1037-1043.

Koskinen-Ollonqvist, P., Parkkunen, N & Vertio, H. 2001. Terveysaineiston suunnittelun ja arvioinnin opas.

Kurttila, M. 2016a. Fyysikko, Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri, Oulun yliopistollinen sairaala, Medisiininen tulosalue, Syöpätautien ja hematologian vastuu-alue, Sädehoidon yksikkö. Keskustelu 12.5.2016. Tekijän hallussa.

Kurttila, M. 2016b. Fyysikko, Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri, Oulun yliopistollinen sairaala, Medisiininen tulosalue, Syöpätautien ja hematologian vastuu-alue, Sädehoidon yksikkö. Keskustelu 7.10.2016. Tekijän hallussa.

Kurttila, M. 2016c. Fyysikko, Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri, Oulun yliopistollinen sairaala, Medisiininen tulosalue, Syöpätautien ja hematologian vastuu-alue, Sädehoidon yksikkö. Keskustelu 15.12.2016. Tekijän hallussa.

Kurttila, M. 2016d. Fyysikko, Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri, Oulun yliopistollinen sairaala, Medisiininen tulosalue, Syöpätautien ja hematologian vastuu-alue, Sädehoidon yksikkö. Sähköpostiviesti 7.12.2016.

Kurttila, M. 2016e. Fyysikko, Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri, Oulun yliopistollinen sairaala, Medisiininen tulosalue, Syöpätautien ja hematologian vastuu-alue, Sädehoidon yksikkö. Henkilökohtainen tiedonanto 29.8.2017. Tekijän hallussa.

Kuula, A. 2011. Tutkimusetiikka: aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. 2. uudistettu painos. Tampere: Vastapaino.

Ruohonen, K. 2011. Tilastomatematiikka. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 21.5.2017, http://math.tut.fi/~ruohonen/TM.pdf.

Syöpärekisteri 2016. Yleisimmät syövät vuonna 2014, MIEHET. Viitattu 22.5.2016, http://stats.cancerregistry.fi/stats/fin/vfin0020i0.html.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Helsinki.

Van Herk, M. 2004. Errors and Margins in Radiotherapy. Seminars in radiation oncology 14 (1), 52-64.

Varian Mediacal Systems. 2007. On-Board Imager Confidence in tumor targeting. Viitattu 9.9.2017, https://www.varian.com/sites/default/files/resource_attachments/On-Board%20Imager%20Product%20Brief.pdf.

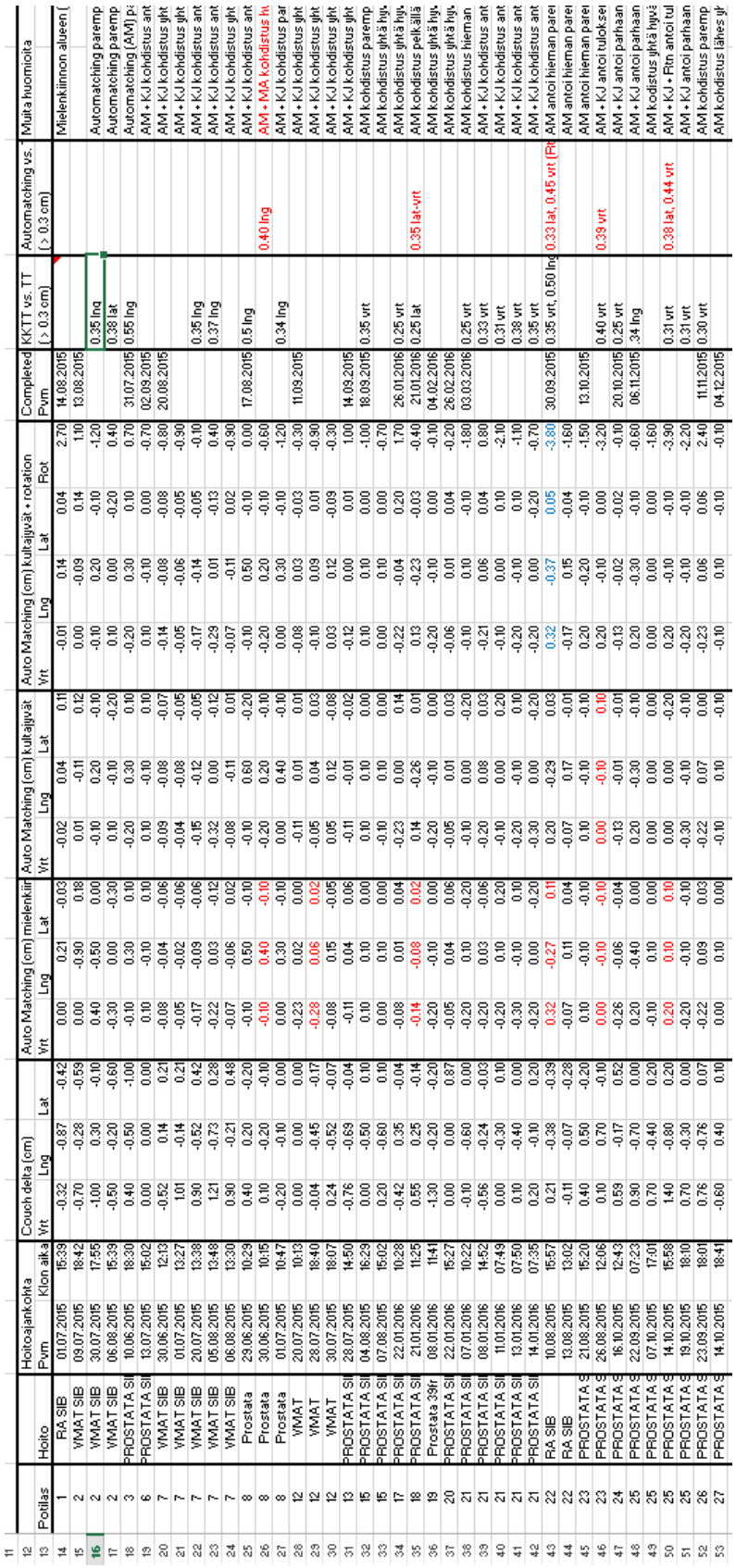
Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto 2003. Menetelmäopetuksen tietovaranto. Otos ja otantamenetelmät. Viitattu 30.1.2017, http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/otos/otantamenetelmat.html.

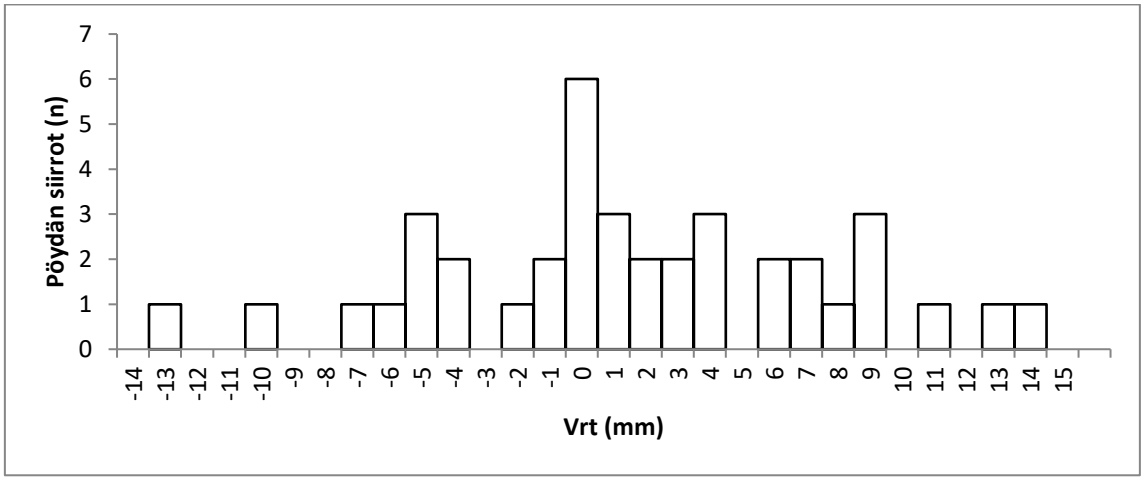
LIITTEET

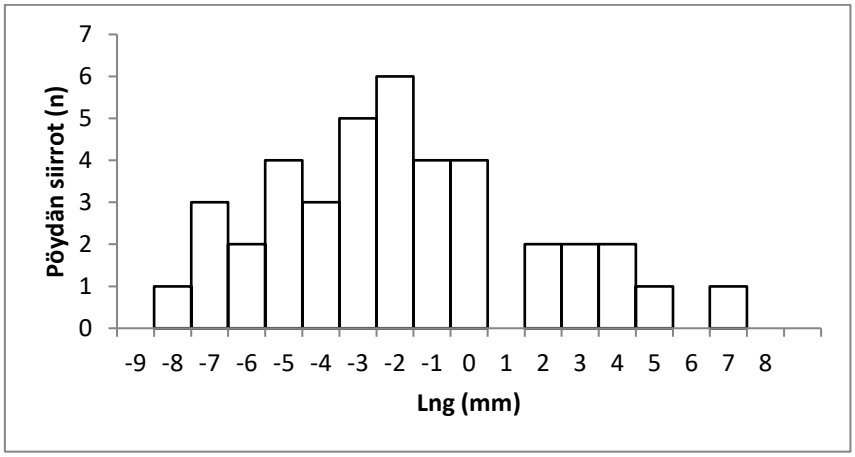
EXCEL-TAULUKKO

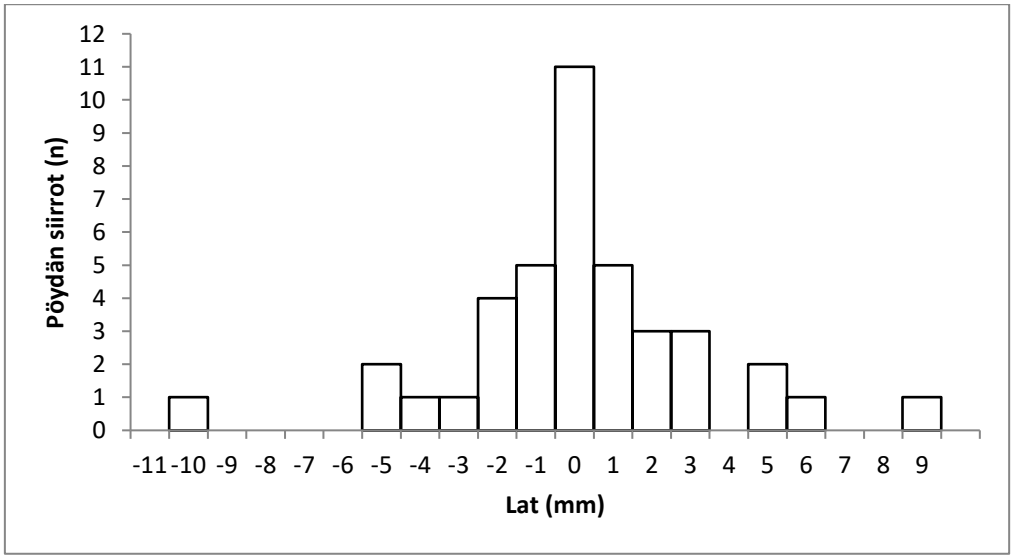
LIITE 1



			Hoitoajankohta		Couch delta (cm)			Auto Matching (cm) mielenkir			Auto Matching (cm) kultajyvät			Auto Matching (cm) kultajyvät + rotation			Completed	KKTT vs. TT	Automatching vs.	Muita huomioita
	Potilas	Hoito	Pvm	Klon aika	Vrt	Lng	Lat	Vrt	Lng	Lat	Vrt	Lng	Lat	Vrt	Lng	Lat	Rot	Pvm	(> 0.3 cm)	(> 0.3 cm)	Mielenkiinnon alueen (
14	1	RA SIB	01.07.2015	15:39	-0.32	-0.87	-0.42	0.00	0.21	-0.03	-0.02	0.04	0.11	-0.01	0.14	0.04	2.70	14.08.2015			
15	2	WMAT SIB	09.07.2015	18:42	-0.70	-0.28	-0.59	0.00	-0.90	0.18	0.01	-0.11	0.12	0.00	-0.09	0.14	1.10	13.08.2015			
16	2	WMAT SIB	30.07.2015	17:55	-1.00	0.30	-0.10	0.40	-0.50	0.00	-0.10	0.20	-0.10	-0.10	0.20	-0.10	-1.20		0.35 lng		
17	2	WMAT SIB	06.08.2015	15:39	-0.50	-0.20	-0.60	-0.30	0.00	-0.30	0.10	-0.10	-0.20	0.10	0.00	-0.20	0.40		0.38 lat		Automatching paremp
18	3	PROSTATA SII	10.06.2015	18:30	0.40	-0.50	-1.00	-0.10	0.30	0.10	-0.20	0.30	0.10	-0.20	0.30	0.10	0.70	31.07.2015	0.55 lng		Automatching paremp
19	6	PROSTATA SII	13.07.2015	15:02	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.10	0.10	0.10	-0.10	0.10	0.10	-0.10	0.00	-0.70	02.09.2015			Automatching (AM) pa
20	7	WMAT SIB	30.06.2015	12:13	-0.52	0.14	0.21	-0.08	-0.04	-0.06	-0.09	-0.08	-0.07	-0.14	-0.08	-0.08	-0.80	20.08.2015			AM + KJ kohdistus ant
21	7	WMAT SIB	01.07.2015	13:27	1.01	-0.14	0.21	-0.05	-0.02	-0.06	-0.04	-0.08	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.90				AM + KJ kohdistus yht
22	7	WMAT SIB	20.07.2015	13:38	0.90	-0.52	0.42	-0.17	-0.09	-0.06	-0.15	-0.12	-0.05	-0.17	-0.14	-0.05	-0.10		0.35 lng		AM + KJ kohdistus ant
23	7	WMAT SIB	05.08.2015	13:48	1.21	-0.73	0.28	-0.22	0.03	-0.12	-0.32	0.00	-0.12	-0.29	0.01	-0.13	0.40		0.37 lng		AM + KJ kohdistus ant
24	7	WMAT SIB	06.08.2015	13:30	0.90	-0.21	0.48	-0.07	-0.06	0.02	-0.08	-0.11	0.01	-0.07	-0.11	0.02	-0.90				AM + KJ kohdistus yht
25	8	Prostata	29.06.2015	10:29	0.40	0.20	-0.20	-0.10	0.50	-0.10	-0.10	0.60	-0.20	-0.10	0.50	-0.10	0.00	17.08.2015	0.5 lng		AM + KJ kohdistus ant
26	8	Prostata	30.06.2015	10:15	0.10	-0.20	-0.10	-0.10	0.40	-0.10	-0.20	0.20	-0.10	-0.20	0.20	-0.10	-0.60			0.40 lng	AM + MA kohdistus hi
27	8	Prostata	01.07.2015	10:47	-0.20	-0.10	0.00	0.00	0.30	-0.10	0.00	0.40	-0.10	0.00	0.30	-0.10	-1.20		0.34 lng		AM + KJ kohdistus par
28	12	VMAT	20.07.2015	10:13	0.00	0.00	0.00	-0.23	0.02	0.00	-0.11	0.01	0.01	-0.08	0.03	-0.03	-0.30	11.09.2015			AM + KJ kohdistus yht
29	12	VMAT	28.07.2015	18:40	-0.04	-0.45	-0.17	-0.28	0.06	0.02	-0.05	0.04	0.03	-0.10	0.09	0.01	-0.90				AM + KJ kohdistus yht
30	12	VMAT	30.07.2015	18:07	0.24	-0.52	-0.07	-0.08	0.15	-0.05	0.05	0.12	-0.08	0.03	0.12	-0.09	-0.30				AM + KJ kohdistus yht
31	13	PROSTATA SII	28.07.2015	14:50	-0.76	-0.69	-0.04	-0.11	0.04	0.06	-0.11	-0.01	-0.02	-0.12	0.00	0.01	1.00	14.09.2015			AM + KJ kohdistus yht
32	15	PROSTATA SII	04.08.2015	16:29	0.00	-0.50	0.10	0.10	0.10	0.00	0.10	0.10	0.00	0.10	0.10	0.00	-1.00	18.09.2015	0.35 vrt		AM kohdistus paremp
33	15	PROSTATA SII	07.08.2015	15:02	0.20	-0.60	0.10	0.00	0.10	0.00	-0.10	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	-0.70				AM kohdistus yhtä hyv
34	17	PROSTATA SII	22.01.2016	10:28	-0.42	0.35	-0.04	-0.08	0.01	0.04	-0.23	0.00	0.14	-0.22	-0.04	0.20	1.70	26.01.2016	0.25 vrt		AM kohdistus yhtä hyv
35	18	PROSTATA SII	21.01.2016	11:25	0.55	0.25	-0.14	-0.14	-0.08	0.02	0.14	-0.26	0.01	0.13	-0.23	-0.03	-0.40	21.01.2016	0.25 lat	0.35 lat-vrt	AM kohdistus pelkällä
36	19	Prostata 39hr	08.01.2016	11:41	-1.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	0.00	-0.20	-0.10	0.00	-0.20	-0.10	0.00	-0.10	04.02.2016			AM kohdistus yhtä hyv
37	20	PROSTATA SII	22.01.2016	15:27	0.00	0.00	0.87	-0.05	0.04	0.06	-0.05	0.01	0.03	-0.06	0.01	0.04	-0.20	26.02.2016			AM kohdistus yhtä hyv
38	21	PROSTATA SII	07.01.2016	10:22	-0.10	-0.60	0.00	-0.20	0.10	-0.20	-0.10	0.00	-0.20	-0.10	0.10	-0.10	-1.80	03.03.2016	0.25 vrt		AM kohdistus hieman
39	21	PROSTATA SII	08.01.2016	14:52	-0.56	-0.24	-0.03	-0.20	0.03	-0.06	-0.20	0.08	0.03	-0.21	0.06	0.04	0.80		0.33 vrt		AM + KJ kohdistus ant
40	21	PROSTATA SII	11.01.2016	07:49	0.00	-0.30	0.10	-0.20	0.10	0.20	-0.10	0.00	0.20	-0.10	0.00	0.10	-2.10		0.31 vrt		AM + KJ kohdistus ant
41	21	PROSTATA SII	13.01.2016	07:50	0.10	-0.40	0.00	-0.30	-0.10	0.10	-0.20	-0.10	0.10	-0.20	-0.10	0.10	-1.10		0.38 vrt		AM + KJ kohdistus ant
42	21	PROSTATA SII	14.01.2016	07:35	0.20	-0.10	0.20	-0.20	0.00	-0.20	-0.30	0.00	-0.20	-0.20	0.00	-0.20	-0.70		0.35 vrt		AM + KJ kohdistus ant
43	22	RA SIB	10.08.2015	15:57	0.21	-0.38	-0.39	0.32	-0.27	0.11	0.20	-0.29	0.03	0.32	-0.37	0.05	-3.80	30.09.2015	0.35 vrt, 0.50 lng	0.33 lat, 0.45 vrt (FR	AM antoi hieman parei
44	22	RA SIB	13.08.2015	13:02	-0.11	-0.07	-0.28	-0.07	0.11	0.04	-0.07	0.17	-0.01	-0.17	0.15	-0.04	-1.60				AM antoi hieman parei
45	23	PROSTATA S	21.08.2015	15:20	0.40	0.50	-0.20	0.10	-0.10	-0.10	0.10	-0.10	-0.10	0.20	-0.20	-0.10	-1.50	13.10.2015			AM antoi hieman parei
46	23	PROSTATA S	26.08.2015	12:06	0.10	0.70	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	0.00	-0.10	0.10	0.20	-0.10	0.00	-3.20		0.40 vrt	0.39 vrt	AM + KJ antoi tulok sei
47	24	PROSTATA S	16.10.2015	12:43	0.53	-0.17	0.52	-0.26	-0.06	-0.04	-0.13	-0.01	-0.01	-0.13	-0.02	-0.02	-0.10	20.10.2015	0.25 vrt		AM + KJ antoi parhaan
48	25	PROSTATA S	22.09.2015	07:23	0.90	-0.70	0.00	0.20	-0.40	0.00	0.20	-0.30	-0.10	0.20	-0.30	-0.10	-0.60	06.11.2015	.34 lng		AM + KJ antoi parhaan
49	25	PROSTATA S	07.10.2015	17:01	0.70	-0.40	0.20	-0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.60				AM kodistus yhtä hyvä
50	25	PROSTATA S	14.10.2015	15:58	1.40	-0.80	0.20	0.20	0.10	0.10	0.00	0.00	-0.20	0.20	-0.10	-0.10	-3.90		0.31 vrt	0.38 lat, 0.44 vrt	AM + KJ + Rtn antoi tul
51	25	PROSTATA S	19.10.2015	18:10	0.70	-0.30	0.00	-0.20	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	-0.10	-0.20	-0.10	-0.10	-2.20		0.31 vrt		AM + KJ antoi parhaan
52	26	PROSTATA S	23.09.2015	18:01	0.76	-0.76	0.07	-0.22	0.09	0.03	-0.22	0.07	0.00	-0.23	0.06	0.06	2.40	11.11.2015	0.30 vrt		AM kohdistus paremp
53	27	PROSTATA S	14.10.2015	18:41	-0.60	0.40	0.10	0.00	0.10	0.00	-0.10	0.10	-0.10	-0.10	0.10	-0.10	-0.10	04.12.2015			AM kohdistus lähes yh

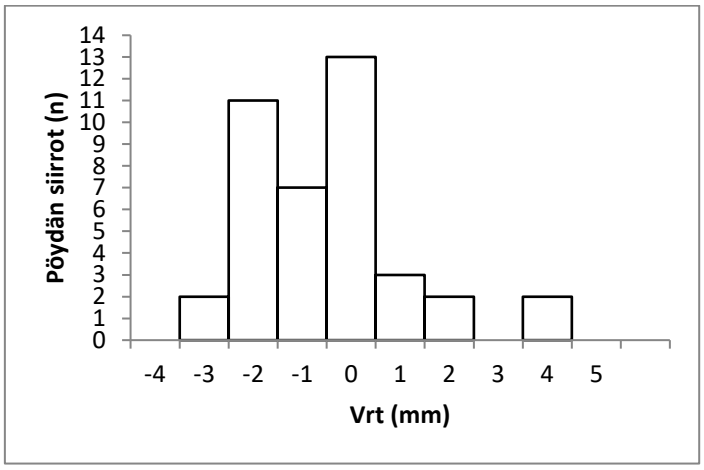

Pöydän siirrot (n)
0 1 2 3 4 5 6 7
-14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Vrt (mm)

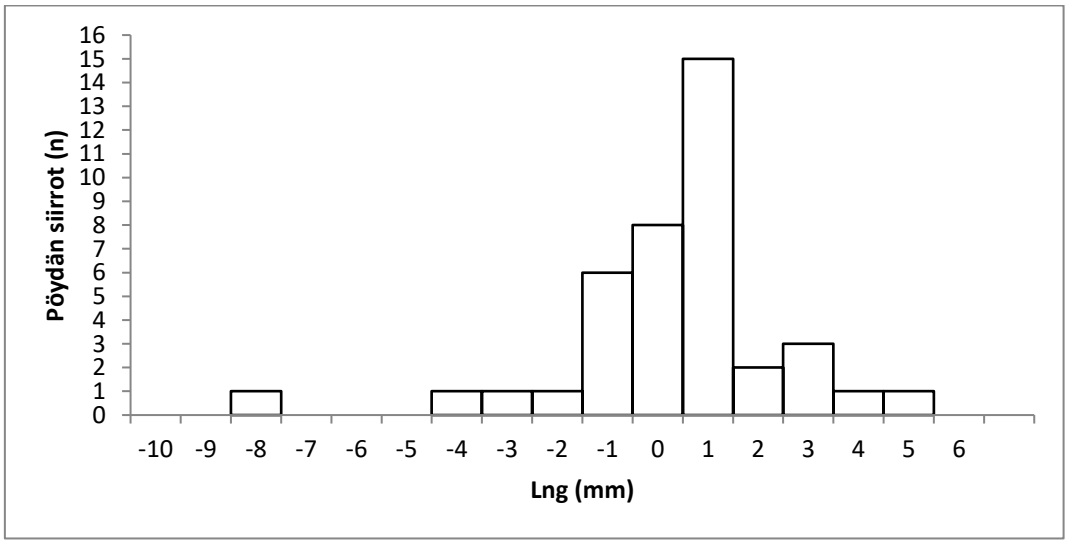

Pöydän siirrot (n)
0 1 2 3 4 5 6 7
-9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8
Lng (mm)

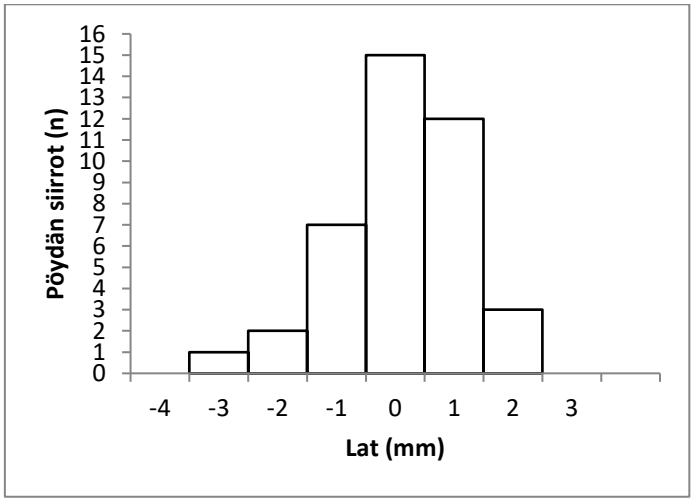

Pöydän siirrot (n)
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
-11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Lat (mm)

HISTOGRAMMIT AUTOMAATTISELLE KOHDISTUKSELLE LIITE 3

MIELENKIINNON ALUE RAJATTUNA







ESITESTAUSLOMAKE OPPAALLE: Kartiokeilatietokonetomografia-kuvauksen käyttö prostatahoidon kohdistamisessa

Alla on esitetty väittämiä oppaan ulkoasuun, sisältöön ja kieleen liittyen. **Ympyröi** vastausvaihtoehdoista (1–5) mielestäsi sopivin.

Toivon että vastaat myös lopussa oleviin avoimiin kysymyksiin.

Kiitos vastauksistasi! ☺

Vastausvaihtoehdot:

1 – Täysin eri mieltä
2 – Jokseenkin eri mieltä
3 – En osaa sanoa
4 – Jokseenkin samaa mieltä
5 – Täysin samaa mieltä

Ulkoasu

Kirjasintyyppi on yleisesti käytetty ja koko sopiva	1 2 3 4 5
Värien käyttö on loogista ja lisää oppaan selkeyttä	1 2 3 4 5
Kuvitus auttaa tekstin ymmärtämistä ja antaa lisäinformaatiota	1 2 3 4 5
Teksti ja kuvat on sommiteltu järkevästi	1 2 3 4 5

Sisältö

Asiat on esitetty johdonmukaisesti	1 2 3 4 5
Oppaasta löytyy kaikki olennaiset tiedot	1 2 3 4 5

Kieli

Käsitteitä on käytetty sopivasti ja ne ovat ymmärrettäviä	1 2 3 4 5
Lauserakenteet ovat selkeitä ja ymmärrettäviä	1 2 3 4 5

Avoimet kysymykset

Onko opas sinulle tarpeellinen – jos ei ole, niin miksi?

Onko sinulla oma menetelmä automaattisen kohdentamisen suorittamiseksi – jos on, niin minkälainen?

Ideoita tai korjausehdotuksia oppaan kehittämiseksi.

Taulukko TT-suunnittelu- ja KKTT-kohdistuskuvien kultajyvien välisistä eroista röntgenhoitajan tekemän kohdistuksen jälkeen ja automaattisen kohdistuksen suorittamista siirroista (MA = mielenkiinnon alue, KJ = mielenkiinnon alue ja kultajyvät sekä KJR = KJ sekä pöydän kierto))

Potilas	KKTT-kuvaus	Ero röntgenhoitajan kohdistukseen (etäisyys (mm) ja suunta)	Autom. kohdistus		Havainto
			Kohdistustapa/-tavat	Siirto (mm) ja suunta/suunnat	
2	1	< 3	MA	-9.0 lng	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. Peräsuolessa ilmaa ja ulostetta, joka ei näytä liikuttavan eturauhasta. Potilas on hieman kiertynyt (< 3°) lng-akselin suhteen vastapäivään aksiaalileikekuvassa.
2	2	3.5 lng	MA	4.0 vrt ja -5.0 lng	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. Peräsuolessa ilmaa ja ulostetta, joka ei näytä liikuttavan eturauhasta. Potilas on hieman kiertynyt (< 3°) lng-akselin suhteen vastapäivään aksiaalileikekuvassa. Lng-suunnan asettelussa hieman epätarkkuutta.
2	3	3.8 lat	MA	-3.0 vrt ja -3.0 lat	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. Peräsuolessa ilmaa ja ulostetta, joka ei näytä liikuttavan eturauhasta. Potilas on hieman kiertynyt (< 3°) lng-akselin suhteen vastapäivään aksiaalileikekuvassa.
3	1	5.5 lng	Kaikilla kohdistustavoilla	3.0 lng	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. Peräsuolessa runsaasti ilmaa ja peräsuoli menee PTV:n sisäpuolelle.
7	3	3.5 lng	-	-	TT-suunnittelukuvassa suolessa ilmaa ja ulostetta. KKTT-kuvassa ilma on prostatan yläpuolella. Potilas on aseteltu hieman alemmas kuin TT-kuvassa. Koronaalisuunnan kuvassa eturauhanen kiertyy vastapäivään potilaan lantion mukana.
7	4	3.7 lng	KJ ja KJR	-3.2 vrt ja -2.9 vrt	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. TT-suunnittelukuvassa on suolessa ulostetta enemmän kuin KKTT-

					kuvassa. Potilas on hieman kiertynyt (< 3°) lng-akselin suhteen vastapäivään aksiaalileikekuvassa.
8	1	5.0 lng	Kaikilla kohdistustavoilla	5.0 lng, 6.0 lng ja 5.0 lng	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. Peräsuolessa on vain vähän täytettä, joka ei näytä liikuttavan eturauhasta. Potilaan asettelu lng-suunnassa ei ole kohdillaan. Olisiko potilas mahdollisesti liikkunut?
8	2	< 3	MA	4.0 lng	Kultajyvät hyvin kohdillaan kV-kV-kuvissa. Potilaan asettelu lng-suunnassa ei ole ihan kohdillaan. Peräsuolessa on runsaasti ulostetta. Lonkkaproteesit aiheuttavat artefaktaa. Manuaalisesti kohdistamalla saadaan hyvä tulos.
8	3	3.4 lng	Kaikilla kohdistustavoilla	3.0 lng, 4.0 lng ja 3.0 lng	Kultajyvät hyvin kohdillaan kV-kV-kuvissa. Peräsuolessa ulostetta ja ilmaa. Potilaan asettelu lng-suunnassa ei ole ihan kohdillaan. Potilas on hieman kiertynyt vastapäivään aksiaalileikekuvissa.
15	1	3.5 vrt	-	-	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. Potilas on hieman kiertynyt (< 3°) lng-akselin suhteen vastapäivään aksiaalileikekuvissa.
21	2	3.3 vrt	Kaikilla kohdistustavoilla	(-2.0 … -2.1 vrt)	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. TT-suunnittelukuvassa ilmaa peräsuolessa prostatan kohdalla. Vaikuttaa siltä, että ilman vuoksi eturauhanen kiertyy myötäpäivään TT-sagittaalileikekuvissa verrattuna KKTT-kohdistuskuvaan.
21	3	3.1 vrt	Kaikilla kohdistustavoilla	(-1.0 … -2.0 vrt)	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. Potilas on kiertynyt (< 3°) lng- ja vrt-akselin suhteen myötäpäivään aksiaali- ja koronaalileikekuvissa.
21	4	3.8 vrt	MA	-3.0 vrt	KKTT-kuvissa potilaalla ilmaa peräsuolessa (ylhäällä ennen eturauhasta). TT-suunnittelukuvissa ilma on eturauhasen kohdalla.
21	5	3.5 vrt	KJ	-3.0 vrt	TT-suunnittelukuvissa peräsuolessa on ilmaa eturauhasen kohdalla.
22	1	3.5 vrt ja 5.0 lng	MA ja KJR	3.2 vrt (MA) sekä 3.2 vrt ja -3.7 lng (KJR)	Kultajyvät eivät ole aivan kohdillaan kV-kV-kohdistuksessa. Rakko on suurempi KKTT-kohdistuskuvissa kuin TT-suunnittelukuvissa. Potilaan asettelu lng-suunnassa ei ole kohdillaan. KKTT-kuvissa peräsuolessa on ilmaa ja ulostetta. Kultajyvistä aiheutuu arte-

					faktaa. Potilas on kiertynyt (< 3°) lng-akselin suhteen myötäpäivään aksiaalileikekuvissa.
23	2	4.0 vrt	-	-	KKTT-kuvissa peräsuolessa on ilmaa ja ulostetta eturauhasen kohdalla, joka painaa yhtä kultajyvää vrt-suunnassa. Artefaktaa yhden kultajyvän vieressä.
25	1	3.4 lng	Kaikilla kohdistustavoilla	-4.0 lng, -3.0 lng ja -3.0 lng	Kultajyvät hyvin kohdillaan kV-kV-kuvissa. KKTT-kuvissa virtsarakko on pienempi kuin TT-suunnittelukuvissa. TT-suunnittelukuvissa ilmaa ja ulostetta peräsuolessa.
25	3	3.1 vrt	-	-	Peräsuolessa on paljon ulostetta KKTT-kohdistuskuvissa. KKTT-kuvissa kultajyvät sijaitsevat ”eri paikoissa” kuin TT-suunnittelukuvissa. Peräsuoli tulee hoitoalueen sisälle kohdistuksen kultajyviin ollessa kohdillaan.
25	4	3.1 vrt	KJ	-3.0 vrt	KKTT-kohdistuskuvissa on ilmaa ja ulostetta peräsuolessa eturauhasen kohdalla, mikä nostaa eturauhasta KKTT-aksiaalileikekuvissa. Potilas on aseteltu alemmas kuin TT-suunnittelukuvassa.
26	1	3.0 vrt	Kaikilla kohdistustavoilla	(-2.3 … -2.2 vrt)	Kultajyvät kohdillaan kV-kV-kuvissa. Peräsuolessa on runsaasti ulostetta eturauhasen kohdalla, mikä nostaa eturauhasta KKTT-aksiaalileikekuvissa. Potilas on aseteltu alemmas kuin TT-suunnittelukuvassa. Potilas on myös lng-suunnassa alempana KKTT-kuvissa kuin TT-suunnittelukuvissa.