

Tämä on rinnakkaistallenne.

Rinnakkaistallenteen sivuasettelut ja typografiset yksityiskohdat *saattavat poiketa* alkuperäisestä julkaisusta.

Julkaisun tekijä(t): Heikkinen, Juha; Sepponen, Pasi; Juntunen, Mikael; Ketola, Juuso; Nieminen, Miika; Paalimäki-Paakki, Karoliina; Henner, Anja

Julkaisun nimi: Sironnakartat havainnollistavat siroavan säteilyn määrää tutkimushuoneessa

Julkaisuvuosi: 2019

Versio: Julkaistu versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Heikkinen, J., Sepponen, P., Juntunen, M., Ketola, J., Nieminen, M., Paalimäki-Paakki, K. & Henner, A. (2019). Sironnakartat havainnollistavat siroavan säteilyn määrää tutkimushuoneessa. *Radiografia*, 41(2), 10-12.

Sirontakartat havainnollistavat siroavan säteilyn määrää tutkimushuoneessa

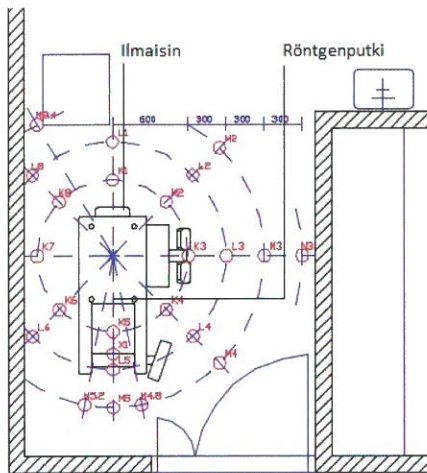
Tutkimushuoneessa siroava säteily voi aiheuttaa säteilyrasitusta henkilökunnalle ja mahdolliselle kiinnipitäjälle. Sirontakartoilla voidaan havainnollistaa tutkimuksesta aiheutuvan siroavan säteilyn annoksia ja jakautumista tutkimushuoneessa sekä suunnitella tarvittavat suojaustoimet.

Kartiokeilatietokonetomografialaitteen (KKT) aiheuttaman siroavan säteilyn annoksista ja annosnopeuksista on hyvin vähän tutkittua tietoa, vaikka KKT-laitteiden ja -tutkimusten määrä on viime vuosina lisääntynyt ja niiden määrän oletetaan lisääntyvän tulevaisuudessa edelleen. Siroavan säteilyn annos- ja annosnopeusmittausten avulla saatavaa tietoa voidaan hyödyntää käytössä olevien laitteiden ja tulevaisuudessa kehitettävien KKT-sovellustusten yhteydessä. Mittausten perusteella laaditut sirontakartat havainnollistavat tutkimuksesta aiheutuvan siroavan säteilyn annoksia ja jakautumista tutkimushuoneessa. Sirontakarttojen perusteella voidaan arvioida mahdollisesti toimenpiteen aikana tutkimushuoneessa olevan henkilökunnan tai saattajan säteilyaltistusta, oikeaa sijoittumista tutkimuksen aikana sekä suunnitella mahdollisten säteilysuojainten ja suojien käyttöä ja sijoittelua.

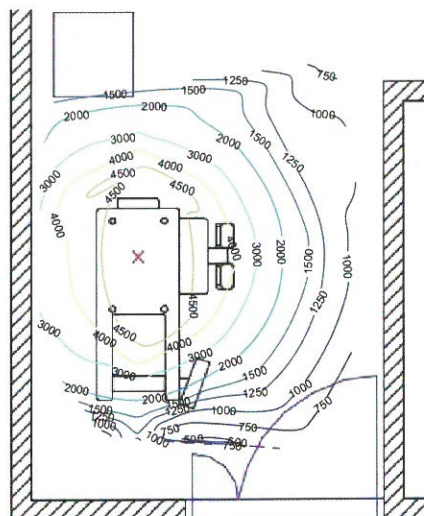
Sirontakartoissa on esitetty tutkimuksesta aiheutuvan siroavan säteilyn annos sekä annoksen isodosisikäyrä, joka havainnollistaa säteilyn jakautumista tutkimushuoneessa.

Sironnan mittaaminen kartiokeilatietokonetomografiatutkimuksissa

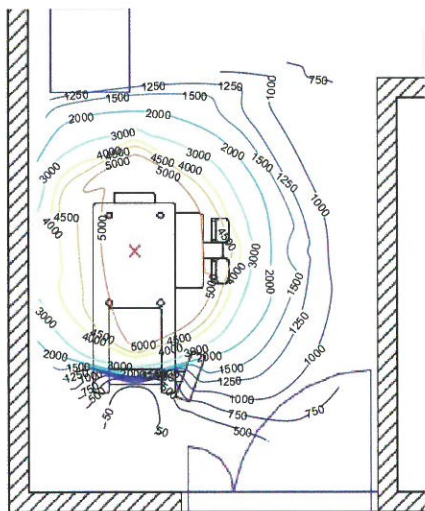
Sirontamittauksissa käytettiin Raysafe X2 -mittausjärjestelmää ja sen vuoto- ja sirontamittauksiin suunniteltua Survey-sensoria. Pienin annosnopeus, jota laitteella voi mitata, on 10 $\mu\text{Sv/h}$, joten se soveltuu hyvin sirontamittausten tekemiseen. Raysafe X2 -mittausjärjestelmä tallentaa säteilytystapahtuman mittarin muistiin, joten se mahdollisti myös annosnopeuden vaihtelun tutkimisen laitteen pyörähdyskulman ja ajan funktiona. KKT-laitteena toimi



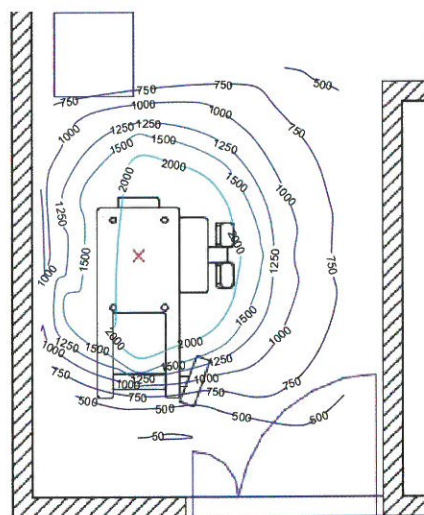
Kuva 1



Kuva 2



Kuva 3



Kuva 4

Kuva 1. Mittauspisteet KKTT-laitteen ympärillä

Kuva 2. Sirontakartta 101 cm:n korkeudella lattiasta kuvakentän koolla 75x100 mm ja normaalilla resoluutiolla. Annoksen yksikkö on nSv.

Kuva 3. Sirontakartta 141 cm:n korkeudella lattiasta kuvakentän koolla 75x100 mm ja normaalilla resoluutiolla. Annoksen yksikkö on nSv.

Kuva 4. Sirontakartta 181 cm:n korkeudella lattiasta kuvakentän koolla 75x100 mm ja normaalilla resoluutiolla. Annoksen yksikkö on nSv.

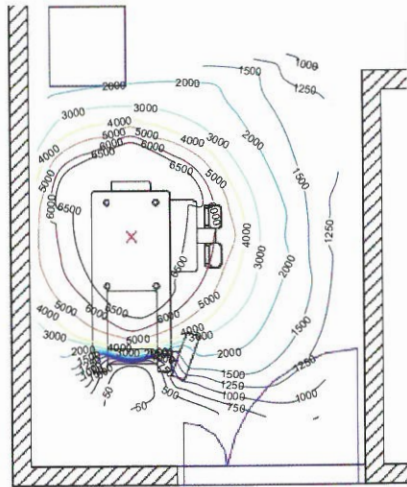
Soredexin valmistama Scanora 3D –kartiokeilatie-tonometografi-laite, ja potilasta mallintamaan käytettiin CIRS ATOM 711-HN –pääfantomia. Mittauspisteet suunniteltiin laitteen ympärille AutoCAD LT 2018 –ohjelmistoa apuna käyttäen kuva-sa 1 esitetyille etäisyyksille. Mittauskorkeuksina olivat 101 cm, 141 cm (isotriipisteen korkeus) ja 181 cm. Mittauksissa käytettiin tutkimusindikaationa tyypillistä infektiotokustutkimusta ja sen kuvausparametreja. Mittaukset toistettiin kolme kertaa kussakin mittauspisteessä satunnaisvirheen poistamiseksi. Mittaukset suoritettiin myös suurimmalla kuvakentän koolla (FOV) ja korkealla resoluutiolla isotriipisteen korkeudella (141 cm) ilman keskiarvoistusta maksimiannosten ja -annosnopeuksien selvittämiseksi. Jokaisen mit-

tauskorkeuden annoksista laadittiin sirontakartat MATLAB-ohjelmiston ja siihen Saarakkalan ym. tekemän työkalun avulla (X-Ray Scattering Tool for Examination Rooms v. 1.0.)

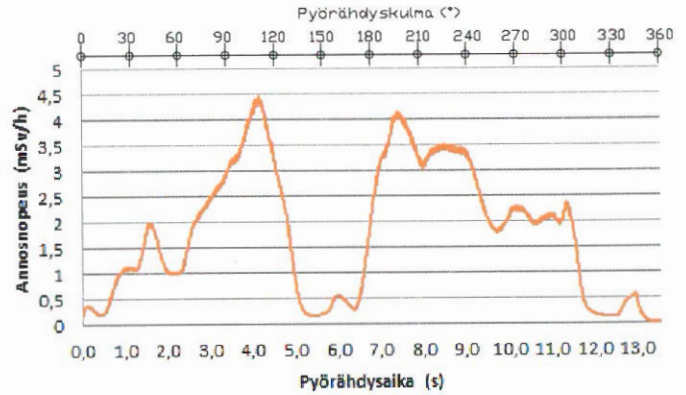
Sirontakartat KKTT-laitteen ympärillä

Kuvissa 2, 3 ja 4 on esitetty horisontaalitaso-n sirontakartat infektiotokusta vastaavassa tutkimuksessa eri mittauskorkeuksilla. Infektiotokusta vastaavassa tutkimuksessa kuvausparametreina olivat normaali resoluutio, kuvakentän koko 75 mm x 100 mm ja 15 mA:n putkivirta.

Tutkimustulosten mukaan suurimmat siron-



Kuva 5. Sironnakartta 141 cm:n korkeudella lattiasta kuvakentän koolla 75x145 mm ja normaalilla resoluutiolla. Annoksen yksikkö on nSv.



Kuva 6. Kuvassa on esitetty annosnopeuden vaihtelu ajan ja laitteen pyörähdyskulman funktiona.

neen säteilyn annokset olivat isosentripisteen (141 cm) korkeudella ja laitteen etupuolella. Lisäksi suurempi kuvakenttä ja korkeampi resoluutio aiheuttavat enemmän sironnutta säteilyä. Pääsääntöisesti suurin annos ja annosnopeus olivat samassa mittauspisteessä. Säteilyn havaittiin vaimenevan etäisyyden neliölain mukaisesti vapaassa tilassa laitteen etupuolella. KKTT-laitteen moottorikotelo vaimensi sironnutta säteilyä voimakkaasti. Sironneen säteilyn annosnopeus mittauspisteessä vaihteli voimakkaasti gantryn pyöriessä kuvattavan kohteen ympärillä (Kuva 5).

Siroavan säteilyn jakautuminen tutkimushuoneessa

Henkilökunnan säteilysuojelun kannalta on tärkeää pitää etäisyys sirottavaan kohteeseen ja röntgenputkeen mahdollisimman suurena. Säteily vapaassa tilassa noudattaa etäisyyden neliölakia ja etäisyyden kasvattaminen sirottavaan kohteeseen vähentää tutkimushuoneessa olevien henkilöiden säteilyrasitusta merkittävästi. Sironnakarttoja tarkasteltaessa huomataan, että hampaiston infektiotokusta vastaavassa tutkimuksessa laitteen takana sironneen säteilyn määrä oli pienempi kuin etupuolella. Tämä johtunee fantomin epäsymmetrisestä muodosta sekä

kuvakentän epäsymmetrisestä sijainnista. Tällaisessa tutkimuksessa mahdollisen kiinnipitäjän tai henkilökunnan turvallisin paikka olisi siis potilaan takana. Suurempaa kuvakenttää käytettäessä kuvakenttä ulottuu kauemmas fantomin takaosaan, jolloin fantomin takaosan aiheuttama vaimennus pienenee ja siroavan säteilyn määrä potilaan takana kasvaa. KKTT-laitteen tukirakenteet ja gantry vaimentavat sironnutta säteilyä, joka havaitaan isosentripisteen korkeuden yläpuolelta (181 cm) laaditusta sironnakartasta. Kuvioista 6 voidaan havaita, että sironnutta säteilyä tulee mittauspisteeseen eniten hetkeä ennen ja jälkeen röntgenputken pyörähtäessä ohi mittauspisteen, ts säteily siroaa voimakkaimmin röntgenputken suuntaan. Lisäksi röntgenputki ja detektori vaimentavat siroavaa säteilyä niiden osuessa pyörähdysten aikana samalle linjalle mittauspisteen ja sirottavan kohteen kanssa.

Sironnakarttojen ja isodosikäyrien avulla voidaan arvioida siroavan säteilyn annoksia eri puolilla tutkimushuonetta kunkin tutkimuksen aikana. Näitä tuloksia voidaan hyödyntää arvioitaessa tutkimushuoneessa mahdollisesti olevien henkilöiden säteilyrasitusta.

Heikkinen J & Sepponen P 2017. Sironna kartiokeilatietokone-tomografiatutkimuksissa. Opinnäytetyö. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/134641/heikkinen_juha_sepponen_pasi.pdf;jsessionid=9935EDD2782CB4744D70BC7328D36773?sequence=1