

Opinnäytetyö AMK

Radiografia ja sädehoito

2020

Linda Halonen & Karoliina Kettu

# ETURAUHASSYÖVÄN KUVANTAOHJATTU SÄDEHOITO

– ihomerkkien tarpeellisuus hoidon  
kohdistamisessa

Linda Halonen & Karoliina Kettu

# ETURAUHASSYÖVÄN KUVANTAOHJATTU SÄDEHOITO

- ihomerkkien tarpeellisuus hoidon kohdistamisessa

Eturauhassyöpä on yleisin miesten syöpä, jonka hoito suunnitellaan potilaskohtaisesti. Eturauhassyövän hoitomuotoja ovat leikkaus-, säde- ja hormonihoito tai näiden yhdistelmä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään sädehoitoon ja erityisesti potilaan asettelun toistettavuuteen. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kuvantaohjatusti sädehoidettujen eturauhassyöpäpotilaiden asettelun toistettavuutta suunnittelukuvauksen ja hoidon välillä. Tavoitteena on kehittää hoidon laatua ja turvallisuutta.

Käytetty aineisto kerättiin sädehoidon hoidonvarmistusjärjestelmään tallentuneista potilaskohtaisista siirtoja kuvaavista tiedoista. Potilassiirtojen suuruutta suhteessa sisäisiin markkereihin tarkasteltiin suunnittelukuvauksen osalta sekä potilaan viiden ensimmäisen hoitokerran osalta korkeus (vrt)-, pituus (Ing)- ja poikittaissuunnassa (lat) sekä hoitopöydän kierron asteena (rot). Kaikkien suuntien siirroista (cm) laskettiin minimi- ja maksimiarvot, mediaani, keskiarvot ja keskihajonnat. Aineisto analysoitiin kuvailevan tilastotieteen menetelmillä.

Tulosten perusteella pääasiassa suurimmat siirrot tapahtuivat korkeussuunnassa, toiseksi suurimmat pituussuunnassa ja pienimmät siirrot tapahtuivat poikittaissuunnassa. Rotaatiossa tapahtui suuria siirtoja, mutta ne sijoittuivat pääasiassa ensimmäiselle hoitokerralle, jonka jälkeen siirrot olivat pienempiä.

Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan päätellä, että huolimatta tarkasta asettelusta ulkoisten ihomerkkien avulla, tapahtuu potilaskohtaisia hoitopöydän siirtoja jokaisella hoitokerralla. Sädehoidon kuvantaohjaus osoittautuu tarpeelliseksi ja tärkeäksi menetelmäksi hoidon kohdistamisen ja sen osuvuuden varmistamisessa. Ulkoisten ihomerkkien käyttö ei siis yksinään takaa asettelun toistettavuutta. Mahdollisia keinoja asettelun toistettavuuden parantamiseksi voisivat olla hoitopöytään kiinnitettävät fiksaatiot, joiden avulla potilas asettuisi samaan kohtaan hoitopöydällä jokaisella hoitokerralla.

Jatkotutkimusaiheena voisi tutkia eturauhassyöpäpotilaiden kuvantaohjatun sädehoidon potilaskohtaisten hoitopöydän siirtojen suuruutta ilman asettelussa käytettäviä ulkoisia ihomerkkejä. Asettelun apuna voisi sen sijaan käyttää hoitopöytään kiinnitettäviä fiksaatioita. Näitä tuloksia voisi vertailla tässä työssä saatuihin tuloksiin.

ASIASANAT:

eturauhassyöpä, kuvantaohjattu sädehoito, ihomerkit, sisäiset markerit, hoidon osuvuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Radiography and radiotherapy

2020 | 57 pages, 5 pages in appendices

Linda Halonen & Karoliina Kettu

# IMAGE GUIDED RADIOTHERAPY OF PROSTATE CANCER

- the necessity of skin marks used targeting the treatment

Prostate cancer is the most common cancer in men and the treatment of the patient is planned individually. The different forms of treatment of prostate cancer are surgery, radiotherapy, hormone therapy or the combination of them. The focus in this thesis is on radiotherapy and especially on the repeatability of positioning the patient. The purpose of this thesis is to review the repeatability of positioning between planning imaging and radiotherapy treatment of patients treated with image guided radiotherapy of prostate cancer. The goal of this thesis is to develop the quality and safety of treatment.

Research material was collected from the treatment assurance system of the radiotherapy outpatient clinic. The radiotherapy table movements were compared to fiducial markers inside patient's prostate in three different directions: vertical, longitudinal and lateral. Table rotation was also measured. Minimum, maximum, median, mean and standard deviation was calculated from every table movement in every direction (centimeter, cm). The material of the thesis was analysed with descriptive statistical methods.

According to the results the maximum values of movements were in vertical direction. Second-largest values of movements were in longitudinal direction and the smallest were in lateral direction. Table rotation was largest in the first treatment. After the first treatment rotation was fairly low.

On the basis of this study it can be deduced that despite careful patient positioning with skin marks table movements are needed in every treatment. Image guided radiotherapy proves to be essential in targeting and ensuring treatment into the right place. It can also be deduced that skin marks do not guarantee repeatability of patient positioning. Possible other ways to enhance the repeatability of patient positioning could be fixations that are attached to the treatment table. These can help the patient settle in the same place on the table in every treatment.

Further research could study image guided radiotherapy of prostate cancer and measure the table movements of patients that do not have skin marks. Fixations attached to the treatment table could be used in positioning. The results could be compared to the results of this thesis.

## KEYWORDS:

prostate cancer, image guided radiotherapy, skin marks, fiducial markers, relevancy of treatment

# SISÄLTÖ

<b>SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>9</b>
<b>2 ETURAUHASSYÖPÄ JA SEN HOITAMINEN</b>	<b>11</b>
<b>3 ETURAUHASSYÖVÄN KUVANTAOHJATTU SÄDEHOITO</b>	<b>15</b>
3.1 Potilaan sädehoitopolku	15
3.1.1 Suunnittelukuvaus ja potilaan hoitopöydän siirrot	16
3.1.2 Sädehoidon suunnitelma	20
3.1.3 Annossuunnittelu	21
3.2 Eturauhassyövän sädehoidossa käytettävät hoitotekniikat	22
3.3 Sädehoidon kohdistus kuvantaohjauksen avulla	23
3.4 Hoitopöydän siirrot kuvantaohjatussa sädehoidossa	25
<b>4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET</b>	<b>28</b>
<b>5 AINEISTON KERÄÄMINEN JA ANALYYSI</b>	<b>29</b>
<b>6 TULOKSET</b>	<b>31</b>
6.1 Potilaskohtaisten hoitopöydän siirtojen suuruus suhteessa sisäisiin markkereihin tilanteessa, jossa potilas asetellaan ulkoisten ihomerkkien avulla	31
6.2 Eri suuntien siirtojen vaihtelun suuruudet käytettäessä eri kuvantamistapoja	36
6.3 Eri suuntien siirtojen vaihtelun suuruudet eri hoitokertojen välillä	43
<b>7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>50</b>
7.1 Tulosten tarkastelu	50
7.2 Luotettavuus	51
7.3 Eettisyys	52
7.4 Loppuyhteenveto ja jatkotutkimusaiheet	53
<b>LÄHTEET</b>	<b>55</b>

## LIITTEET

Liite 1. Lomake potilaan suunnittelukuvauksessa tehtyjen hoitopöydän siirtojen kirjaamista varten.

Liite 2. Lomake potilaan sädehoitokerroilla tehtyjen hoitopöydän siirtojen kirjaamista varten.

Liite 3. Kruskall-Wallis testi.

## KUVAT

Kuva 1. Eturauhasen anatomia.	12
Kuva 2. Potilaan sädehoitopolku.	16
Kuva 3. Magneettikuvauspöytä ja asetteluvälineet.	18
Kuva 4. Ulkoiset ihomerkit.	19
Kuva 5. Kliininen kohdealue: GTV, CTV & PTV.	21
Kuva 6. Kuvantaohjatun sädehoidon kohdistus (RH = röntgenhoitaja, SH-laite = sädehoitolaite).	24
Kuva 7. Ulkoiset laservalot.	25
Kuva 8. Tietokoneohjastusti tehdyt hoitopöydän siirrot eri suunnissa.	26

## KUVIOT

Kuvio 1. Vertikaalisuunnan siirtojen suuruus eri hoitokerroilla (150 havaintoa).	31
Kuvio 2. Longitude-suunnan siirtojen suuruus eri hoitokerroilla (150 havaintoa).	33
Kuvio 3. Lateraalisuunnan siirtojen suuruus eri hoitokerroilla. (150 havaintoa).	34
Kuvio 4. Rotaatio-suunnan siirtojen suuruus eri hoitokerroilla (150 havaintoa).	35
Kuvio 5. Siirtojen suuruudet MRI-suunnittelukuvauksessa (90 havaintoa).	37
Kuvio 6. Siirtojen suuruudet ensimmäisen hoitokerran CBCT-kuvissa (104 havaintoa).	39
Kuvio 7. Siirtojen suuruudet koko potilasjoukolta kV-kuvissa (496 havaintoa).	40
Kuvio 8. Kaikkien hoitokertojen hoitopöydän siirrot eri suunnissa (600 havaintoa).	42
Kuvio 9. Ensimmäisen hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).	44
Kuvio 10. Toisen hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).	45
Kuvio 11. Kolmannen hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).	46
Kuvio 12. Neljännen hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).	47
Kuvio 13. Viidennen hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).	48

## TAULUKOT

Taulukko 1. TyksLabin viitearvot kohonneelle PSA-arvolle ikäryhmittäin (Tyks laboratoriot 2019).	13
Taulukko 2. Vertikaalisuunnan siirtojen keskihajonta eri hoitokerroilla.	32

Taulukko 3. Longitude-suunnan siirtojen keskihajonta eri hoitokerroilla.	33
Taulukko 4. Lateraalisuunnan siirtojen keskihajonta eri hoitokerroilla.	35
Taulukko 5. Rotaatiosuunnan siirtojen keskihajonta eri hoitokerroilla.	36
Taulukko 6. Siirtojen keskihajonta MRI-suunnittelukuvauksessa koko aineistossa.	38
Taulukko 7. Siirtojen suuruudet ensimmäisen hoitokerran CBCT-kuvissa (130 havaintoa).	39
Taulukko 8. Koko potilasjoukon siirtojen keskihajonta kV-kuvissa.	41
Taulukko 9. Koko potilasjoukon kaikkien hoitokertojen siirtojen keskihajonta.	42
Taulukko 10. Ensimmäisen hoitokerran siirtojen keskihajonta eri suunnissa.	44
Taulukko 11. Toisen hoitokerran siirtojen keskihajonnat eri suunnissa.	45
Taulukko 12. Kolmannen hoitokerran potilassiirtojen keskihajonnat eri suunnissa.	46
Taulukko 13. Neljännen hoitokerran potilassiirtojen keskihajonnat eri suunnissa.	47
Taulukko 14. Viidennen hoitokerran potilassiirtojen keskihajonnat eri suunnissa.	48

# SANASTO

Biopsia	kudosnäyte
CBCT	kartiokeilatomografia
CTV	clinical target volume, kasvaimen mikroskooppinen levinneisyystilavuus
Dorsaalinen	selän puoleinen
Fiksaatio	hoitopöydällä käytettävä apuväline, jonka tarkoitus on saada potilas samaan asentoon jokaisella hoitokerralla
Fraktiointi	sädehoitokertojen rytmitys
GTV	gross tumor volume, makroskooppinen kasvainalue
IGRT	image guided radiotherapy, kuvantaohjattu sädehoito
Isosentri	kuvaus- tai hoitoalueen keskipiste
Kaudaalinen	jalkojen puoleinen
Kraniaalinen	pään puoleinen
kV-kuva	tasoröntgenkuva
Lateraalisuunta (lat)	poikittaissuunta
Longitude-suunta (Ing)	pituuksuunta
MLC	moniliuskainen keilarajain
MRI	magneettikuvantaminen
PET-TT	positroniemissiotomografia
PSA	prostataspesifinen antigeeni, eturauhassolujen tuottama valkuaisaine
Pseudo-TT	magneettikuvan tiheysarvojen avulla luotu synteettinen TT-kuva
PTV	planning target volume, sädehoidon suunnittelukohdetilavuus
Rotaatio (rot)	hoitopöydän kiertoaste
TT	tietokonetomografia
Ventraalinen	vatsan puoleinen
Vertikaalisuunta (vrt)	korkeussuunta
VMAT	volymetric-modulated arc therapy, volymetrinen kaarihoitotekniikka

2D

kaksiulotteinen

3D

kolmiulotteinen



# 1 JOHDANTO

Eturauhassyöpä on yleisin miesten syöpä, jonka hoito suunnitellaan potilaskohtaisesti. (Eturauhassyöpä: Käypä hoito-suositus, 2014). Tässä opinnäytetyössä keskitytään sädehoitoon ja erityisesti potilaan asettelun toistettavuuteen. Eturauhassyövän hoitomuotoja ovat leikkaus-, säde- ja hormonihoito tai näiden yhdistelmä.

Eturauhasen sädehoidon suunnittelukuvaus tehdään Turun Yliopistollisen Keskussairaalan (Tyks) sädehoitopoliklinikalla ensisijaisesti magneettikuvauksella. Suunnittelukuvaus potilaalle tatuoidaan ulkoiset ihomerkit. Tämän jälkeen lääkäri piirtää hoitoalueen, röntgenhoitaja tekee annossuunnittelun ja sairaalafyysikko hyväksyy suunnitelman. Eturauhassyövän hoito toteutetaan kuvantaohjatusti (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020). Hoitoasento on sama kuin suunnittelukuvaus asento, ja potilas asetellaan ihomerkkien ja hoituhuoneen laservalon avulla (Palva, Rosenberg & Saarilahti 2015). Huolellinen suunnittelu yhdessä päivittäisellä hoidon varmennuksella hoitokoneella takaavat hoidon osuvuuden (Wright 3.4.2020).

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kuvantaohjatusti sädehoidettujen eturauhassyöpäpotilaiden (n=30) asettelun toistettavuutta suunnittelukuvaus ja hoidon välillä. Tavoitteena on kehittää hoidon laatua ja turvallisuutta. Opinnäytetyössä selvitetään potilaskohtaisten päivittäisten hoitopöydän eri suuntien siirtojen suuruudet sekä missä suunnassa siirtojen vaihtelu on suurinta.

Tässä opinnäytetyössä käytetty aineisto kerättiin sädehoidon hoidonvarmistusjärjestelmään tallentuneista potilaskohtaisista siirtoja vastaavista tiedoista. Potilassiirtojen suuruutta suhteessa sisäisiin markkereihin tarkasteltiin suunnittelukuvaus osalta sekä potilaan viiden ensimmäisen hoitokerran osalta korkeus (vrt)-, pituus (lng)- ja poikittaisuunnassa (lat) ja hoitopöydän kierron asteena (rot). Kaikkien suuntien siirroista (cm) laskettiin minimi- ja maksimiarvot, mediaani, keskiarvot ja keskihajonnat. Aineisto analysoitiin kuvailevan tilastotieteen menetelmillä.

Tulosten perusteella voidaan pohtia mahdollisuutta toteuttaa sädehoito ilman potilaan iholle tatuoitavia ihomerkkejä. Tulokset hoitopöydän siirtojen suuruuksista antavat tärkeää tietoa potilaan asettelusta, asettelun toistettavuudesta sekä kuvantaohjauksisen sädehoidon käyttämisen tärkeydestä. Tulosten perusteella seuraavana tutkimuskoh-

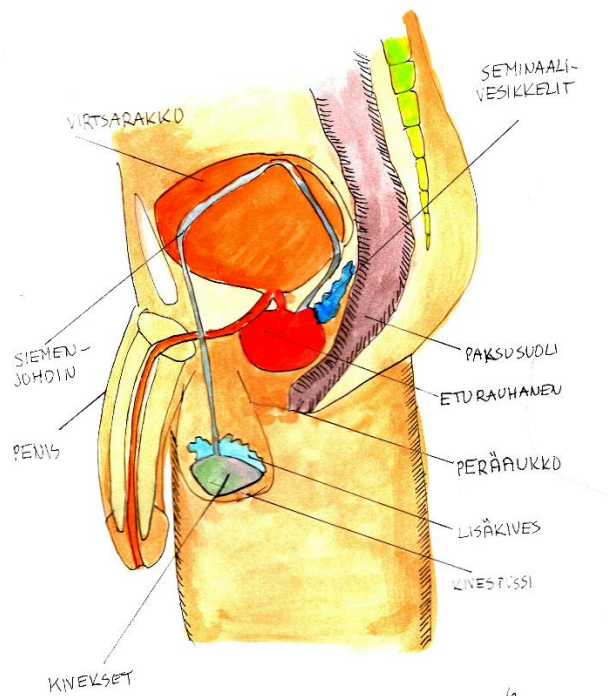
teena voisi olla suunnittelukuvaus ja sädehoidon toteuttaminen potilaille, jotka aseteltaisiin ilman ulkoisia ihomerkkejä. Hoitopöydän siirrot voisi kerätä samalla tavalla kuin tässä opinnäytetyössä. Näin tämän opinnäytetyön tuloksia voitaisiin hyödyntää vertaamalla näitä tuloksia toisiinsa.

Hoidon kohdistamisesta kuvantaohjausjärjestelmän avulla ilman ihomerkkejä löytyy melko vähän aiempaa tutkittua tietoa. Tutkimusten fokus oli enemmän sisäisten markkereiden hyödyissä. Tutkimuksissa toistui samankaltaiset teemat. Sisäiset markkerit ovat välttämättömät, jotta nähdään eturauhasen päivittäinen liikkuminen peräsuolen ja rakon täyttöasteen muutosten mukaan. Sädehoidon laadukas toistaminen vaatii hoidon kohdistamista kuvantaohjatusti sisäisiin markkereihin. Pienikin liike voi aiheuttaa sen, että osa kohteesta jää korkean annoksen ulkopuolelle. (Moreau ym. 2017.) Sisäisten markkereiden tarpeellisuus hoidon kohdistamisessa on selvää, mutta ulkoisten ihomerkkien luotettavuus vähäistä, vaikka niistä on hyötyä yhdessä sisäisten markkereiden kanssa (O'Neill, Jain, Hounsell & O'Sullivan 2016).

## 2 ETURAUHASSYÖPÄ JA SEN HOITAMINEN

Syövän esiintyvyyden tuoreimmat tilastot ovat vuodelta 2017. Sinä vuonna Suomessa todettiin 34 261 uutta syöpää. Eturauhassyöpä oli miesten yleisin syöpä. Vuonna 2017 miesten uusia syöpätapauksia todettiin 17 887. Näistä eturauhassyöpätapauksia oli 30% eli 5 446 tapausta. Eturauhassyöpä oli myös toiseksi eniten kuolemia aiheuttava syöpä. Siihen kuoli 912 miestä vuoden 2017 aikana. (Suomen Syöpärekisteri 2019.) Eturauhassyövän riskiä lisäävät runsas rasvan käyttö, lihavuus sekä tupakointi. Riskiä voi myös lisätä suurentunut testosteronipitoisuus. (Saarelma 2020.)

Syöpäjärjestöt (2020) sivuston mukaan ”eturauhanen on miesten sukupuolirauhanen, joka sijaitsee virtsarakon alapuolella peräsuolen edessä (Kuva 1). Se on noin luumun kokoinen ja 20 grammaa painava elin. Se ympäröi osittain virtsaputkea, joka kuljettaa virtsan rakosta elimistön ulkopuolelle.” Eturauhasen sisällä kulkee virtsaputken alkuosa virtsarakosta alaspäin. Eturauhasen yläpuolella olevat rakkularauhaset tuottavat suurimman osan siemennesteen nestemäisestä osasta. Siittiöt muodostuvat kiveksissä ja erektiota säätelevät eturauhasen pinnalla olevat hermot. (Terveyskylä 2018.) Eturauhassolut tuottavat valkuaisainetta eli prostataspesifistä antigeeniä (PSA), jota löytyy pieniä määriä veriplasmasta. Plasman PSA-pitoisuus kasvaa eturauhasen suurenemisen ja eturauhassyövän yhteydessä. (Eskelinen 2017.)



Kuva 1. Eturauhasen anatomia.

Eturauhassyövän ensioireet ja eturauhasen liikakasvun oireet ovat pääasiassa samantlaisia. Näiden kahden erona on, että liikakasvuoireet kehittyvät syöpäoireita hitaammin. Yleisimpiä ilmeneviä oireita ovat virtsaamishäiriöt, tarve virtsata useammin sekä tulehdukset virtsateissä. Syöpäoireena saattaa esiintyä verta virtsassa sekä siemennesteessä. Syöpä ei välttämättä oireile ollenkaan ennen kuin se on lähettänyt etäpesäkkeitä luustoon, jolloin taudin ensioireita saattavat olla esimerkiksi luustokipu tai poikkeava murtuma luussa. (Saarelma 2020.) Kipu tuntuu yleensä alaselässä, lantiossa tai lonkkien alueella. Myös anemia ja yleinen heikkous ovat levinneen eturauhassyövän oireita. (Syöpäjärjestöt 2020.)

Jos potilaalla epäillään eturauhassyöpää, tutkitaan tämä perusteellisesti. Tärkeimpiä tutkimuksia ovat eturauhasen tunnustelu, koepalan ottaminen, PSA-arvon mittaaminen sekä magneettitutkimus. Eturauhasen tunnustelu on mahdollista suorittaa peräsuolen

kautta. Näin pystytään arvioimaan eturauhasen koostumus, lohkojen koot sekä mahdolliset kyhmyt. Tunnustelussa huomattu epätavallinen kyhmyisyys, kiinteys tai kovuus voivat olla merkki eturauhassyövästä. Mikäli eturauhasen tunnustelussa ilmenee normaalia poikkeavia löydöksiä tai PSA-arvot ovat poikkeavat suhteessa viitearvoihin, eturauhasesta otetaan neulalla kudoksenäyte eli biopsia. Eturauhassyövän diagnostiikassa käytetään myös magneettikuvantamista, jonka avulla koepalat voidaan kohdistaa suoraan epäilyjä aiheuttavaan kohteeseen sekä arvioida myös paikallista levinneisyyttä. (Syöpäjärjestöt 2020.)

Eturauhassyövän toteamisessa sekä hoitotuloksen seurannassa tärkeä laboratoriotutkimus on PSA-arvon mittaaminen (Taulukko 1). PSA-arvon kasvaessa kasvaa myös syövän riski. Korkea PSA-arvo ei kuitenkaan aina tarkoita syöpää, joten pelkästään tämän arvon perusteella ei eturauhassyöpää voi diagnosoida. Alhainen PSA-arvo ei 100%:n varmuudella sulje syövän mahdollisuutta pois, sillä joissain tapauksissa syöpäsolut eivät tuota tavallista enempää PSA-proteiinia vereen. Eturauhassyöpäpotilaan korkean PSA-arvon normalisoituminen on osoitus hoidon tehoamisesta. (Eskelinen 2017.)

Taulukko 1. TyksLabin viitearvot kohonneelle PSA-arvolle ikäryhmittäin (Tyks laboratoriot 2019).

Ikä	PSA-arvo
miehet yli 70v	<6.5 µg/l
miehet 60-70v	<4.5 µg/l
miehet 50-60v	<3.5 µg/l
miehet 40-50v	<2.5 µg/l

Eturauhassyöpään on useita erilaisia hoitovaihtoehtoja, jotka määräytyvät yksilöllisesti syövän aggressiivisuuden ja sen levinneisyyden, potilaan iän, muiden sairauksien, yleiskunnon sekä potilaan omien toiveiden ja mielipiteiden perusteella. Eturauhassyöpä saattaa olla hitaasti etenevä eikä se aiheuta mitään oireita, jolloin hoitoa ei välttämättä tarvita. (Syöpäjärjestöt 2020.) Pienen riskin potilaita voidaan seurata aktiivisesti PSA-kokeiden, lääkärintarkastusten ja säännöllisten biopsioiden avulla (Eturauhassyöpä: Käypä hoitosuositus, 2014).

Paikalliseen eturauhassyöpään ensisijainen parantava hoitomuoto on radikaali leikkaus eli prostatektomia tai sädehoito. Hoito voidaan toteuttaa joko ulkoisena tai sisäisenä sädehoitona, riippuen tapauksesta. Levinnyttä tautia ei voida parantaa, jolloin tavoitteena on hidastaa taudin etenemistä ja parantaa potilaan elämänlaatua. Kohtalaisen ja korkean uusiutumiskisriskin eturauhassyövän liitännäishoitona on ennen sädehoitoa alkava ja sen jälkeen jatkuva hormonaalinen eli endokriininen hoito. Sen tarkoituksena on tehostaa sädehoidon vaikutusta estäen solujen vaurionkorjausmekanismien toimintaa, jolloin syöpäkasvain pienenee. Hormonihoito myös estää testosteronin vaikutusta syöpäsoluissa. Tämä auttaa hidastamaan eturauhasen kiihtynyttä kasvua. Hormonihoito toteutetaan joko kemiallisena kastrationa lääkepistoksen avulla, tablettimuotoisen lääkkeen avulla tai poistamalla kivekset. Hormonaalinen hoito on elinikäinen. (Syöpäjärjestöt 2020.) Eturauhassyövän seurannassa eturauhasen poistoleikkauksen ja sädehoidon jälkeen seurataan potilaan PSA-arvoa mittaamalla se säännöllisesti (Eturauhassyöpä: Käypä hoito-suositus, 2014).

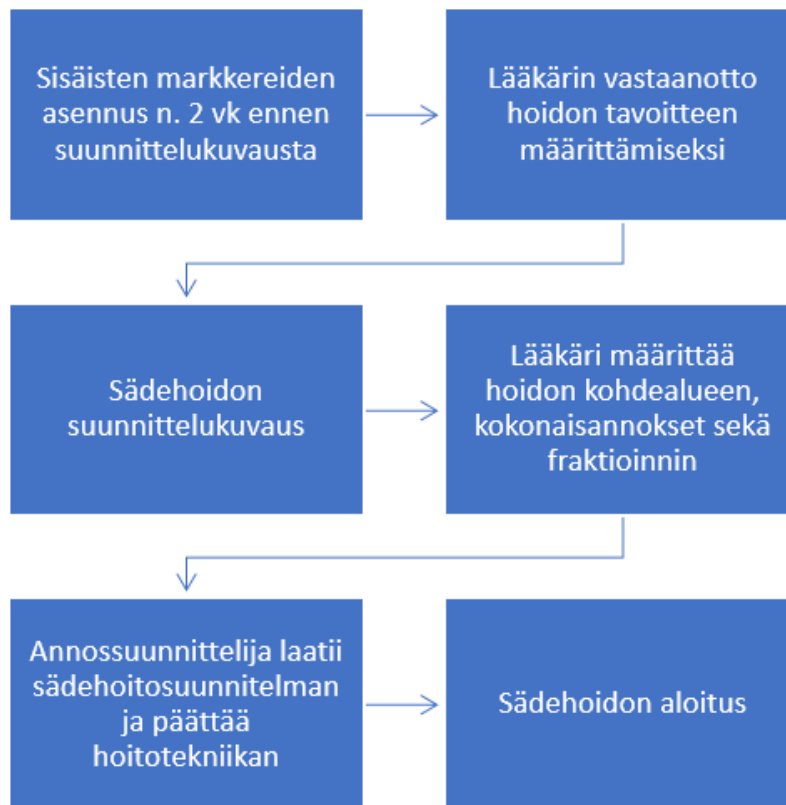
## 3 ETURAUHASSYÖVÄN KUVANTAOHJATTU SÄDEHOITO

Syövän hoito sädehoidolla on riippuvainen kasvaimeen kohdistuvasta sädeannoksesta. Tavoitteena on varmistaa hoidon osuvuus sekä säästää terveitä kudoksia tarpeettomilta sädeannoksilta. (Nurmi, Saarilahti & Tenhunen 2013.)

Kuvantaohjattu sädehoito eli image guided radiotherapy (IGRT) perustuu hoitokoneeseen yhdistetyn kuvantamisjärjestelmän käyttöön. Tekniikalla voidaan määrittää hoitokohteen paikka tarkasti. Lisäksi sen avulla pystytään havaitsemaan hoitajakson aikana ilmenevät virheet sekä korjaamaan ne. Eturauhasen sijainti tarkastetaan potilaan tullessa sädehoitoon ennen päivittäistä hoitoa otettavilla tasoröntgenkuvilla (kV) tai kartiokeilatietokonetomografiakuvilla (CBCT). Näitä päivittäisiä kuvia verrataan sädehoidon suunnittelussa otettuihin kuviin eli referenssikuviin. (Korhonen 2016.) Röntgenhoitaja vertaa hoitokoneen hoidonvarmistusjärjestelmässä näytöllä näkyviä referenssikuvia ja ennen hoitoa otettuja päivittäisiä kuvia päällekkäin. CBCT-kuvista ja referenssikuvista verrataan toisiinsa luisia rakenteita ja pehmytkudoksia. Tasoröntgenkuvista (kV) ja referenssikuvista verrataan eturauhaseen asetettujen sisäisten markkereiden sijaintia suhteessa toisiinsa. (Korhonen 2016.) Röntgenhoitajan tekemän vertailun perusteella hoitokone laskee hoitopöydälle eri suuntien siirrot ja hoitopöytä siirtyy niiden mukaan automaattisesti. Näin saadaan kohdistettua päivittäinen sädehoito suunnitellulle alueelle.

### 3.1 Potilaan sädehoitopolku

Sädehoidon suunnittelu ja toteutus sisältävät monta eri vaihetta (Kuva 2). Ensimmäisenä on lääkärin vastaanotto, jossa potilaalle määritellään hoidon tavoite ja tehdään päätös hoidosta. Lääkäri päättää myös potilasta koskevista mahdollisista lääkityksistä, joita voidaan käyttää tehostamaan sädehoidon vaikutuksia. Seuraava vaihe on suunnittelukuvaus magneettikuvauksella, tietokonetomografialla tai mahdollisesti positroniemissiotomografialla yhdistettynä tietokonetomografiaan eli PET-TT:llä. Suunnittelukuvauksen jälkeen lääkäri määrittää kohdealueen ja tekee päätökset sädehoidon kokonaisannoksesta (Gy), fraktioinnista eli hoitokertojen määrästä ja kerta-annoksesta (Gy). (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020.)



Kuva 2. Potilaan sädehoitopolku.

Sädehoidon suunnitelman tekee ja laskee annossuunnittelija, joka on röntgenhoitaja tai fyysikko. Myös hoitotekniikan päättäminen on heidän vastuullaan. Annoslaskenta tapahtuu tietokonepohjaisesti eri laskentamallien avulla. Nämä laskentamallit mallintavat esim. moniliuskakollimaattorin liikkeitä, annosnopeuden ja gantryn pyörimisnopeuden. Lopuksi lääkäri hyväksyy hoitosuunnitelman ja fyysikko varmistaa sen teknisen toteutettavuuden. (Wright 3.4.2020.) Ennen hoitoja röntgenhoitaja varmistaa hoidon osuvuuden hoitokoneella otettavien päivittäisten kuvien avulla. Tämän jälkeen sädehoito voidaan toteuttaa. (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020.)

### 3.1.1 Suunnittelukuvaus ja potilaan hoitopöydän siirrot

Osana sädehoidon suunnitteluun valmistautumista potilaan eturauhaseen asennetaan sisäiset markerit, joiden avulla eturauhanen voidaan paikantaa päivittäin otettavista kuvista (Terveyskylä 2019). Tyksissä käytössä ovat kulta-ankkurit. Ne asennetaan eturauhaseen noin kaksi viikkoa ennen suunnittelukuvausta antibioottisuojaissa, peräsuolen



kautta. Toimenpide tehdään joko urologian poliklinikalla tai aluesairaaloissa. (Wright 21.4.2020.)

Eturauhasen sädehoidon suunnittelukuvaus tehdään Tyksin sädehoitopoliklinikalla ensisijaisesti magneettikuvauksella. Kontraindikaatioita magneettikuvaukselle voivat olla esimerkiksi sydämentahdistin tai kuvausalueella oleva kehonsisäinen metalli. Kehonsisäinen metalli ei yleensä ole este magneettikuvaukselle, mutta pseudo-tietokonetomografiakuvan luominen ei onnistu näissä tapauksissa, joten lisäksi tarvitaan myös tietokonetomografiakuvaus (Wright 3.4.2020). Tyksin sädehoitopoliklinikalla käytäntönä on ulkoisten ihomerkkien tatuointi suunnittelukuvauksen yhteydessä (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2018).

Suunnittelukuvaus toteutetaan samassa asennossa kuin hoidon toteutus hoitokoneella eli selällään maaten. Suunnittelukuvauksessa olevan hoitoasennon tulee olla toistettavissa jokaisella hoitokerralla. (Nurmi ym. 2013.) Lääkäri suunnittelee hoitoasennon ja neuvottelee tarvittaessa asennosta fyysikon ja röntgenhoitajien kanssa, jotta varmistetaan asennon tekninen toteutus. Asennon tulee olla potilaan kannalta mahdollisimman rento ja mukava, jotta hän pystyy olemaan siinä helposti ja pidemmän aikaa.

Potilaan tulee pysyä liikkumatta, jotta asettelu ei muutu kuvauksen tai hoidon aikana. Tähän käytetään apuvälineitä ja fiksaatioita, jotka röntgenhoitajat valmistelevat lääkärin ohjeiden mukaisesti. Yleisesti sädehoidon fiksaatiomenetelminä voidaan käyttää vakioitelineitä, yksilöllisiä termoplastisia maskeja, tyhjiöpatjoja tai tyhjiötyynyjä. Eturauhasen sädehoidossa fiksaatiovälineinä ovat yleensä käytössä polvien alle asetettava iso tuki-tyyny, nilkkatuki sekä pään alle asetettavat korokkeet ja tyynyt (Kuva 3).



Kuva 3. Magneettikuvauspöytä ja asetteluvälineet.

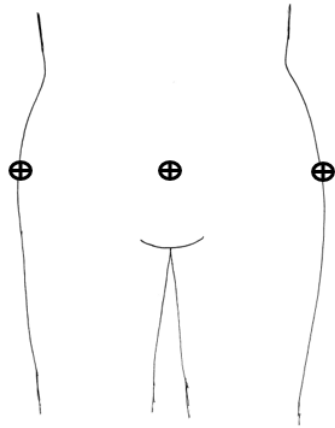
Suunnittelukuvauksessa kuvauspöytä on tasainen kuten sädehoidon hoitokoneen hoitopöytäkin on. Tämä takaa myös asennon toistettavuuden. Potilas asettuu makaamaan magneettikuvauspöydälle sen mukaan, miten röntgenhoitaja arvioi anatomisten merkien, esimerkiksi suoliluun harjujen tai nivusten mukaan, eturauhasen sijainnin olevan keskellä. Asennon tulee olla mahdollisimman rento, varsinkin lantion osalta, jotta potilas jaksaa olla paikoillaan samassa asennossa kuvauksen sekä tulevien hoitojen ajan.

Potilaan iholle piirretään pienet ihomerkit ensin tussilla, kun potilas on asettunut kuvauspöydälle oikeaan kohtaan. Magneettikuvaushuoneessa on myös käytössä ulkoiset laser-valot, jotka kulkevat näiden piirrettyjen ihomerkkien pisteiden risteyskohdan lävitse. Tämän jälkeen aloitetaan magneettikuvaus.

Magneettikuvien perusteella nähdään eturauhasen todellinen keskikohta eli isosentri. Kuvauspöydälle lasketaan tietokoneen avulla siirrot vertikaali-, longitude-, ja lateraalisuunnille. Magneettikuvauspöydällä ei voida tehdä lainkaan rotaatiota. Siirto tarkoittaa tässä tapauksessa sitä, kuinka paljon eli kuinka monta senttimetriä kussakin suunnassa todellinen isosentriin sijainti on poikennut alkuperäisen arvioidun isosentriin sijainnista.

Magneettikuvien perusteella tarkastettu todellinen isosentriin paikka merkitään uudelleen tatuoimalla potilaan iholle pienet halkaisijaltaan noin 1 mm mustat pisteet. Yksi piste tatuoidaan alavatsalle keskelle. Lisäksi pisteet tatuoidaan potilaan pakaroiden sivuille.

(Kuva 4.) Tälläkin kertaa ulkoisten laservalojen tulee kulkea ihomerkkien risteyskohdan lävitse.



Kuva 4. Ulkoiset ihomerkit.

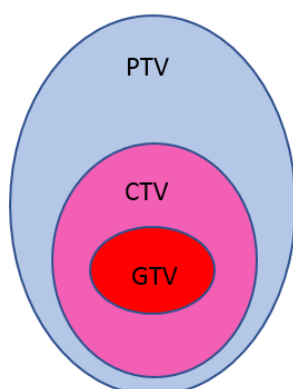
Sekä suunnittelua varten toteutettavissa simulaatiokuvissa että sädehoitoa annettaessa on tärkeää kiinnittää huomiota rakon ja peräsuolen sopivaan täyttöasteeseen (Terveyskylä 2019). Rakon tulee olla mahdollisimman täynnä ja peräsuolen mahdollisimman tyhjä, jotta hoidon kohdistus ja sädeherkkien elinten suojaaminen turhalta säteilyltä onnistuu. Rakon ja peräsuolen täyttöasteen tulisi olla mahdollisimman samanlainen jokaisella hoitokerralla koko hoitojakson ajan, jotta eturauhasen ja sitä ympäröivien kudosten anatomia olisi mahdollisimman samanlainen koko hoitojakson ajan (Wright 3.4.2020).

Huolimatta siitä, että magneettikuvauksella voidaan hahmottaa kuvista tarkemmin kohteen pehmytkudos verrattuna tietokonetomografiakuviin (TT-kuviin), se ei täysin sellaisenaan sovellu sädehoidon suunnittelua varten. Magneettikuvista ei voida laskea kudostiheyttä ja vaimennuskertoimia kuten TT-kuvista. Sen lisäksi niissä esiintyy geometrisia vääristymiä. Magneettikuvat muunnetaan pseudo-TT-kuviksi, jolloin ne vastaavat TT-kuvia. (Tenhunen ym. 2018.) Tyksissä käytössä olevalla menetelmällä (Philips® MRCAT) määritetään Dixon-pohjaisista MR-sekvensseistä erilaiset potilaskohtaiset tiheysarvot, joiden avulla luodaan synteettinen TT-kuva (Wright 3.4.2020).

### 3.1.2 Sädehoidon suunnitelma

Sädehoidon toteutus suunnitellaan annossuunnittelujärjestelmässä (Wright 3.4.2020). Sädehoidon lääkäri vastaa kokonaisuudessaan potilaan sädehoidon oikeellisuudesta, suunnittelusta sekä sen toteutumisesta, sillä hänellä on siihen lääketieteellinen asiantuntemus (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020). Sädehoidosta vastaava lääkäri suunnittelee tarkan hoitoalueen piirtämällä suunnittelukuviin alueen, johon sädehoidon hoitoannos kohdennetaan. Lisäksi lääkäri piirtää kohdetta ympäröivät elimet, joihin kohdistuva sädeannos tulee pitää mahdollisimman pienenä. Näistä muodostuu kolmiulotteinen malli hoidon kohdealueesta ja ympäröivistä kudoksista. Lääkäri suuntaa ja muotoilee kuviin myös sädekentät, jotka suunnitellaan yksilöllisesti huomioiden potilaan anatomia. (Palva ym. 2015.) Annoslaskenta ja säteilykeilojen kohdistaminen eri suunnista suunnitellaan konformaalisesti eli niin tarkasti, että hoito osuu päivittäin haluttuun kohteeseen muutaman millimetrin ja prosenttien tarkkuudella. Huolellinen suunnittelu pienentää sädehoidon haittavaikutuksia huomattavasti. (Johansson 2018.) Suunnitelma itsessään ei kuitenkaan varmuudella takaa hoidon osuvuutta, vaan se varmennetaan päivittäin hoitokoneella (Wright 3.4.2020).

Annossuunnittelukuvasarjaan määritetään kliininen kohdealue, joka pitää sisällään makroskooppisen kasvainalueen (GTV, gross tumor volume), mikroskooppisen levinneisyystilavuuden (CTV, clinical target volume) sekä suunnittelukohdetilavuuden (PTV, planning target volume), joka huomioi epävarmuusmarginaalin eli hoitojen välisen ja hoidon aikaisen liikkeen sekä asetteluepätarkkuuden (Kuva 5). Epävarmuusmarginaali pyritään pitämään mahdollisimman pienenä, jotta suojataan ympäröiviä tervekkudoksarakenteita ja voidaan taata samalla riittävä sädeannos kasvainalueelle. Sädehoidon suunnittelussa pyritään minimoimaan sädeherkkien elinten saama sädeannos. Eturauhasen lähetyvillä näitä sädeherkkiä elimiä ovat virtsarakko ja peräsuoli. (Nurmi ym. 2013.)



Kuva 5. Kliininen kohdealue: GTV, CTV & PTV.

### 3.1.3 Annossuunnittelu

Syöpäsolujen tuhoamiseen vaadittava kokonaissädehoitoannos olisi liian tuhoisa terveille kudoksille, jonka vuoksi ulkoinen sädehoito toteutetaan fraktioidusti eli jaksotetusti. Lääkäri päättää fraktioinnista ja hoitotekniikasta. (Myllykangas, Reinikainen, Kouri & Viisapää 2017.) Hoitotekniikan valinnassa on kyse terve kudosten ja hoitokohteen annoksen tasapainottelusta. Tarkalla suunnittelukuvauksella ja tarkalla hoidon kohdistuksella voidaan saada PTV marginaali mahdollisimman pieneksi, mutta se edellyttää myös annosjakautuksen tarkkaa suunnittelua kohteen mukaisesti. Toisaalta hyvin suunniteltu annosjakautus intensiteettimuokatussa sädehoidossa edellyttää sen osumista kohteeseen, jotta hoito onnistuu. (Wright 3.4.2020.)

Eturauhasen sädehoito annetaan tavanomaisesti Tyksissä 20x3 Gy kerta-annoksina (Wright 3.4.2020). Kokonaisannos, joka lasketaan syövän riskitekijöiden mukaan, määrittelee hoidon kokonaiskestoa. Kuratiivistavoitteisessa sädehoidossa, jossa syövän uusiutumisen riski on vähäinen, kokonaisannoksen tulee olla vähintään 74 Gy. Keskisuuren ja suuren uusiutumisen riskin taudeissa kokonaisannoksen tulee olla vähintään 76-78 Gy hormonihoitoon yhdistettynä. Keskimäärin sädehoitojakson pituus on noin kaksi kuukautta. (Myllykangas ym. 2017.)

Tyksissä annoslaskennan tekee siihen perehdytetty röntgenhoitaja käyttäen annossuunnitteluohjelmaa Eclipseä. Kohteen ja annoksen suunnitteluaan lääkäri antaa sähköisesti luvan tehdä suunnitelman (planning approved-tila). Sairaalfysiikka hyväksyy valmiin

suunnitelman laittamalla sen sähköisesti treatment approved- tilaan. (Tyksin sädehoito poliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020, Wright 3.4.2020.) Sädehoidon annosjakauma suunnitellaan niin, että suunnittelukohdetilavuuden (PTV) minimiannos on suurempi kuin 95% ja maksimiannos on pienempi kuin 107% (ICRU 1999).

### 3.2 Eturauhassyövän sädehoidossa käytettävät hoitotekniikat

Sädehoitolaitteissa sädekeilaa muokataan moniliuskaisella rajaimella eli moniliuskakollimaattorilla. Tämä mahdollistaa sädekentän muotoilun tietokoneannossuunnitelman mukaisesti. (Palva ym. 2015.) Moniliuskakollimaattori muotoilee hoitokenttää sädetettävän kohteen mukaisesti (Nurmi ym. 2013). Moniliuskainen keilarajain eli MLC-liuskat koostuvat 80-160:sta volframiliuskasta. Liuskojen paikkaa ja liikettä voidaan ohjata erikseen. (Kouri & Kangasmäki 2009.) MLC-liuskat ovat käytössä eturauhassyövän molemmissa hoitotekniikoissa.

Eturauhassyövän hoidossa käytetään volymetrasta kaarihoitotekniikkaa (VMAT, volumetric-modulated arc therapy) (Myllykangas ym. 2017). VMAT-tekniikassa hoitolaite pyörii potilaan ympärillä. Sädekeila muokkautuu hoitoalueen mukaan moniliuskakollimaattorin muotoillessa kenttää kohteen muotoisesti, kun kaari liikkuu potilaan ympärillä. Sen avulla voidaan kohdistaa hoito tarkasti sille alueelle, minne halutaan sekä säästää tervettä kudosta. (Teoh, Clark, Wood, Whitaker & Nisbet 2011.) Myös annosnopeus sekä gantryn pyörimisnopeus vaihtelevat hoidon aikana (Wright 3.4.2020).

Eturauhassyövän hoidossa voidaan käyttää vaihtoehtoisesti myös intensiteettimuokattua sädehoitoa (IMRT). Säteily on päällä IMRT-hoidoissa yleensä lyhemmän aikaa kuin VMAT-hoidoissa. IMRT-hoidon kesto on noin 2-5 kertaa pidempi kuin muiden hoitomuotojen. (Kouri ym. 2009, Wright 3.4.2020.)

IMRT- ja VMAT-sädehoitotekniikat perustuvat ns. käänteiseen annoslaskentaan. Kasvaimen sekä sitä ympäröivien terveiden kudosten annosrajat on asetettu jo hoitoa suunniteltaessa. Näiden perusteella annoslaskentaohjelma laskee jokaisen hoitokentän annosintensiteetin. Suunnista, joissa kasvain on päällekkäin terveen kudoksen kanssa, vähennetään säteilyn intensiteettiä. Tästä syntyy aliannos, joka kompensoidaan kasvattamalla sädeannosta niistä suunnista, joista tervekus ja kasvain ovat erillään toisistaan. (Kouri ym. 2009.)

### 3.3 Sädehoidon kohdistus kuvantaohjauksen avulla

Eturauhassyövän kaikki hoidot toteutetaan päivittäin kuvantaohjatusti (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020). Sädehoitohuoneessa potilaan asento on sama kuin suunnittelukuvauksessa käytetty asento (Palva ym. 2015). Potilaan asento eturauhassyöpähoidoissa on maata selällään, pää gantrya kohden. Sädehoitohuoneen seinissä on ulkoiset laservalot. Lasersäteiden tulee kulkea potilaan pakaran sivuosiin ja vatsan keskelle tatuoitujen ulkoisten markkereiden risteyskohdan lävitse. Sädehoidon osuvuus varmistetaan pääsääntöisesti päivittäin hoitokoneella otettavilla tasoröntgenkuvilla (kV), kun potilas on aseteltu ulkoisten markkereiden mukaan (Palva ym. 2015).

CBCT-kuvat otetaan Tyksissä tällä hetkellä hoidon aloituksessa eli ensimmäisellä hoitokerralla, jotta voidaan varmistaa rakon ja peräsuolen täyttöaste (Wright 3.4.2020). Tasoröntgenkuvia (kV) eli 2D-kuvia otetaan ensimmäisestä hoitokerrasta eteenpäin päivittäin kaksi : sivu-IS eli sivusuunnasta otettu kuva ja taka-IS eli potilaan selkäpuolelta otettu kuva (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020). CBCT:ssä saadaan laaja TT-kuvasarja yhden kierroksen aikana eli ns. 3D-kuva kohtuullisen pienellä sädeannoksella. Kuvanlaatu on riittävä hoidon kohdistamiseen, vaikka se onkin heikko verrattuna diagnostisiin kuviin. (Nurmi ym. 2013.)

Potilaan eturauhaseen on asetettu ennen hoitojakson aloitusta sisäiset markkerit, joiden avulla sädehoito kohdistetaan sädehoitosuunnitelman mukaisesti päivittäin vertailemalla suunnittelukuvauksesta rekonstruoitua referenssikuvaa hoitokoneella otettuun tasoröntgenkuvaan (kV) (Palva ym. 2015). Tasoröntgenkuvat (kV) ja referenssikuvat asetetaan hoitokoneen tietokoneen hoidonkohdistusohjelmassa päällekkäin, jolloin päämääränä on saada kuvissa näkyvät sisäiset markkerit asettumaan mahdollisimman tarkasti päällekkäin toistensa kanssa.

CBCT-kuvat tulee kohdistaa ensisijaisesti automaattitoiminnolla PTV :n (Planning Target Volume eli suunnittelukohdetilavuus) keskiosan mukaan ja CTV :n (Clinical Target Volume eli mikroskooppinen levinneisyystilavuus) tulisi pysyä PTV :n sisällä koko hoitojakson ajan. Automaattikohdistusta varten rajataan mielenkiinnon alueeksi PTV :n sisällä olevat luiset rakenteet, jotka näkyvät kuvissa selkeästi. Automaattinen kohdistus tulee aina verifioida. Mikäli automaattinen kohdistus ei toimi, tulee se tehdä manuaalisesti. Kohdistuksessa yksittäisten sisäisten markkereiden tulee olla 3 mm :n

sisällä niiden vertailupaikoista referenssikuvassa. Suurin sallittu PTV :n reuna-alueiden poikkeama luisiin rakenteisiin nähden on 5 mm. Kohdistuksessa joudutaan kuitenkin usein tekemään kompromissejä. (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020.)

Kohdistuksen jälkeen kone suorittaa hoitopöydän siirrot, joiden jälkeen poikkeamat hoitokohteen alueella eivät saa poiketa toimenpiderajoista (Kuva 6). Niiden ylittyessä tulee potilas asetella uudestaan tai vaihtoehtoisesti pyritään saamaan rakon sekä peräsuolen täyttöaste vastaamaan paremmin hoidon suunnittelun tilannetta. (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020.)



Kuva 6. Kuvantaohjatun sädehoidon kohdistus (RH = röntgenhoitaja, SH-laite = sädehoitolaite).

Potilaan asennon tulisi olla toistettava ja hänen anatomiansa ei tulisi tapahtua merkittävää muutosta hoitojakson aikana, jolla voisi olla vaikutusta annosjakaumaan. Näitä voivat olla esimerkiksi tuumorin koon muuttuminen, nestekertymä tai turvotus. Jos näissä asioissa ilmenee ongelmia tai muutoksia, tulee ottaa yhteys lääkäriin tai fyysikkoon, jotka päättävät toteutettavista toimenpiteistä. (Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje 2020.)



### 3.4 Hoitopöydän siirrot kuvantaohjatussa sädehoidossa

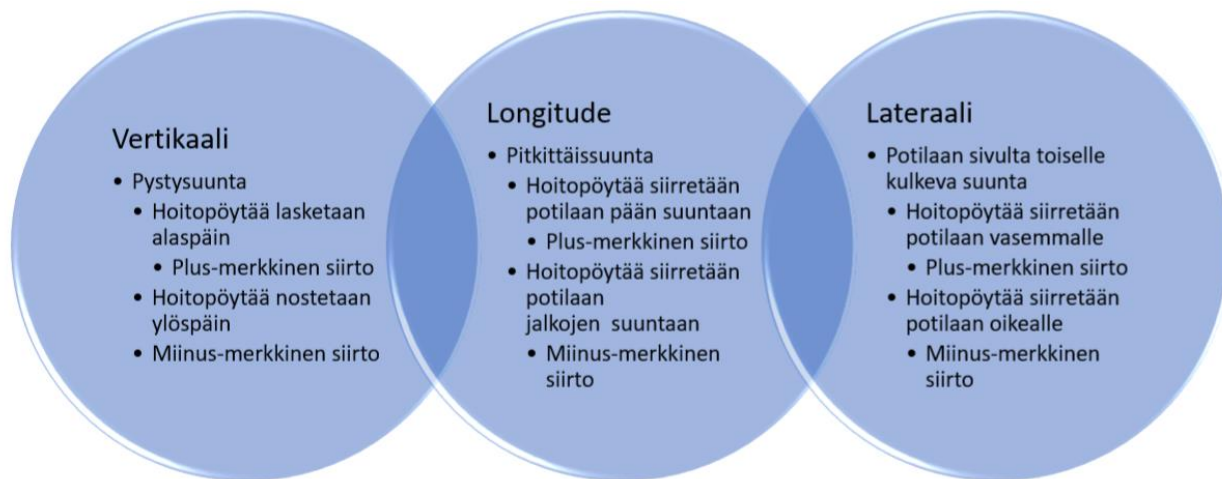
Tyksin sädehoitopoliklinikalla eturauhassyövän sädehoidon asettelu toteutetaan jokaisella hoitokerralla tatuointipisteiden avulla. Oikean hoitoasennon löytymiseen käytetään ulkoisia laservaloja. (Kuva 7.) Laservalojen tulee kulkea tatuointipisteiden kautta korkeus- eli vertikaali-, pituus- eli longitude- ja poikittais- eli lateraalisuuntien mukaan. Niiden tarkka paikoilleen asettelu vaatii potilaan asennon korjaamista, potilaan siirtämistä sekä hoitopöydän eri suuntaisia siirtoja. Potilasta ei välttämättä saada aseteltua täysin samalla tavalla kuin suunnittelukuvauksessa, vaikka asettelu toteutettaisiin huolellisesti.



Kuva 7. Ulkoiset laservalot.

Tässä opinnäytetyössä asettelusta puhuttaessa tarkoitetaan potilaan asettamista hoitopöydälle, jolloin potilasta voidaan liikuttaa ja siirtää asettumaan pöydälle oikeaan kohtaan, jotta laservalot kulkevat tatuointipisteiden läpi. Sekä tässä opinnäytetyössä että tarkasteluun otetuissa aiemmissa tutkimuksissa siirroista puhuttaessa tarkoitetaan tietokoneohjatussti tehtyjä hoitopöydän siirtoja. Siirtojen tapahtuessa potilas on paikoillaan asennossa, johon hänet on aseteltu ja vain hoitopöytä liikkuu eri suuntiin. Hoitokone laskee siirtojen suuruudet automaattisesti röntgenhoitajan verrattua hoidon kohdistamiseen otettua taseröntgenkuvaa (kV) referenssikuvaan. Siirtoja tehdään, jotta isosentri saatai-

siin keskelle hoitoaluetta sädehoitosuunnitelman mukaisesti. Suuntia on kolme: vertikaali, longitudo ja lateraali. (Kuva 8.) Lisäksi tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu pöydän kierron eli rotaation siirtoja.



Kuva 8. Tietokoneohjatusti tehdyt hoitopöydän siirrot eri suunnissa.

Vertikaalisuunnassa pöytää siirretään alaspäin tai nostetaan ylöspäin. Longitudo-suunnan siirroissa pöytää siirretään pitkittäin joko pään puoleiseen suuntaan tai jalkojen puoleiseen suuntaan. Lateraalisuunnassa siirto tapahtuu potilaan vasemmalle tai oikealle puolelle.

Tässä opinnäytetyössä siirrot (cm) on merkitty plus- ja miinusmerkkisiksi. Seuraavaksi tarkastelussa ovat siirrot eri suunnissa suhteessa isosentriin. Vertikaali-suunnan plus-merkkinen siirto tarkoittaa, että potilaan isosentri on siirtynyt ventraalisesti eli vatsan puolelle. Vertikaali-suunnan miinus-merkkinen siirto tarkoittaa, että potilaan isosentri on siirtynyt dorsaalisesti eli selän puolelle. Longitudo-suunnan plus-merkkinen siirto tarkoittaa, että potilaan isosentri on siirtynyt kaudaalisesti eli jalkoja kohden. Longitudo-suunnan miinus-merkkinen siirto tarkoittaa, että potilaan isosentri on siirtynyt kraniaalisesti eli päätä kohden. Lateraali-suunnan plus-merkkinen siirto tarkoittaa, että potilaan isosentri on siirtynyt oikealle. Lateraali-suunnan miinus-merkkinen siirto tarkoittaa, että potilaan isosentri on siirtynyt vasemmalle. Taulukoissa näkyvät minimi- ja maksimiarvot kertovat molemmat suurimmasta arvosta, joka on saatu siirroissa tiettyyn suuntaan. (Wright 24.3.2020.)



## 4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kuvantaohjatusi sädehoidettujen eturauhas-syöpäpotilaiden asettelun toistettavuutta suunnittelukuvauksen ja hoidon välillä. Tavoitteena on kehittää hoidon laatua ja turvallisuutta. Tutkimuskysymykset ovat:

1. Mikä on potilaskohtaisten hoitopöydän siirtojen suuruus suhteessa sisäisiin markkereihin, kun potilas asetellaan ulkoisten ihomerkkien avulla?
2. Missä suunnassa siirtojen vaihtelu on suurinta eri kuvantamistapojen välillä?
3. Missä suunnassa siirtojen vaihtelu on suurinta eri hoitokertojen välillä?

## 5 AINEISTON KERÄÄMINEN JA ANALYYSI

Tämä opinnäytetyö on retrospektiivinen tutkimus, jossa dataa kerättiin jo valmiiksi olemassa olevasta aineistosta. Opinnäytetyö perustuu määrälliseen aineistoon numeerisessa muodossa.

Opinnäytetyön aineisto koostuu vuonna 2019 aikana hoidettujen eturauhassyöpöpotilaiden (n=30) kuvantaohjatun sädehoidon toteutuksessa tehdyistä hoitopöydän eri suuntien siirroista suunnittelukuvauksessa sekä viidellä ensimmäisellä hoitokerralla. Kerätty aineisto eli tiedot siirroista ovat potilaan sädehoitojakson aikana jo toteutuneita hoitopöydän automaattisia eri suuntien siirtoja. Siirtojen dataa kerättiin suunnittelukuvauksessa vertikaali-, longitude- ja lateraalisuunnissa. Viideltä ensimmäiseltä hoitokerralta dataa kerättiin vertikaali-, longitude-, lateraali- ja rotaatiosuunnista. Aineiston koosta päätettiin yhdessä toimeksiantajan kanssa.

Aineiston sisällä on kerätty data 30:n potilaan suunnittelukuvauksesta kolmen eri suunnan siirtojen suuruksista (vertikaali, longitude ja lateraali), joista kertyy yhteensä 90 havaintoa. Sen lisäksi poiminnan sisällä on samojen 30:n potilaan viideltä ensimmäiseltä hoitokerralta neljän eri suunnan siirrot (vertikaali, longitude, lateraali ja rotaatio), jolloin havaintoja kaiken kaikkiaan on yhteensä 150. Näin ollen viiden ensimmäisen hoitokerran havaintoja kertyy yhteensä 600. Suunnittelukuvaukseen ja hoitokertoihin perustuvia havaintoja oli yhteenlaskettuna 690.

Toimeksiantajan kanssa sovittiin yhdessä käytettävästä aineistonkeruumenetelmästä sekä kriteereistä, joiden mukaan tietyt potilaat tulee rajata tutkimuksen ulkopuolelle. Tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin potilaat, joilta oli kuvattu koko lantion alue, potilaat, joilla oli proteesi tai ydinnaula sekä potilaat, joilta oli poistettu leikkauksessa eturauhanen. Tämän jälkeen valittiin aikajärjestyksessä potilaat, jotka täyttivät soveltuvuus-kriteerit. Näitä olivat potilaat, joilla oli vähintään viisi hoitokertaa, potilaat, joilta ennen hoitoa otetut röntgenkuvat oli otettu vain eturauhasesta sekä potilaat, joille oli asennettu sisäiset markkerit. Datan keräyksessä käytettiin harkinnanvaraista poimintaa satunnaisotannan sijaan, sillä tutkimuksen kohteeksi eli näytteeksi haluttiin ottaa vain tiettyntyyppisten eturauhassyöpöpotilaiden siirrot. (Heikkilä 2014, Tilastokeskus 2020.)

Tiedot toteutuneista siirroista ovat tallentuneet hoidon yhteydessä sädehoidon hoidonvarmistusjärjestelmään. Potilaiden hoidot ovat toteutuneet vuoden 2019 aikana Tyksin

sädehoitopoliklinikalla. Aineiston keräämiseksi ja analysoimiseksi haettiin rekisteritutkimuslupa Tyksin operatiivisen toiminnan ja syöpätautien toimialueelta joulukuussa 2019. Lupa myönnettiin tammikuussa 2020.

Aineisto kerättiin helmikuussa 2020 Tyksin sädehoitopoliklinikalla olevaan hoidonvarmistusjärjestelmään tallennetuista tiedoista. Tiedot kirjattiin Excel I®-taulukkolaskenta-ohjelmaan etukäteen tehtyihin taulukkopohjiin (Liite 1, Liite 2). Kirjauksen työjaossa toinen osapuoli toimi kirjurina ja toinen luetteli lukuja. Tämän jälkeen kirjuri tarkisti vielä kirjaimansa luvut alkuperäiseen aineistoon verraten, ja toinen osapuoli tarkisti, että kirjuri oli kirjannut luetellut luvut oikein. Näin voitiin varmistaa, ettei syntynyt virheitä. Kirjauksissa käytettiin potilaskohtaista numerointia ilman muita tunnistetietoja, jotta kirjaukset oli mahdollista tarkistaa jälkikäteen tarpeen vaatiessa.

Tässä opinnäytetyössä käytettiin kuvailevaa tilastoanalyysia (Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto 2004). Excel-taulukkolaskenta-ohjelmaan tallennettu informaatio siirrettiin IBM SPSS Statistics I® ver. 25-ohjelmaan. Aineistosta laskettiin SPSS-ohjelmalla viisi eri tunnuslukua eli keskiarvo, keskihajonta, minimi- ja maksimiarvo sekä mediaani.

Potilaskohtaisia eri hoitokertojen välisiä eroja siirtymien suuruuksissa verrattiin käyttäen ei-parametrista Kruskal-Wallis testiä, joka testaa järjestysasteikollisen jakauman eroja ja soveltuu usean riippumattoman ryhmän vertailuun (Webropol 2013, Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto 2014). Testin palauttama p-arvo (probability) pyrkii kuvaamaan todennäköisyyttä sille, johtuuko mittaustuloksissa havaittu ero sattumasta (Tilastokeskus 2020). Arvon ollessa 0,05 tai pienempi, voidaan luottaa siihen, että hoitokertojen välinen vaihtelu ei johdu sattumasta.

Saadut tunnusluvut ja p-arvon tulokset siirrettiin SPSS-ohjelmasta takaisin Excel-taulukkolaskenta-ohjelmaan, jolla laadittiin omat taulukot kuvaamaan potilassiirtojen suuruutta eri suunnissa (vertikaali, longitudo, lateraali ja rotaatio). Tulosten havainnollistamiseksi päädyttiin käyttämään pystypylväskaaviota vaakapylväskaavion sijaan, sillä se oli visuaalisesti selkeämpi hahmottaa ja vaaka-akselilla käytettyjä luokkia kaavioissa oli vain muutama (Koponen, Hildén & Vapaasalo 2016).

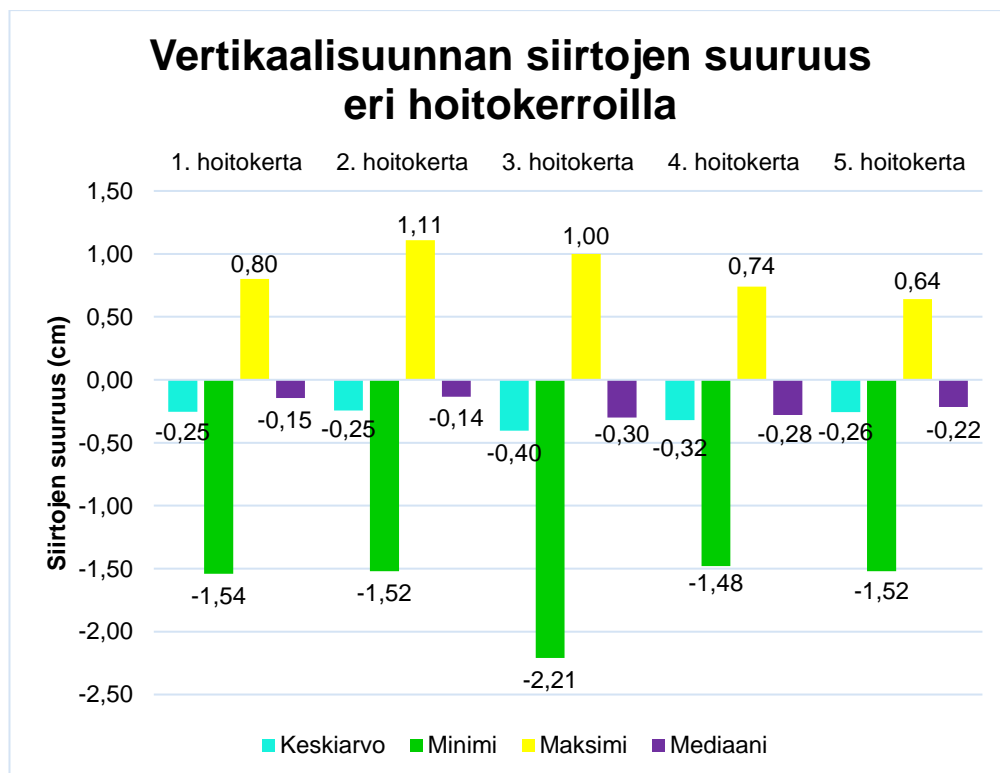
## 6 TULOKSET

Opinnäytetyön tulokset esitetään tutkimusongelmittain.

### 6.1 Potilaskohtaisten hoitopöydän siirtojen suuruus suhteessa sisäisiin markkereihin tilanteessa, jossa potilas asetellaan ulkoisten ihomerkkien avulla

Tarkastelussa on siirtojen suuruudet suuntaakohtaisesti eri hoitokerroilla.

Ensimmäisellä hoitokerralla vertikaalisuunnan siirtojen vaihteluväli on ollut 2,34cm. Toisesta hoitokerrasta eteenpäin jokaisella potilaalla hoidon kohdistaminen on tehty tasoröntgenkuvauksella (kV). Toisella hoitokerralla siirtojen vaihteluväli on ollut 2,63cm. Kolmannella hoitokerralla siirtojen vaihteluväli on ollut 3,21cm. Neljännellä hoitokerralla siirtojen vaihteluväli on ollut -1,48cm ja 0,74cm välillä. Viidennellä hoitokerralla siirtojen vaihteluväli oli 2,16cm. Suurin yksittäinen siirto on ollut -2,21cm. (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Vertikaalisuunnan siirtojen suuruus eri hoitokerroilla (150 havaintoa).

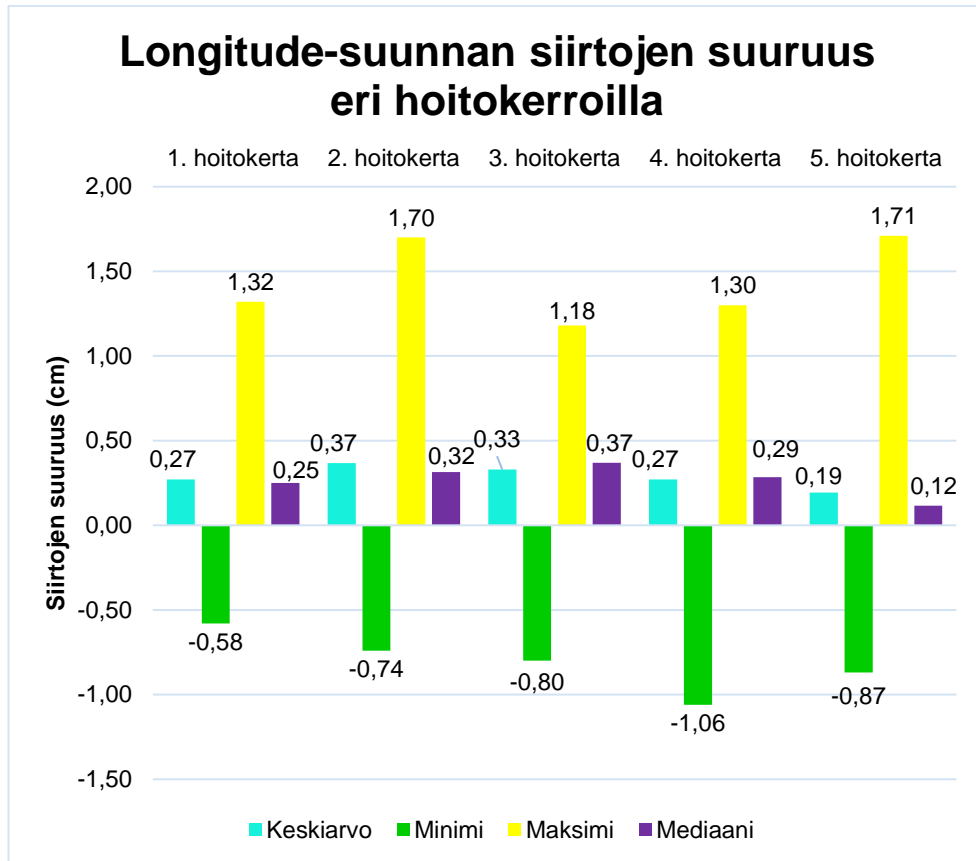
Ensimmäisen hoitokerran vertikaalisuunnan keskihajonnasta päätellen suurin osa siirroista on ollut -0,81cm ja 0,31cm välillä. Toisella hoitokerralla suurin osa siirroista on ollut -0,89cm ja 0,39cm välillä. Keskihajonta on ollut toisella hoitokerralla suurin kaikista hoitokerroista. Kolmannen hoitokerran siirtojen keskihajonnasta päätellen suurin osa siirroista on ollut -1,03cm ja 0,23cm välillä. Neljännellä hoitokerralla keskihajonta kertoo, että suurin osa vaihtelusta on ollut -0,90cm ja 0,24cm välillä. Viidennen hoitokerran keskihajonnasta päätellen suurin osa on ollut -0,73cm ja 0,21cm välillä. (Taulukko 2.)

Taulukko 2. Vertikaalisuunnan siirtojen keskihajonta eri hoitokerroilla.

	1.hoitokerta	2.hoitokerta	3.hoitokerta	4.hoitokerta	5.hoitokerta
<b>Keskihajonta</b>	0,56	0,64	0,63	0,58	0,47

Ensimmäisellä hoitokerralla longitude-suunnassa siirtojen vaihteluväli on ollut 1,9cm. Toisella hoitokerralla siirtojen vaihteluväli on ollut 2,44cm. Kolmannen hoitokerran siirtojen vaihteluväli on ollut 1,98cm. Neljännellä hoitokerralla siirtojen vaihteluväli on ollut 2,36cm. Viidennellä hoitokerralla siirtojen vaihteluväli on ollut 2,58cm. Suurin yksittäinen siirto on ollut viidennellä hoitokerralla: 1,71cm. (Kuvio 2.)





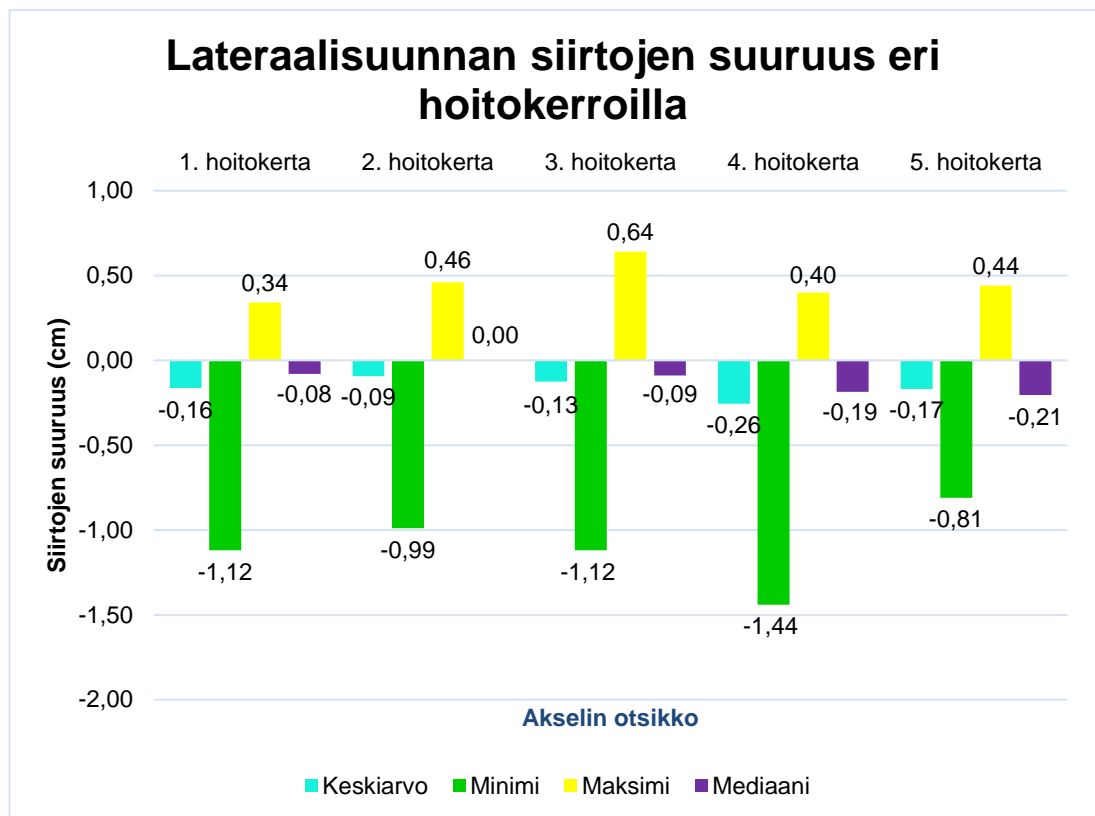
Kuvio 2. Longitude-suunnan siirtojen suuruus eri hoitokerroilla (150 havaintoa).

Keskihajonnasta päätellen on suurin osa vaihtelusta tapahtunut ensimmäisellä hoitokerralla longitude-suunnassa välillä -0,24cm ja 0,78cm. Toisella hoitokerralla -0,17cm ja 0,91cm välillä, kolmannella hoitokerralla -0,17cm ja 0,83cm välillä, neljännellä hoitokerralla -0,21cm ja 0,75cm välillä ja viidennellä hoitokerralla -0,35cm ja 0,73cm välillä. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Longitude-suunnan siirtojen keskihajonta eri hoitokerroilla.

	1.hoito- kerta	2.hoito- kerta	3.hoito- kerta	4.hoito- kerta	5.hoito- kerta
<b>Keski- hajonta</b>	0,51	0,54	0,50	0,48	0,54

Seuraavaksi tarkastelussa on lateraalisuunnan siirtojen suuruudet eri hoitokertoilla. Ensimmäisellä hoitokerralla siirtojen vaihteluväli on ollut 1,46cm. Toisella hoitokerralla siirtojen vaihteluväli on ollut 1,45cm. Kolmannella hoitokerralla vaihteluväli on ollut 1,76cm. Neljännellä hoitokerralla siirtojen vaihteluväli on ollut 1,84cm. Viidennellä hoitokerralla siirtojen vaihteluväli 1,25cm. Suurin yksittäinen siirto on ollut neljännellä hoitokerralla: -1,44cm. (Kuvio 3.)



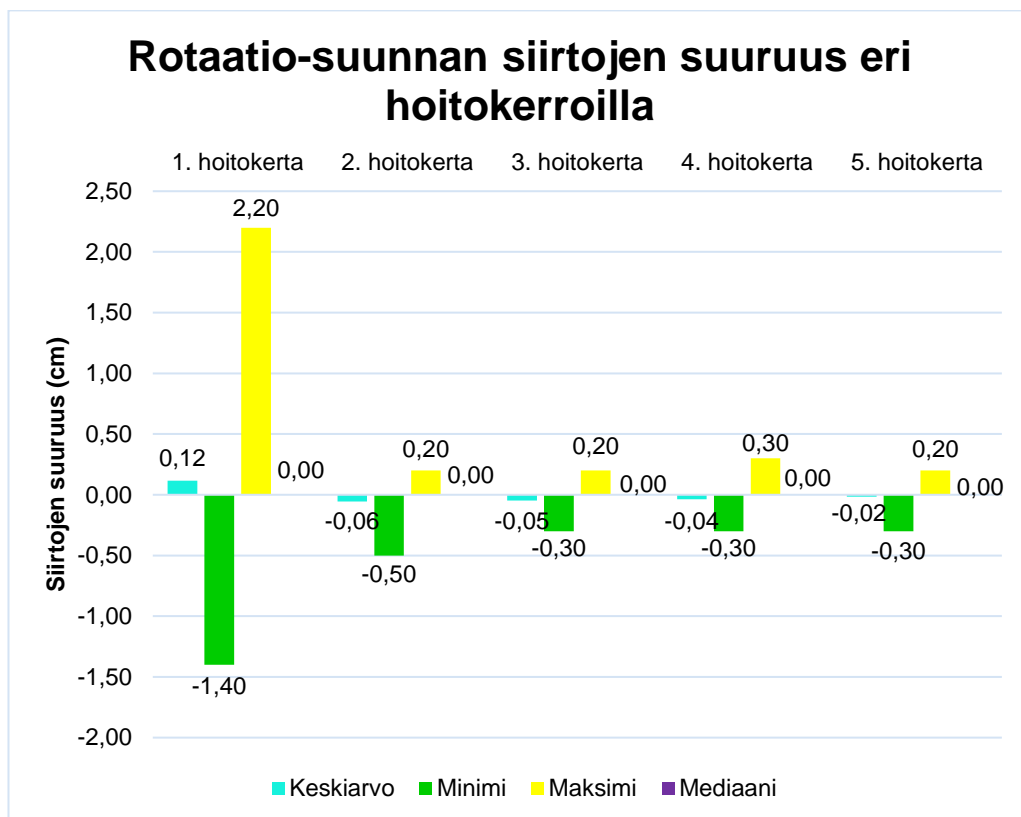
Kuvio 3. Lateraalisuunnan siirtojen suuruus eri hoitokertoilla. (150 havaintoa).

Taulukon 4. avulla näkee suurimman osan siirroista olleen ensimmäisellä hoitokerralla välillä -0,52cm ja 0,2cm, toisella hoitokerralla välillä -0,43cm ja 0,25cm, kolmannella hoitokerralla välillä -0,48cm ja 0,22cm, neljännellä hoitokerralla välillä -0,63cm ja 0,11cm ja viidennellä hoitokerralla suurin osa siirroista on ollut välillä -0,47cm ja 0,13cm.

Taulukko 4. Lateraalisuunnan siirtojen keskihajonta eri hoitokerroilla.

	1.hoito- kerta	2.hoito- kerta	3.hoito- kerta	4.hoito- kerta	5.hoito- kerta
<b>Keski- hajonta</b>	0,36	0,34	0,35	0,37	0,30

Tarkastellessa rotaation asteen vaihtelua (Kuvio 4) ensimmäisellä hoitokerralla voidaan huomata, että vaihteluväli on ollut 3,6 astetta. Toisella hoitokerralla vaihteluväli on ollut 0,7 astetta. Kolmannella hoitokerralla vaihteluväli on ollut 0,5 astetta. Neljännen hoitokerran rotaatio on vaihdellut 0,6 astetta. Viidennellä hoitokerralla vaihteluväli on ollut 0,5 astetta. Suurin vaihtelu on ollut ensimmäisellä hoitokerralla, jonka jälkeen vaihtelu on tasoittunut. Ensimmäisen hoitokerran arvo: 2,20 astetta on suurin yksittäinen siirto rotaatiosuunnassa.



Kuvio 4. Rotaatio-suunnan siirtojen suuruus eri hoitokerroilla (150 havaintoa).

Rotaation keskihajonnasta voi päätellä, että suurin osa siirroista on ollut ensimmäisellä hoitokerralla -0,6 asteen ja 0,84 asteen välillä, toisella hoitokerralla -0,19 asteen ja 0,07 asteen välillä, kolmannella hoitokerralla 0,04 asteen ja 0,14 asteen välillä, neljännellä hoitokerralla -0,17 asteen ja 0,09 asteen välillä ja viidennellä hoitokerralla -0,14 asteen ja 0,1 asteen välillä. (Taulukko 5.)

Taulukko 5. Rotaatiosuunnan siirtojen keskihajonta eri hoitokertoilla.

	1.hoi- tokerta	2.hoi- tokerta	3.hoi- tokerta	4.hoi- tokerta	5.hoi- tokerta
<b>Keski- hajonta</b>	0,72	0,13	0,09	0,13	0,12

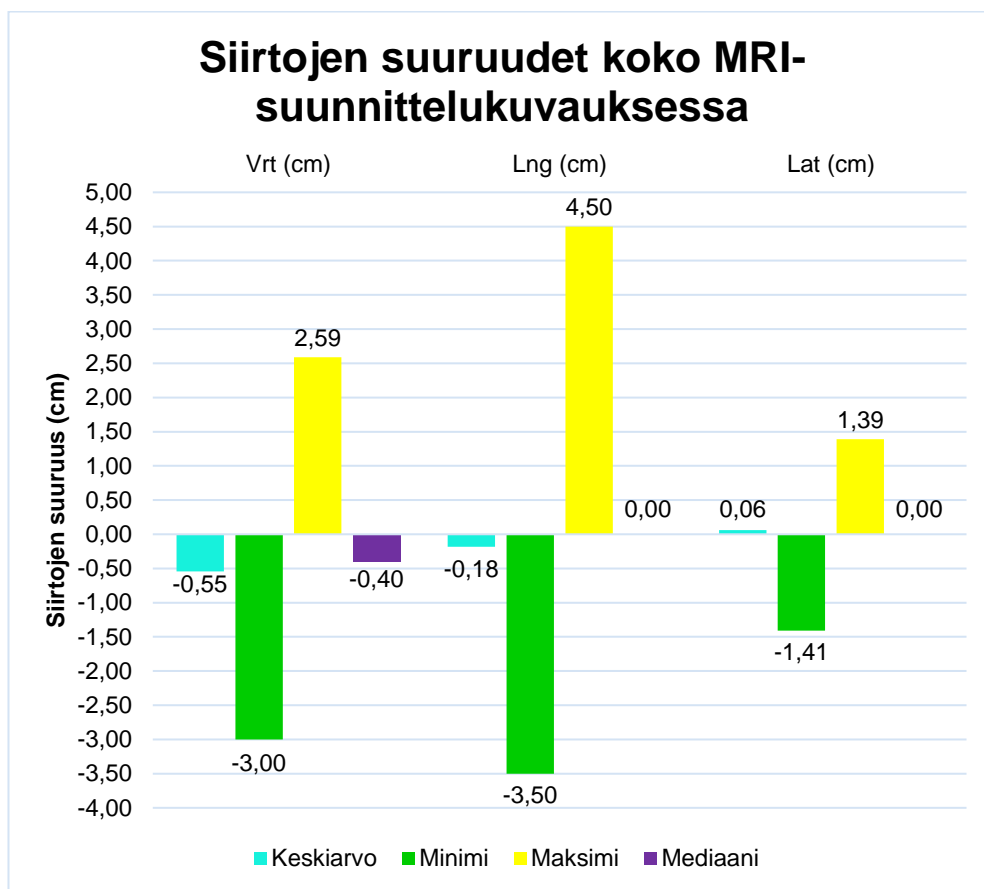
## 6.2 Eri suuntien siirtojen vaihtelun suuruudet käytettäessä eri kuvantamistapoja

### Kuvantamistapakohtaiset siirrot

Siirtojen vaihtelun suuruutta tarkastellaan kuvantamistapakohtaisesti sekä hoitokerta-kohtaisesti. Kuvantamistapoja on kolme. Magneettikuvantamista (MRI) käytetään sädehoidon suunnittelussa. Kartoikeilatografiakuvausta (CBCT) on käytetty ensimmäisellä hoitokerralla 26:lla potilaalla. Tasoröntgenkuvia (kV) on otettu kaikilta potilailta toiselta hoitokerralta lähtien. Lisäksi tasoröntgenkuva (kV) on ollut käytössä neljällä potilaalla jo ensimmäisellä hoitokerralla. Suunnittelukuvaus on tehty kaikilla 30:lla tutkimuksessa tarkastelussa olleella potilaalla magneettikuvauksessa (MRI). Magneettikuvauksessa ei ole mahdollista vaikuttaa pöydän rotaatioon, jonka vuoksi tämä tieto puuttuu (Kuvio 1). Ennen siirtojen tekemistä röntgenhoitaja asettelee potilaan suunnittelukuvausessa käytettävälle sädehoidon hoitopöydän kanssa identtiselle kuvauspöydälle ja arvioi anatomisten merkkien perusteella eturauhasen sijainnin mahdollisimman keskelle magneettikuvausalueella. MRI-suunnittelukuvaus (Kuvio 1) tehdyt hoitopöydän siirrot ovat tehty sen jälkeen, kun potilas on aseteltu hoitopöydälle hoitoasentoon. Tämän jälkeen potilas on kuvattu. Kuvan perusteella on määritetty potilaan eturauhasen isosentri eli keskipiste. Sen jälkeen on tehty siirto eli hoitopöytä on siirretty

niin, että hoitokohteen kuvan perusteella määritetty isosentri tulee keskelle kuvauskohdetta.

Vertikaalisuunnassa siirtojen vaihteluväli on ollut 5,59cm. Longitude-suunnan siirtojen vaihteluväli on ollut 8cm. Lateraalisuunnan siirrot olivat näistä kolmesta suunnasta kaikista pienimmät. Siirtojen vaihteluväli oli 2,8cm. Suurin vaihteluväli on ollut longitude-suunnassa, jossa on ollut myös suurin yksittäinen siirto: 4,5cm. (Kuvio 5.)



Kuvio 5. Siirtojen suuruudet MRI-suunnittelukuvauksessa (90 havaintoa).

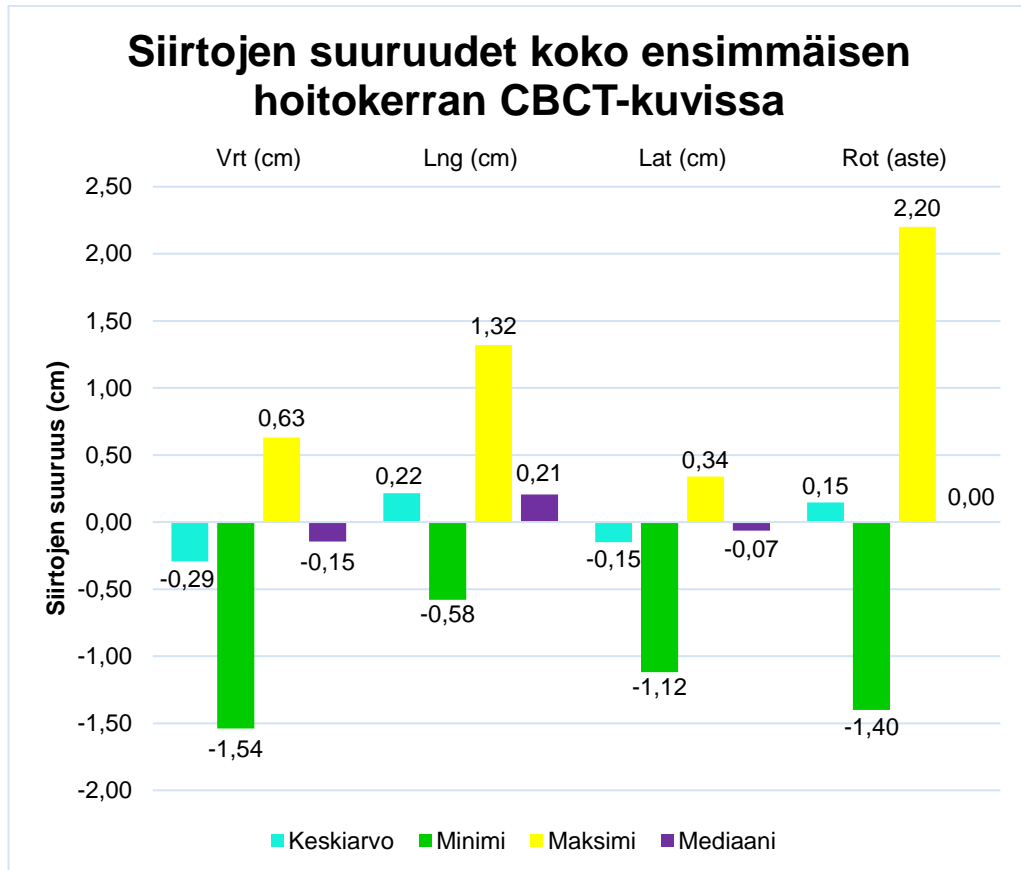
Vertikaalisuunnan keskihajonnasta päätellen suurin osa siirroista tapahtui välillä -1,73cm ja 0,63cm. Longitude-suunnan keskihajonta on ollut iso ja suurin osa siir-

roista on tapahtunut -2,14cm ja 1,78cm välillä. Lateraalisuunnan keskihajontaa tarkasteltaessa voidaan päätellä suurimman osan siirroista olleen välillä -0,56cm ja 0,68cm. (Taulukko 6.)

Taulukko 6. Siirtojen keskihajonta MRI-suunnittelukuvauksessa koko aineistossa.

	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)
<b>Keskihajonta</b>	1,18	1,96	0,62

CBCT-kuvia otettiin 26:lta potilaalta ensimmäisellä hoitokerralla. CBCT-kuvissa suurin yksittäinen siirto on ollut vertikaalisuunnassa: -1,54cm. Tässä suunnassa siirtojen vaihteluväli on ollut myös suurin: 2,1cm. Vertikaalisuunnassa on ollut myös CBCT-kuvien suurin keskihajonta. Longitude-suunnan vaihtelu on ollut lähes yhtä suurta kuin vertikaalisuunnan. Sen vaihteluväli on ollut 1,9cm. Lateraalisuunnan siirtojen vaihteluväli on ollut 1,46cm. Rotaation asteen vaihteluväli on ollut 3,6 astetta. (Kuvio 6.)



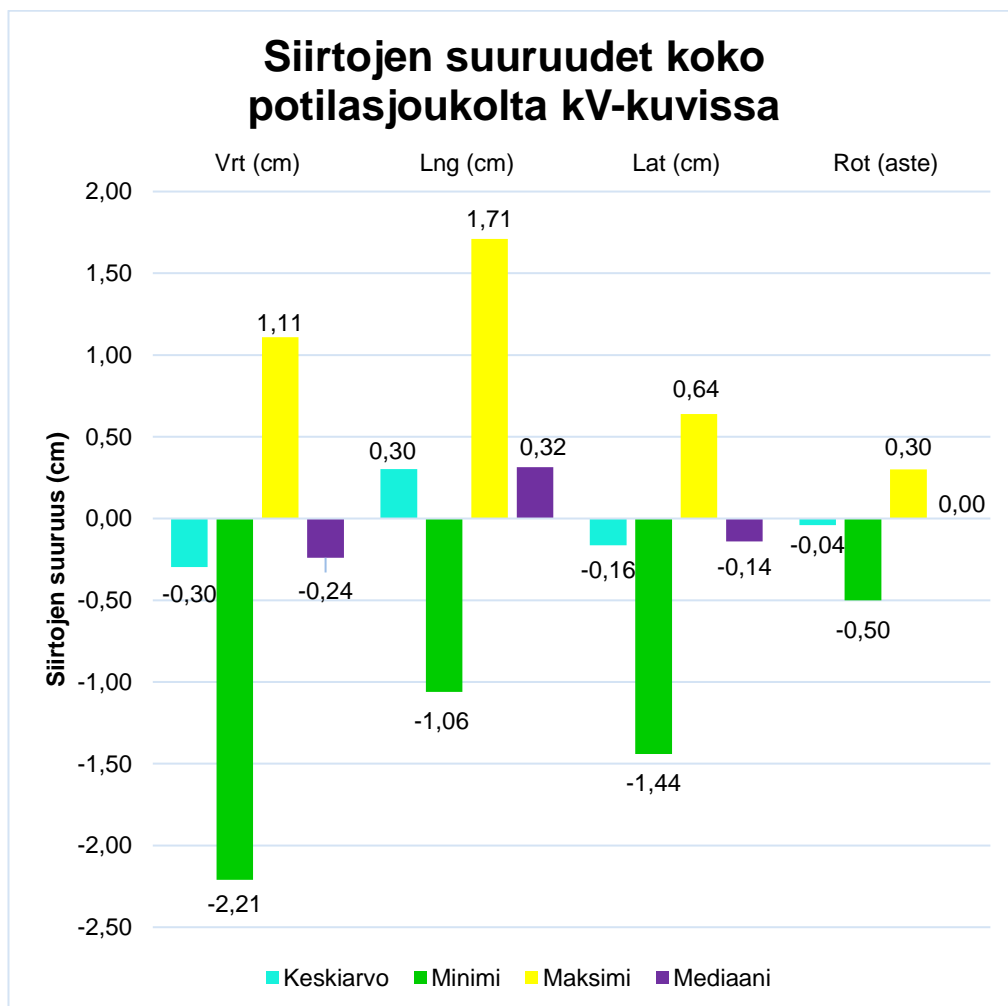
Kuvio 6. Siirtojen suuruudet ensimmäisen hoitokerran CBCT-kuvissa (104 havaintoa).

Vertikaalisuunnan keskihajonnasta voidaan päätellä, että suurin osa vaihtelusta on ollut välillä  $-0,85\text{cm}$  ja  $0,27\text{cm}$ . Longitude-suunnan keskihajonnasta voidaan päätellä, että suurin osa siirroista on ollut välillä  $-0,3\text{cm}$  ja  $0,74\text{cm}$ . Lateraalisuunnan keskihajonnasta voidaan päätellä, että suurin osa siirroista on tapahtunut välillä  $-0,53\text{cm}$  ja  $0,23\text{cm}$ . Rotaation keskihajonnasta on pääteltävissä, että suurin osa rotaation astevaihtelusta on ollut  $-0,62$  asteen ja  $0,92$  asteen välillä. (Taulukko 7.)

Taulukko 7. Siirtojen suuruudet ensimmäisen hoitokerran CBCT-kuvissa (130 havaintoa).

	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Rot (aste)
<b>Keskihajonta</b>	0,56	0,52	0,38	0,77

Tasoröntgenkuvia eli kV-kuvia on otettu koko potilasjoukolta toisesta hoitokerrasta eteenpäin. Lisäksi neljällä potilaalla on käytetty tasokuvaa hoidon kohdistamiseen jo ensimmäisellä hoitokerralla. Tarkastelussa on siis 124 yksittäistä hoitokertaa ja 496 havaintoa. kV-kuvissa siirtojen vaihtelu on ollut hiukan suurempaa kuin CBCT-kuvissa, mutta rotaation vaihtelu on ollut pienempää. Siirrot ovat olleet suurimpia vertikaalisuunnassa. Vertikaalisuunnan vaihteluväli on ollut 3,32cm. Suurin yksittäinen siirto on ollut vertikaalisuunnassa: -2,21cm. Longitude-suunnan siirtojen vaihteluväli on ollut 2,77cm. Lateraalisuunnan siirtojen vaihteluväli on ollut 2cm. Rotaation asteen vaihteluväli on ollut 0,8 astetta. (Kuvio 7.)



Kuvio 7. Siirtojen suuruudet koko potilasjoukolta kV-kuvissa (496 havaintoa).



Keskihajonnasta päätellen vertikaalisuunnan siirrot ovat tapahtuneet enimmäkseen välillä -0,26 ja 0,02. Keskihajonta on ollut myös suurinta vertikaalisuunnassa, ja sen perusteella on pääteltävissä, että suurin osa siirroista on ollut -0,88cm ja 0,28cm välillä. Longitude-suunnan siirtojen keskihajonnasta päätellen suurimman osan siirroista on ollut -0,21cm ja 0,81cm välillä. Keskihajonta on ollut longitude-suunnassa vain hiukan pienempi kuin vertikaalisuunnassa. Lateraalisuunnan keskihajonnasta voidaan päätellä, että suurin osa siirroista on ollut -0,5cm ja 0,14cm välillä. Rotaation keskihajonnasta on pääteltävissä, että suurin osa vaihtelusta on ollut välillä -0,16 astetta ja 0,08 astetta. (Taulukko 8.)

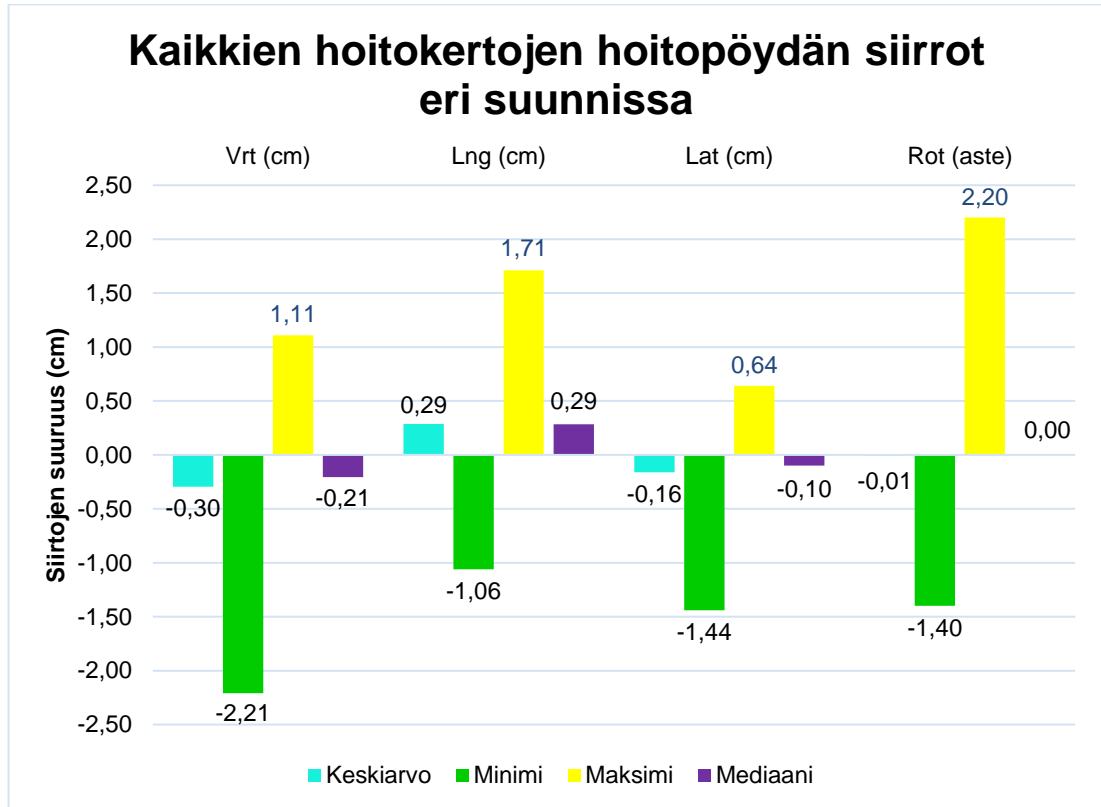
Taulukko 8. Koko potilasjoukon siirtojen keskihajonta kV-kuvissa.

	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Rot (aste)
<b>Keskihajonta</b>	0,58	0,51	0,34	0,12

Seuraavaksi tarkastelussa ovat siirtojen suuruudet koko potilasjoukolta kaikilta hoitokerroilta (Kuvio 8). Koko potilasjoukolla tarkoitetaan tässä kaikkia 30 potilasta, joiden hoitokertojen hoitopöydän siirtoja tarkastellaan tässä opinnäytetyössä. Hoitokerralla tarkoitetaan yhtä yksittäistä hoitoa. Tarkastelemme jokaiselta potilaalta viittä ensimmäistä hoitokertaa, joten koko potilasjoukon kaikkia hoitokertoja tarkastellessa on hoitokertoja yhteensä 150.

Kaikilla hoitokerroilla vertikaalisuunnan siirtojen vaihteluväli on ollut 3,32cm. Vertailtaessa kaikkien hoitokertojen siirtojen vaihteluväliä suunnittelumagneettikuvauksen vaihteluväliin on se hoitokerroilla 38,4% pienempi kuin suunnittelumagneettikuvauksessa, jossa asettelu toteutetaan ulkoisten anatomisten merkkien avulla. Tarkastellessa kaikkien hoitokertojen siirtoja on vertikaalisuunnassa ollut sekä suurin yksittäinen siirto että suurin väli, jolla siirrot ovat vaihdelleet. Longitude-suunnan vaihteluväli on ollut 2,77cm. Vertailtaessa kaikkien hoitokertojen siirtojen vaihteluväliä suunnittelumagneettikuvauksen vaihteluväliin on se hoitokerroilla 65,4% pienempi kuin suunnittelumagneettikuvauksessa. Siirtojen vaihteluväli on ollut toiseksi suurin longitude-suunnassa tarkastellessa kaikkia hoitokertoja. Kaikkien hoitokertojen lateraalisuunnan siirtojen vaihteluväli on ollut 2,08cm. Verrattuna suunnittelukuvaukseen hoitokertojen lateraalisuunnan vaihteluväli on ollut 27,1% pienempi. Rotaation asteen vaihteluväli on ollut 3,6 astetta. Suunnista

suurin vaihteluväli on ollut vertikaalisuunnassa, jossa on myös ollut suurin yksittäinen siirto -2,21cm. (Kuvio 8.)



Kuvio 8. Kaikkien hoitokertojen hoitopöydän siirrot eri suunnissa (600 havaintoa).

Vertikaalisuunnan keskihajonta kertoo, että tässä suunnassa suurin osa siirroista on tapahtunut -0,87cm ja 0,27cm välillä. Vertikaalisuunnan siirtojen keskihajonta on ollut suurin tarkastellessa kaikkia hoitokertoja. Longitude-suunnan keskihajonnasta päätellen suurin osa siirroista on ollut -0,22cm ja 0,8cm välillä. Suunnan keskihajonta on ollut toiseksi suurin. Lateraalisuunnan keskihajonnasta voi päätellä suurimman osan siirroista olleen -0,51cm ja 0,19cm välillä. Rotaation keskihajonnasta päätellen suurin osa siirroista on ollut -0,35 asteen ja 0,33 asteen välillä. (Taulukko 9.)

Taulukko 9. Koko potilasjoukon kaikkien hoitokertojen siirtojen keskihajonta.

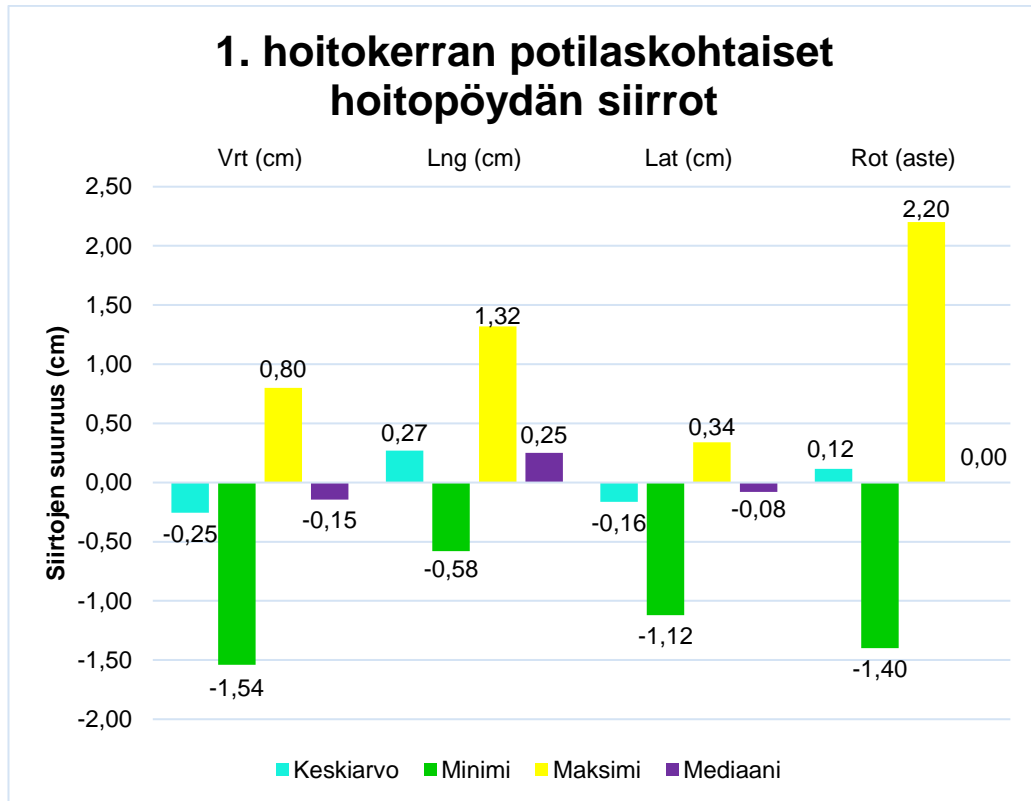
	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Rot (aste)
<b>Keskihajonta</b>	0,57	0,51	0,35	0,34

### 6.3 Eri suuntien siirtojen vaihtelun suuruudet eri hoitokertojen välillä

#### Hoitokertakohtaiset siirrot

Tarkastellessa hoitopöydän siirtojen suuruutta hoitokertakohtaisesti tulokset osoittavat, missä suunnassa siirrot ovat olleet suurimpia sekä suuntien mahdolliset hoitokertakohtaiset erot.

Ensimmäisen hoitokerran suurin yksittäinen siirto on ollut vertikaalisuunnassa ja myös siirtojen vaihtelu on ollut siinä suunnassa suurinta. Vertikaalisuunnan vaihteluväli on ollut 2,34cm. Ensimmäisellä hoitokerralla suurin vaihteluväli on ollut vertikaalisuunnassa: 2,34cm. Myös suurin yksittäinen siirto on ollut vertikaalisuunnassa: -1,54cm. (Kuvio 9.)



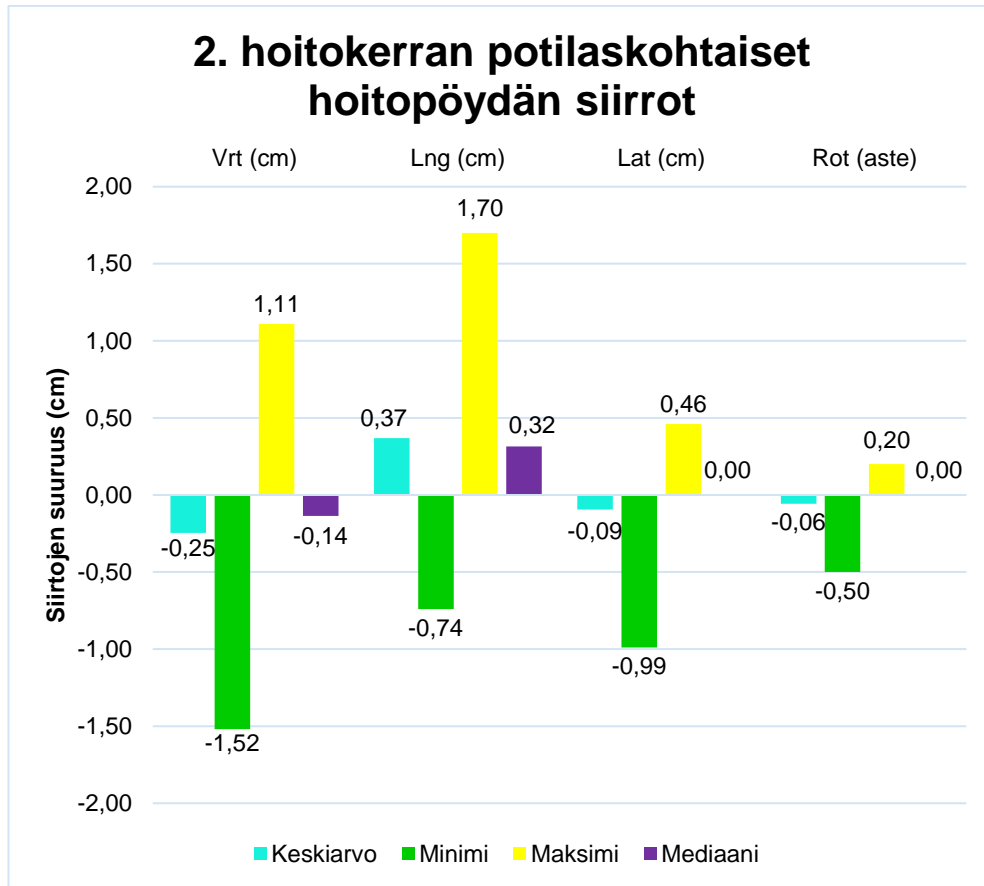
Kuvio 9. Ensimmäisen hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).

Vertikaalisuunnalle laskettu keskihajontaluku on ollut suurin kaikista suunnista (Taulukko 10).

Taulukko 10. Ensimmäisen hoitokerran siirtojen keskihajonta eri suunnissa.

	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Rot (aste)
<b>Keskihajonta</b>	0,56	0,51	0,36	0,72

Toisesta hoitokerrasta eteenpäin jokaisella potilaalla hoidon kohdistaminen on tehty kV-kuvauksella. Siirtojen vaihtelu on ollut suurinta vertikaalisuunnassa. Suunnan vaihteluväli on ollut 2,63cm. Suurin yksittäinen siirto on kuitenkin ollut longitude-suunnassa: 1,70cm. (Kuvio 10.)



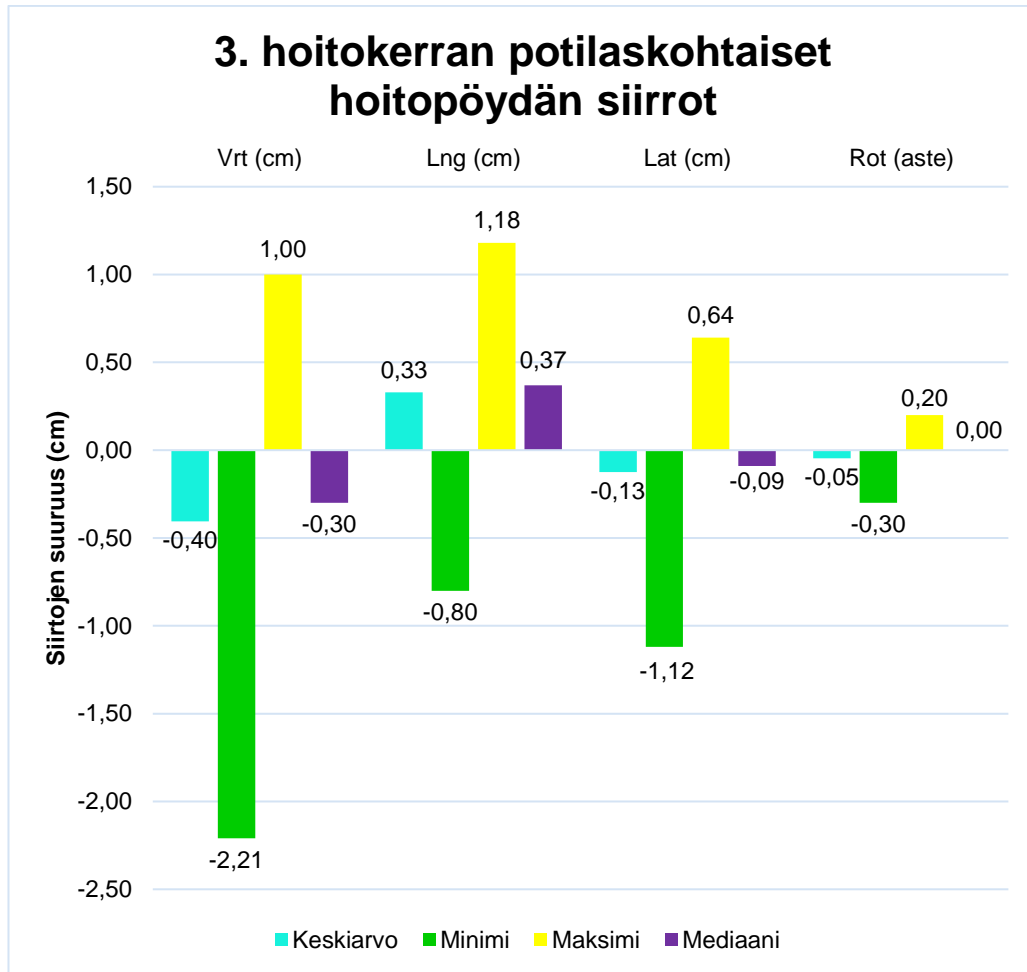
Kuvio 10. Toisen hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).

Toisella hoitokerralla suurin keskihajonta on ollut vertikaalisuunnassa (Taulukko 11).

Taulukko 11. Toisen hoitokerran siirtojen keskihajonnat eri suunnissa.

	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Rot (aste)
<b>Keskihajonta</b>	0,64	0,54	0,34	0,13

Kolmannella hoitokerralla suurin yksittäinen siirto on ollut vertikaalisuunnassa: -2,21. Vertikaalisuunnan vaihteluväli on ollut suurempi kuin muiden suuntien: 3,21 cm. (Kuvio 11.)



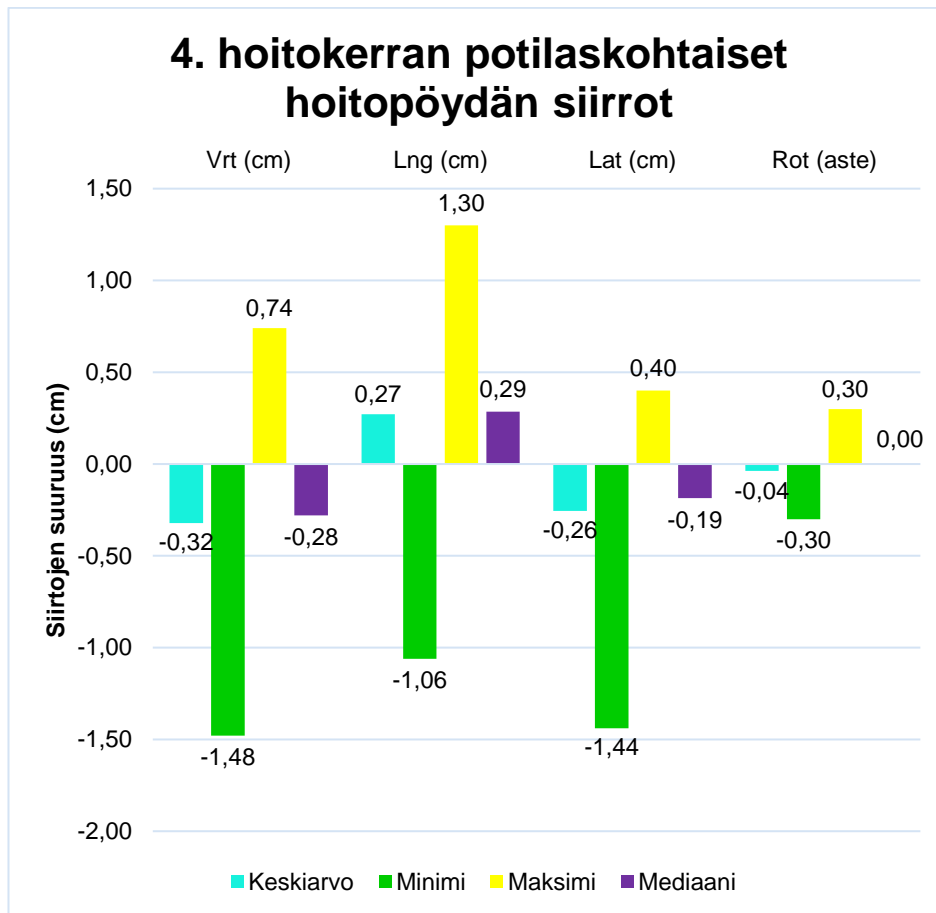
Kuvio 11. Kolmannen hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).

Kolmannella hoitokerralla keskihajonta on ollut suurin vertikaalisuunnassa (Taulukko 12).

Taulukko 12. Kolmannen hoitokerran potilassiirtojen keskihajonnat eri suunnissa.

	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Rot (aste)
<b>Keskihajonta</b>	0,63	0,50	0,35	0,09

Neljännellä hoitokerralla suurin yksittäinen siirto on tapahtunut vertikaalisuunnassa: -1,48cm. Siirtojen vaihtelu on ollut suurinta longitudo-suunnassa vaihteluvälin ollessa 2,36cm. (Kuvio 12.)



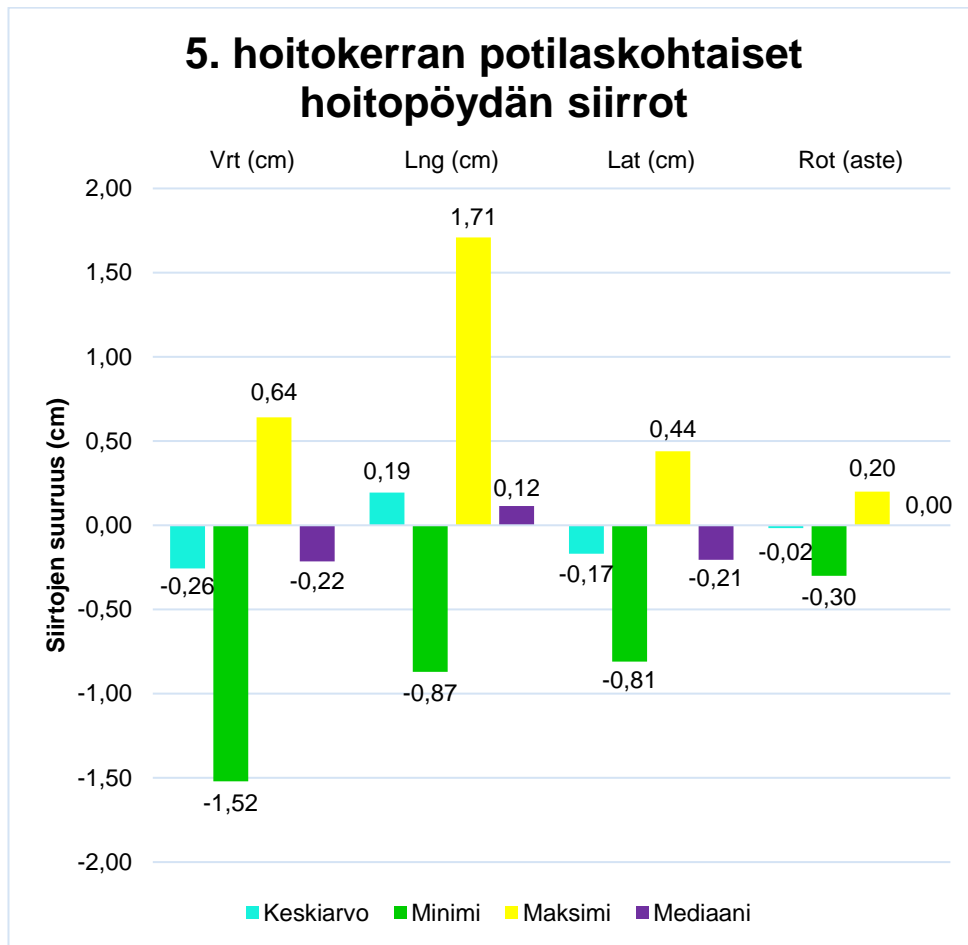
Kuvio 12. Neljännän hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).

Neljännellä hoitokerralla vertikaalisuunnan keskihajonta on ollut suurempi kuin muiden suuntien (Taulukko 13).

Taulukko 13. Neljännän hoitokerran potilassiirtojen keskihajonnat eri suunnissa.

	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Rot (aste)
<b>Keskihajonta</b>	0,58	0,48	0,37	0,13

Myös viidennellä hoitokerralla suurin vaihteluväli on ollut longitude-suunnassa: 2,58cm ja vertikaalisuunnan siirtojen vaihteluväli on ollut toiseksi suurin: 2,16cm. Tällä kerralla suurin yksittäinen siirto on tapahtunut longitude-suunnassa: 1,71cm. (Kuvio 13.)



Kuvio 13. Viidennen hoitokerran potilaskohtaiset hoitopöydän siirrot (150 havaintoa).

Viidennellä hoitokerralla keskihajonta on ollut suurin longitudo-suunnassa (Taulukko 14).

Taulukko 14. Viidennen hoitokerran potilassiirtojen keskihajonnat eri suunnissa.

	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	Rot (aste)
<b>Keskihajonta</b>	0,47	0,54	0,30	0,12



Siirtojen mahdollista keskinäistä riippuvuutta testattiin Kruskal-Wallis-testillä (Liite 3), joka kertoo p-arvon. Testin tulokset osoittavat, että jokaisessa suunnassa siirtojen suuruudet ovat sattumanvaraisia.

## 7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Sekä tässä tutkimuksessa että jo aiemmin tehdyissä tutkimuksissa (O'Neill ym. 2016, Moreau ym. 2017) käy selväksi sisäisten markkereiden ja kuvantaohjauksisen sädehoidon tarpeellisuus hoidon kohdistamisessa eturauhasen sädehoidossa. Tutkimuksen tulosten perusteella pystytään päättämään, että ihomerkeistä huolimatta hoidon kohdistamiseen on käytettävä kuvantaohjausta eivätkä pelkät ihomerkit yksin takaa hoidon toistettavuutta.

### 7.1 Tulosten tarkastelu

Hoitopöydän siirtoja tapahtui jokaisella hoitokerralla, vaikka asettelu oli tehty ihomerkkien avulla. Vertikaalisuunnan päivittäiset 1-2cm siirrot voivat selittyä peräsuolen ja rakon täyttöasteiden vaihtelulla. Eturauhasen sijaitessa peräsuolen ja rakon välissä vaikuttaa näiden täysinäisyys tai tyhjyys eturauhasen sijaintiin päivittäin todella paljon. Tämä näkyi myös mittaustuloksissa melko suurena vaihteluna. Longitude-suunnan vaihtelut voivat selittyä sillä, että potilas asettuu joka päivä hiukan eri kohtaan hoitopöydälle, sillä hoitopöydän tynnyjä ei ole millään tavalla fiksoitu pöytään. Silmämääräisesti asetellut tynnyt ovat varmasti joka kerta hiukan eri kohdassa. Potilaille on tatuoitu suunnitteluvaiheessa vatsalle merkki, jonka tarkoituksena on helpottaa potilaan asettelua suoraan keskelle hoitopöytää. Siitä huolimatta lateraalisuunnankin siirrot vaihtelivat melko paljon. Rotaation vaihteluun voi vaikuttaa tynnyjen asettelu pöydällä sekä potilaan asettuminen hoitopöydälle.

Eri suuntien siirtoja tarkastellessa käy selväksi, että siirtojen vaihtelu on suurta jokaisessa suunnassa. Ottaen huomioon tarkkaan lasketun annosjakauman ja eturauhasta ympäröivät sädeherkät elimet ovat siirrot merkittäviä. Ainoastaan rotaation asteen siirrot pienenevät selvästi ensimmäisen hoitokerran jälkeen ja pysyvät sen jälkeen melko pieninä. Siirtojen suuruuksissa oli myös nähtävissä melko selkeä linja, jossa vertikaalisuunnan siirrot olivat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta suurimpia jokaisella hoitokerralla. Longitude-suunnan siirrot olivat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta toiseksi suurimpia. Lateraalisuunnan siirrot olivat jokaisella kerralla pienempiä kuin muiden suuntien siirrot, mutta ne olivat silti sattumanvaraisia. Rotaatio vaihteli ensimmäisen hoitokerran jälkeen melko vähän. Senkin vaihtelu on kuitenkin ollut p-arvon mukaan sattumanvaraista.

## 7.2 Luotettavuus

Opinnäytetyön aineisto muodostui 30 potilaan suunnittelukuvauksessa sekä viidellä ensimmäisellä hoitokerralla tehdyistä automaattisista hoitopöydän eri suuntaisista siirroista. Aineistoon valittiin potilaat tietyin kriteerein, mikä vähentää tulosten yleistettävyyttä. Tulokset olisivat kuitenkin voineet olla virheellisiä ja vaikeampia tulkita tai verrata toisiinsa, jos joukossa olisi ollut asetteluun tai kuvien laatuun vaikuttavia tekijöitä. Näitä ovat esimerkiksi puuttuva sisäinen markkeri tai poistettu eturauhanen. Dataa kerätessä toimittiin erittäin huolellisesti ja molemmat opinnäytetyön tekijät tarkastivat kirjatut luvut vielä uudestaan. Näin minimoitiin käsittelyvirheen ja poimintavirheen mahdollisuudet, jotta aineisto ja sen tulokset olisivat luotettavia ja laadukkaita. Tällä tavoin voitiin todentaa myös tutkimuksen sisäinen reliabiliteetti. Opinnäytetyössä pyrittiin kuvailemaan ja raportoimaan koko opinnäytetyöprosessin vaiheet mahdollisimman laadukkaasti ja yksityiskohtaisesti, jotta voitiin todentaa tutkimuksen ulkoinen reliabiliteetti. Systemaattisen virheen muodostumista pyrittiin myös välttämään, jotta se ei alentaisi tutkimuksen reliabiliteettia tai validiteettia. Tutkimustulokset vastasivat esitettyihin tutkimuskysymyksiin, jonka vuoksi tutkimus täyttää validiteetin kriteerit. (Heikkilä 2014.)

Tämän opinnäytetyön tekijät saivat koko opinnäytetyöprosessin ajan ohjausta opinnäytetyön vastaavina tutkijoina ja toimeksiantajina toimivilta röntgenhoitajilta sekä sairaalafyysikolta Tyksin sädehoitopoliklinikalla. Tilastotieteen asiantuntija antoi ohjeita tilastolisten tunnuslukujen valintaan sekä niiden tulkintaan. Tämä lisäsi tutkimuksen luotettavuutta.

Opinnäytetyössä käytettiin monipuolisesti sekä kotimaisia että ulkomaisia tietokantoja, joista kerättiin lähdeaineistoa. Lähdeaineisto koostuu tuoreista lähteistä ja niissä on otettu huomioon ja arvioitu kriittisesti lähteen sisältöä, tekijää ja julkaisijaa. Tekijät ovat noudattaneet Turun Ammattikorkeakoulun asettamia ohjeita ja vaatimuksia sekä merkinneet lähteet asianmukaisesti lähdeviitteineen.

Tutkimuksen luotettavuutta vähensi mahdollisesti datan keräystapa huolellisesta kaksoistarkistuksesta huolimatta. Dataa kerättiin kirjaamalla siirrot yksitellen Excel-taulukkolaskenta-ohjelmaan. Keräystapa on saattanut altistaa datan virheille tutkimuksen tekijöiden huomaamatta.

Tasoröntgenkuvia eli kV-kuvia on otettu koko potilasjoukolta toisesta hoitokerrasta eteenpäin. Lisäksi neljällä potilaalla on käytetty tasokuvaa hoidon kohdistamiseen jo en-

simmäisellä hoitokerralla. Tämä on saattanut olla siirtojen suuruuden vertailukelpoisuuteen vaikuttava tekijä, mutta hyvin vähäisessä määrin. Toisaalta sen ansiosta näytteet ovat homogeenisempia, joka taas luo lisää luotettavuutta.

Hoitojakson aikana käytetty hoitokone on vaihdellut eri potilaiden välillä, mutta hoitokone on voinut vaihtua myös yksittäisen potilaan hoitojakson aikana. Sen lisäksi hoidon toteutuksessa mukana ollut hoitohenkilökunta on vaihdellut. Nämä seikat ovat saattaneet vaikuttaa sädehoidon hoitopöydän siirtojen suuruuteen ja niiden vaihteluun, joka omalta osaltaan vähentää tulosten luotettavuutta tai vertailukelpoisuutta. Toisaalta sädehoitopoliklinikalla tämä on normaali käytäntö ja toimintatapa.

### 7.3 Eettisyys

Opinnäytetyöprosessin kaikissa vaiheissa on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä. Tiedonhankinnassa on käytetty eettisesti kestäviä ja luotettavia lähteitä. Lähteet sekä viittaukset muiden toteuttamiin tutkimuksiin on merkitty asianmukaisesti Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2012) ohjeiden mukaisesti. Teoreettinen viitekehys perustuu aiheeseen liittyvään aiempaan tutkimustietoon. Tutkimuksen kohteena olevasta ulkoisten ihomerkkien merkityksestä sädehoidon asettelussa ei ole tehty aiemmin tutkimusta, mutta aiheeseen liittyen ja sitä tukien löytyy jonkin verran luotettavaa tietoa ja tutkimuksia. Tietoa oli kohtuullisesti, mutta sitä oli hyvin haastavaa löytää. Tiedonhakuprosessi olikin datan analysoinnin lisäksi tutkimuksen työläin osuus.

Eettisestä näkökulmasta katsoen opinnäytetyölle oli oikeutus, sillä kyseistä aihetta ei ole aiemmin tutkittu, mutta sillä saattaa olla erittäin suuri merkitys tarkasteltaessa tutkimuksen tuloksia. Tulosten perusteella voidaan perustella aiheen jatkotutkimukset sekä mahdollisesti muuttaa hoitokäytäntöjä paremmiksi ja sujuvimmiksi. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Hoitokäytäntöjen muutoksilla voidaan vaikuttaa sekä potilaan hoitokokemukseen että röntgenhoitajien päivittäisen työn sujuvuuteen.

Opinnäytetyölle haettiin Tyksistä rekisteritutkimuslupaa joulukuussa 2019. Rekisteritutkimuksen lupaan laitettiin liitteeksi tutkimussuunnitelma. Tutkimussuunnitelma sisälsi tutkimuksen tarkoituksen, käytetyt tutkimusmenetelmät, aineiston analyysimenetelmän sekä tutkittavan datan. Rekisteritutkimusluvalle puoltolauseen tammikuussa 2020 antoi toimialueen johtaja. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.) Aihetta tutkittiin analysoiden potilaiden suunnittelukuvauksen sekä sädehoitoa ennen otettujen röntgenkuvien pe-

rusteella kerättyä dataa. Tekijät eivät olleet itse missään vaiheessa kontaktissa potilaiden kanssa. Datan käsittely kohdistui pelkästään siirtojen suuruuteen. Potilaiden henkilötietojen sijaan käytössä oli juokseva numerosarja, jonka avulla voitiin tarkastella dataa ja analysoida siirtoja eri suunnissa eri hoitokertojen välillä, samalla potilaalla. Nämä toimet takasivat potilaan anonymiteetin. (Saaranen- Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Tutkimus kohdistui vain kerättyyn tietoon ja mittaustuloksiin. Tutkimus ei myöskään vaikuttanut suunnittelukuvaukseen tai hoidon toteutukseen eikä potilaaseen kohdistunut ylimääräisiä toimenpiteitä. Tulokset raportoitiin kerätyn datan ja siitä tehdyn analyysin pohjalta. Opinnäytetyön valmistuttua kaikki aineisto hävitettiin rekisteritutkimusluvan ehtojen mukaisesti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

#### 7.4 Loppuyhteenveto ja jatkotutkimusaiheet

Opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään kuinka suuria potilaskohtaiset sädehoidon hoitopöydän siirrot ovat suhteessa sisäisiin markkereihin ja missä suunnissa vaihtelu on suurinta. Yksittäisinä muuttujina käytettiin potilaskohtaisia, eri suuntien siirtoja, joiden kuvailuun käytettiin apuna keskiarvoja sekä keskihajontoja. Muuttujille laskettiin myös minimi-, maksimi- ja mediaaniarvot, sillä ne antoivat lisäinformaatiota ja apua tulosten tulkintaan. (Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto 2004.)

Opinnäytetyön aineiston perusteella saatiin selville selkeästi siirtojen suuruudet sekä suunnat, jossa vaihtelu on suurinta. P-arvojen perusteella pystyttiin tulkitsemaan vaihtelun olevan sattumanvaraista. Aineiston perusteella pystyttiin vastaamaan ennalta asetettuihin kysymyksiin sekä saatiin arvokasta informaatiota mahdollisia jatkotutkimuksia varten.

Tutkimusten tulosten perusteella on todettavissa, että asettelu ei voi perustua pelkästään hoitajien arvioon anatomisten merkkien perusteella siitä, missä eturauhanen kullakin potilaalla sijaitsee. Tämän osoitti vertailu magneettisuunnittelukuvauksen siirtojen ja hoitojen siirtojen välillä, jossa suunnittelukuvauksen siirrot ovat huomattavasti isompia kuin hoitojen aikana tehdyt siirrot.

Mittaustulosten perusteella voidaan päätellä, että ulkoiset ihomerkit eivät takaa hoidon osuvuutta eturauhassyövän kuvantaohjatussa sädehoidossa. Ihomerkeistä luopuminen vaatisi kuitenkin hoidon toistettavuuden takaamista jollain toisella keinolla. Tämä voisi olla esimerkiksi hoitopöytä kiinni fiksoitujen pää-, polvi- ja nilkkatyynyjen käyttö. Tällöin

potilas voisi olla päivittäin samassa kohdassa hoitopöytää longitude- ja lateraalisuunnissa, jolloin siirrot voisivat pienentyä tai hävitä lähes kokonaan. Vertikaalisuunnan siirtoihin vaikuttaminen on lähes mahdotonta rakon ja suolen toiminnan vaihtelun vuoksi. Tästä syystä kuvantaohjattu sädehoito ja sisäisten markkereiden käyttö ovat välttämättömät eturauhassyövän sädehoidossa jatkossakin.

On toivottavaa, että tämän opinnäytetyön tulokset antavat uutta tietoa röntgenhoitajille, röntgenhoitajaopiskelijoille sekä kaikille aiheesta kiinnostuneille. Suurin tavoite on, että tutkimuksen tulosten perusteella voitaisiin muuttaa sädehoitopoliklinikan hoitokäytäntöjä, saada parannettua asettelun toistettavuutta ja parhaassa tapauksessa voitaisiin luopua ulkoisista ihomerkeistä. Tämä hyödyttäisi mahdollisesti niin hoitohenkilökuntaa kuin potilastakin, kun hoidon osuvuus voitaisiin taata sujuvammin ja varmemmin.

Samanlainen tutkimus voitaisiin suorittaa uudestaan keräämällä mittaustulokset eturauhassyöpäpotilaista, jotka hoidettaisiin kuvantaohjatusti ilman ulkoisia ihomerkkejä. Näitä tuloksia voitaisiin verrata keskenään esimerkiksi tämän työn mittaustuloksiin tai vastaavalla tavalla kerättyihin uusiin mittaustuloksiin. Luotettavuutta lisäisi myös, jos aineiston keruu suoritettaisiin otantana ja otoksen koko olisi suurempi kuin tämän opinnäytetyön poiminta.

## LÄHTEET

- Eskelinen, S. 2017. Prostataspesifinen antigeeni, "eturauhaskoe" (P-PSA). Terveyskirjasto. Laboratoriotutkimusten tulkinta. Viitattu 25.2.2020 [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03230](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03230).
- Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. 9. uudistettu painos. Helsinki: Edita. 39, 176-178.
- Huovinen, K. 2015. Lähde lähteiden lähteelle. AMK-opinnäytetyö. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu.
- International Commission on Radiation Units and Measurements 1999. ICRU. Report 62. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. Bethesda.
- Johansson, R. 2018. Sädehoito. Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 18.2.2020 [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk01078](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01078).
- Koponen, J.; Hildén, J. & Vapaasalo, T. 2016. Tieto näkyväksi. Helsinki: Aalto-yliopisto. 186.
- Korhonen, M. 2016. Hoitokohteen liikekorjauksen tarkkuus eturauhasen robottisädehoidossa. Luonnontieteiden Pro gradu tutkielma. Itä-Suomen yliopisto. Lääketieteellisen fysiikan koulutusohjelma. Viitattu 18.2.2020 [https://epublications.uef.fi/pub/urn\\_nbn\\_fi\\_uef-20161064/urn\\_nbn\\_fi\\_uef-20161064.pdf](https://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20161064/urn_nbn_fi_uef-20161064.pdf).
- Kouri, M. & Kangasmäki, A. 2009. Moderni sädehoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim Vol. 125 No. 9/2009, 947-58. Viitattu 24.2.2020 <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2009/9/duo98024>.
- KvantiMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. 2004. Tilastollinen päättely. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovaranto. Viitattu 20.3.2020 <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/paattely/paattely.html>.
- KvantiMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. 2008. Mittaaminen: mittarin luotettavuus. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovaranto. Viitattu 20.3.2020 <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/luotettavuus.html>.
- KvantiMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. 2014. Hypoteesien testaus-SPSS harjoitus 2. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovaranto. Viitattu 8.4.2020 <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/hypoteesi/harjoitus2.html>.
- Moreau, J.; Biau, J., Achard J., Toledano, I., Benhaim, C., Kwiatkowski, F., Loos, G. & Lapeyre, M. 2017. Cureus Vol. 9 No. 10/2017. Viitattu 17.2.2020 <https://www.cureus.com/articles/8624-intraprostatic-fiducials-compared-with-bony-anatomy-and-skin-marks-for-image-guided-radiation-therapy-of-prostate-cancer>.
- Myllykangas M.; Reinikainen, P., Kouri, M. & Visapää, H. 2017. Eturauhassyövän kehittyvä sädehoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim Vol. 133 No. 17/2017, 1555-62. Viitattu 24.2.2020 <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2017/17/duo13877>.
- Nurmi, H.; Saarilahti, K. & Tenhunen, M. 2013. Kvantamisohjauksinen sädehoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim Vol. 129 No. 7/2013, 721-9. Viitattu 26.3.2020 <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2013/7/duo10892>.
- O'Neill, A.; Jain, S., Hounsell, A. & O'Sullivan, J. 2016. Fiducial markers guided prostate radiotherapy: a review. The British Journal of Radiology Vol. 89 No.1068/2016. Viitattu 17.2.2020 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5604907/>.

- Palva, T.; Rosenberg, L. & Saarilahti, K. 2015. Ohjeita sinulle joka saat sädehoitoa. Suomen syöpäpotilaat ry. 8-9.
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 20.3.2020 [https://www.fsd.tuni.fi/metelmaopetus/kvali/L3\\_1\\_2.html](https://www.fsd.tuni.fi/metelmaopetus/kvali/L3_1_2.html).
- Saarelma, O. 2020. Eturauhassyöpä. Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 17.2.2020 [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00210&p\\_hakusana=Eturauhassy%C3%B6p%C3%A4](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00210&p_hakusana=Eturauhassy%C3%B6p%C3%A4).
- Eturauhassyöpä. Käypä hoito-suositus 2014. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Urologiyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 17.2.2020 <https://www.kaypahoito.fi/hoi11060>.
- Suomen Syöpärekisteri. 2019. Syöpä 2017. Viitattu 17.2.2020 [https://syoparekisteri.fi/assets/files/2019/10/sy%C3%B6p%C3%A42017\\_raportti.pdf](https://syoparekisteri.fi/assets/files/2019/10/sy%C3%B6p%C3%A42017_raportti.pdf).
- Syöpäjärjestöt. 2020. Eturauhassyöpä. Kaikki syövästä. Viitattu 17.2.2020 <https://www.kaikki-syovasta.fi/tietoa-syovasta/syopataudit/eturauhassyopa/>.
- Tenhunen, M.; Korhonen, J., Kapanen, M., Seppälä, T., Koivula, L., Collan, J., Saarilahti, K. & Visapää, H. 2018. MRI-only based radiation therapy of prostate cancer: workflow and early clinical experience. Acta Oncologica Vol. 57 No. 7/2018, 902-907. Viitattu 25.3.2020 <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0284186X.2018.1445284>.
- Teoh, M.; Clark, C., Wood, K., Whitaker, S. & Nisbet, A. 2011. Volumetric modulated arc therapy: a review of current literature and clinical use in practice. The British Journal of Radiology Vol. 87 No. 1007/2011, 967-996. Viitattu 24.2.2020 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3473700/>.
- Terveyskylä. 2018. Eturauhanen ja eturauhasen syöpä. Viitattu 25.2.2020 <https://www.terveyskyla.fi/syopatalo/sy%C3%B6p%C3%A4taudit/eturauhassy%C3%B6p%C3%A4/eturauhanen-ja-eturauhasen-sy%C3%B6p%C3%A4>.
- Terveyskylä. 2019. Paikallisen eturauhassyövän hoito. Viitattu 18.2.2020 <https://www.terveyskyla.fi/syopatalo/sy%C3%B6p%C3%A4taudit/eturauhassy%C3%B6p%C3%A4/paikallisen-eturauhassy%C3%B6v%C3%A4n-hoito>.
- Tilastokeskus. 2020. Käsitteet. Viitattu 20.3.2020 [https://www.stat.fi/meta/kas/hark\\_var\\_nayte.html](https://www.stat.fi/meta/kas/hark_var_nayte.html).
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje. Viitattu 17.3.2020 [https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf).
- Tyks laboratoriot. 2019. Tutkimusohjekirja. P-prostataspesifinen antigeeni. Viitattu 15.4.2020 <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=4869>.
- Webropol. 2013. Pikaopas. Professional Statistics. Viitattu 29.4.2020 <https://www.webropolsurveys.com/Manuals/Webropol.PS.Pika.opas.FIN.pdf>.
- Wright, P. 2020. Sairaalaafyysikko. Turun yliopistollisen keskussairaalan sädehoitopoliklinikka. Henkilökohtainen tiedonanto. 3.4.2020.



Painamattomat lähteet:

Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje. 2018. Tatuointiohje.

Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje. 2020. Hoidon suunnittelukuvaus.

Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje. 2020. Lääkärin vastuut ja tehtävät.

Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje. 2020. Sädehoidon kohdistus ja tarkkuusvaatimukset.

Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje. 2020. Sädehoidon valmistelu, potilaan asettelu ja fiksointi.

Tyksin sädehoitopoliklinikan laatujärjestelmän toimintaohje. 2020. Ulkoisen sädehoidon suunnittelu ja toteutus.

## Lomake potilaan suunnittelukuvauksessa tehtyjen hoitopöydän siirtojen kirjaamista varten.

Potilas / numero	Lat (cm)	Vrt (cm)	Lng (cm)
P1			
P2			
P3			
P4			
P5			
P6			
P7			
P8			
P9			
P10			
P11			
P12			
P13			
P14			
P15			
P16			
P17			
P18			
P19			
P20			
P21			
P22			
P23			
P24			
P25			
P26			
P27			
P28			
P29			
P30			

## Lomake potilaan sädehoitokerroilla tehtyjen hoitopöydän siirtojen kirjaamista varten.

Potilas/hoitokerta/numero/kuvaus	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	rot (aste)
P1 / H1				
P1 / H2				
P1 / H3				
P1 / H4				
P1 / H5				
P2 / H1				
P2 / H2				
P2 / H3				
P2 / H4				
P2 / H5				
P3 / H1				
P3 / H2				
P3 / H3				
P3 / H4				
P3 / H5				
P4 / H1				
P4 / H2				
P4 / H3				
P4 / H4				
P4 / H5				
P5 / H1				
P5 / H2				
P5 / H3				
P5 / H4				
P5 / H5				
P6 / H1				
P6 / H2				
P6 / H2				
P6 / H4				
P6 / H5				
P7 / H1				
P7 / H2				
P7 / H3				
P7 / H4				
P7 / H5				
P8 / H1				
P8 / H2				
P8 / H3				
P8 / H4				
P8 / H5				
P9 / H1				
P9 / H2				
P9 / H3				
P9 / H4				
P9 / H5				
P10 / H1				
P10 / H2				
P10 / H3				
P10 / H4				
P10 / H5				

Potilas/hoitokerta/numero/kuvaus	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	rot (aste)
P11 / H1				
P11 / H2				
P11 / H3				
P11 / H4				
P11 / H5				
P12 / H1				
P12 / H2				
P12 / H3				
P12 / H4				
P12 / H5				
P13 / H1				
P13 / H2				
P13 / H3				
P13 / H4				
P13 / H5				
P14 / H1				
P14 / H2				
P14 / H3				
P14 / H4				
P14 / H5				
P15 / H1				
P15 / H2				
P15 / H3				
P15 / H4				
P15 / H5				
P16 / H1				
P16 / H2				
P16 / H3				
P16 / H4				
P16 / H5				
P17 / H1				
P17 / H2				
P17 / H3				
P17 / H4				
P17 / H5				
P18 / H1				
P18 / H2				
P18 / H3				
P18 / H4				
P18 / H5				
P19 / H1				
P19 / H2				
P19 / H3				
P19 / H4				
P19 / H5				
P20 / H1				
P20 / H2				
P20 / H3				
P20 / H4				
P20 / H5				

Potilas/hoitokerta/numero/kuvaus	Vrt (cm)	Lng (cm)	Lat (cm)	rot (aste)
P21 / H1				
P21 / H2				
P21 / H3				
P21 / H4				
P21 / H5				
P22 / H1				
P22 / H2				
P22 / H3				
P22 / H4				
P22 / H5				
P23 / H1				
P23 / H2				
P23 / H3				
P23 / H4				
P23 / H5				
P24 / H1				
P24 / H2				
P24 / H3				
P24 / H4				
P24 / H5				
P25 / H1				
P25 / H2				
P25 / H3				
P25 / H4				
P25 / H5				
P26 / H1				
P26 / H2				
P26 / H3				
P26 / H4				
P26 / H5				
P27 / H1				
P27 / H2				
P27 / H3				
P27 / H4				
P27 / H5				
P28 / H1				
P28 / H2				
P28 / H3				
P28 / H4				
P28 / H5				
P29 / H1				
P29 / H2				
P29 / H3				
P29 / H4				
P29 / H5				
P30 / H1				
P30 / H2				
P30 / H3				
P30 / H4				
P30 / H5				

**Kruskall-Wallis testi.**

Suunta	P-arvo (Kruskall-Wallis testi)
Vertikaali	0,8
Longitude	0,732
Lateraali	0,446
Rotaatio	0,264