Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointialueen kuvantamisen vastuualueen röntgentoiminnan säteilyn käytön turvallisuusarvio

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Päiväys** | **Muutokset** | **Tekijät** |
| 22.6.2023 | Lisätty säteilyn käyttöpaikaksi Dentopolis 1. krs Oulu | Raija Honkanen |
| 26.3.2024 | Poistettu Vaalan röntgen kuvausyksiköistä | Raija Honkanen |
| 8.1.2025 | Haapaveden röntgen poistettu | Raija Honkanen |

**Toiminnanharjoittaja** Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointialue Lupa nro

 (Pohde)

Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointialue 5075

 Diagnostiikan osaamiskeskus

 Kuvantaminen, röntgentoiminta

 PL 10

 90029 OYS

**Y-tunnus 3221326–2**

**Säteilyn käyttöpaikat**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Käyntiosoite** | **Postitoimipaikka** |
| **Dentopolis 1. krs** | **Aapistie 3**  | **90220 Oulu** |
| **Haapajärvi** | **Männistönkatu 6** | **85800 Haapajärvi** |
| **Kalajoki**  | **Tohtorintie 4** | **85100 Kalajoki** |
| **Kempele** | **Kirkkotie 21** | **90440 Kempele** |
| **Kuusamo** | **Raistakantie 1** | **93600 Kuusamo** |
| **Liminka** | **Liminganraitti 4** | **91900 Liminka** |
| **Muhos** | **Puhakantie 16** | **91500 Muhos** |
| **Nivala** | **Pappilantie 1** | **85500 Nivala** |
| **Oys** | **Kajaanintie 50** | **90029 OYS** |
| **Oulaskangas** | **Oulaistenkatu 5** | **86300 Oulainen** |
| **Pudasjärvi** | **Varsitie 1** | **93100 Pudasjärvi** |
| **Pyhäjärvi**  | **Toipilaspolku 1** | **86800 Pyhäjärvi** |
| **Raahe** | **Rantakatu 4** | **92101 Raahe** |
| **Taivalkoski** | **Sairaalantie 8A** | **93400 Taivalkoski** |
| **Ylivieska** | **Kirkkotie 4** | **84100 Ylivieska** |

Sisältö

[1. Toiminnan laajuus 3](#_Toc187227189)

[2. Yleiset toimet säteilyturvallisuuden varmistamiseksi ja säteilysuojelun optimoimiseksi 3](#_Toc187227190)

[3. Lääketieteellinen säteilyaltistus 5](#_Toc187227191)

[Tietokonetomografia 5](#_Toc187227192)

[Hammas- ja raaja-KKTT 6](#_Toc187227193)

[Natiiviröntgentoiminta (ml. hammaskuvaukset ja mammografia) 6](#_Toc187227194)

[Läpivalaisu-ja angiografiatutkimukset sekä -toimenpiteet 7](#_Toc187227195)

[4. Työperäinen altistus 8](#_Toc187227196)

[Tietokonetomografia 9](#_Toc187227197)

[Hammas- ja raaja-KKTT 9](#_Toc187227198)

[Natiiviröntgentoiminta (ml. hammaskuvaukset ja mammografia) 9](#_Toc187227199)

[Läpivalaisu-ja angiografiatutkimukset sekä -toimenpiteet 10](#_Toc187227200)

[5. Väestön altistus 11](#_Toc187227201)

[6. Luokittelujen kooste 11](#_Toc187227202)

[7. Tunnistetut säteilyturvallisuuspoikkeamat 12](#_Toc187227203)

[8. Toimet tunnistettujen säteilyturvallisuuspoikkeamien ennalta-ehkäisemiseksi sekä niihin varautumiseksi 12](#_Toc187227204)

1. Toiminnan laajuus

Toimintaa turvallisuusluvan alueella on yhdessä yliopistollisessa sairaalassa (Oys) ja kahdessa aluesairaalassa sekä 12 terveyskeskuskuvantamisyksikössä. Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointialueen kuvantamisen vastuualueen röntgentoiminnan turvallisuuslupaan kuuluu useita kiinteitä ja liikuteltavia natiiviröntgenlaitteita, sekä kiinteitä tietokonetomografia-, mammografia-, angiografia-, ja läpivalaisulaitteita. Oysissa on käytössä kaikki edellä mainitut laiteet, Oulaskankaan, Raahen ja Kuusamon kuvantamisyksiköissä on kiinteitä sekä liikuteltavia natiiviröntgenlaitteita ja kiinteä tietokonetomografialaite sekä Raahessa, Kuusamossa ja Ylivieskassa mammografialaite. Kaikissa terveyskeskuskuvantamisyksikössä on kiinteä natiiviröntgenlaite ja pantomografialaite hammaskuvauksiin.

Turvallisuusluvan alaisessa toiminnassa vuonna 2024 tehdyt tutkimukset ja toimenpiteet, joissa on hyödynnetty röntgensäteilyä näkyvät taulukossa 1. Pohteen kuvantamisen vastuualueen tutkimuksissa käytettyjen röntgenputkien energia-alue on 15–150 keV.

Taulukko 1. Säteilytutkimukset ja -toimenpiteet 2024.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tutkimus** | Normaali | Päivystys | **Yhteensä**  |  | **Toimenpide** | Normaali | Päivystys | **Yhteensä** |
| kpl | kpl | **kpl** |  | kpl | kpl | **kpl** |
| KKTT | **1 936** | **480** | **2 416** |  | Angio tmp | **1 047** | **694** | **1 741** |
| Natiivi | **99 834** | **66 706** | **166 540** |  | LPV-ohjattu tmp | **374** | **284** | **658** |
| TT | **15 871** | **30 950** | **46 821** |  | Muu tmp | **7** | **8** | **15** |
| Varjoaine | **766** | **216** | **982** |  | TT ohjattu tmp | **184** | **54** | **238** |
| Verisuoni | **596** | **262** | **858** |  | Rinnan tmp | **1 584** | **120** | **1 704** |
| **Summa** | **119 003** | **98 614** | **217 617** |  | **Summa** | **3 196** | **1 160** | **4 356** |

2. Yleiset toimet säteilyturvallisuuden varmistamiseksi ja säteilysuojelun optimoimiseksi

Yleisen laadun varmistamiseksi toiminnanharjoittajan käytössä on ISO9001:2015 standardin mukainen toimintakäsikirja (laatukäsikirja), joka ulottuu myös kuvantamistoimintaan. Säteilyturvallisuuslaatukäsikirjassa on koottuna säteilytoiminnan perusteet sekä säteilytoimintaan liittyvät ohjeet ja suositukset. Tekniset laadunvarmistustoimenpiteet on määritelty laadunvarmistusohjelmassa, jota päivitetään määräajoin huomioiden uusimmat kansalliset ja kansainväliset suositukset. Laadunvarmistus on toteutettu yhteistyössä Oysin röntgenlaitehuollon, röntgenhoitajien, sairaalafyysikoiden ja laitevalmistajien huollon toimesta. Laadunvarmistuksen toteutumista seurataan erillisellä Excel-taulukoihin perustuvalla järjestelmällä, joka löytyy Oysin intranetistä ja Teamsista (alueellinen toiminta).

Säteilyturvallisuusasiantuntijoina (STA) ja lääketieteellisen fysiikan asiantuntijoina (LFA) toimivat toiminnanharjoittajan palveluksessa olevat sairaalafyysikot johtamisjärjestelmässä määriteltyjen vastuualueidensa mukaisesti. Säteilyturvallisuusvastaavana (STV) toimii kuvantamisen vastuualuejohtaja, ylilääkäri Markko Nikki. Sijaisena toimii hallinnollinen apulaisylilääkäri Elias Vaattovaara. Kuvantamisen vastuualueen säteilytoiminnan johtamisjärjestelmässä kuvataan tarkemmin säteilytoimintaan osallistuvien tehtävät ja vastuut.

Kuvaushuoneiden kulunvalvonta on toteutettu niin, että kuvaushuoneeseen ei tule sivullisia silloin, kun säteilytys on käynnissä. Säteilytiloihin johtavilla ovilla on varoitusmerkit ja/tai valot sekä soveltuvin osin raskauskyltit fertiili-ikäisiä naispuolisia potilaita varten. Laitteiden vaatimuksenmukaisuus varmistetaan laitteita vastaanotettaessa ja ylläpidetään huoltoprosessin kautta (huoltosopimukset, röntgenlaitehuolto ja fyysikkovastuut). Kuvaustilojen rakenteelliset säteilysuojaukset ovat määräysten mukaisia. Henkilökunnan säteilysuojaukseen on käytössä liikuteltavia ja päälle puettavia säteilysuojaimia sekä muita lisäsuojia.

Laitteissa havaituista poikkeamista otetaan yhteyttä modaliteettivastuufyysikkoon ja röntgenlaitehuoltoon tai laitteen huolto-organisaation edustajaan sekä tarvittaessa laitetoimittajaan vian selvittämiseksi ja korjaamiseksi. Oysin omat röntgenlaitehuollon sairaalainsinöörit, jotka ovat saaneet laitetoimittajien tehdashuoltokoulutukset, vastaavat röntgenlaitteiden vikakorjausten toteutuksesta. Tämä on osaltaan perustana nopeille röntgenlaitteiden vikakorjauksille ja säteilyturvalliselle toiminnalle. Mittaukset ja huollot laitteiden hyväksyttävyysvaatimusten mukaisen toiminnan varmistamiseksi toteutetaan laitetoimittajan huoltajan tai toiminnanharjoittajan sisäisen röntgenlaitehuollon toimesta.

Henkilökunnalle on olemassa säteilyn käytön perehdys- ja täydennyskoulutusohjelmat. Uuden säteilytyöntekijän perehdytys on kaksivaiheinen. Ensimmäisen vaiheen muodostaa tutustuminen toimialueen säteilynkäytön ohjeisiin ja toisen vaiheen muodostaa osasto- ja laitekohtainen perehdytys. Ohjelmaan kuuluu itseopiskelua, sisäistä ja alueellista koulutusta sekä ulkopuolista omaa työnkuvaa vastaavaa säteilysuojelukoulutusta. Henkilökunnalle järjestetään säännöllisesti säteilysuojeluntäydennyskoulutusta sekä kohdennettua käyttökoulutusta. Koulutusohjelman toteutumisesta pidetään kirjaa.

Säteilytyöntekijöiden altistukseen sovelletaan annosrajoja (ICRP / EU / STUK mukaisesti) ja säteilytyöntekijät on luokiteltu luokkaan A tai B määräysten ja ohjeiden mukaisesti. Henkilöannosseurannan tuloksia seurataan säännöllisesti ja mahdollisiin poikkeamiin puututaan kussakin yksikössä esimiesten ja säteilyvastuussa olevien toimesta. Henkilökunnan käytössä on aktiividosimetrit, joten työperäisten altistusten seuranta perustuu todelliseen annostietoon. Näin ollen työtapojen kehittämistä voidaan kohdistaa todellisen altistuksen lähteisiin ja ajanhetkiin.

Potilaan säteilyaltistuksia seurataan säännöllisesti Oysissa, Oulaskankaalla ja Raahessa käytössä olevan annoskeräysohjelman avulla ja muissa yksiköissä manuaalisella keräyksellä. Altistuksille sovelletaan viranomaisen julkaisemia vertailutasoja, minkä lisäksi organisaatiolle on määritelty omia tiukempia sisäisiä vertailutasoja. Nimetyt ohjevastaavat pitävät yllä modaliteettikohtaisia tutkimus- ja laiteohjeita sekä lähettäville tahoille suunnattuja ohjeita. Pohteen kuvantamisen vastuualue kantaa vastuuta koko yhteistoiminta-alueen säteilytoiminnasta tuottamalla koko alueelle yhtenäiset tutkimusohjeet, jolloin potilaan turhia tutkimuksia voidaan välttää.

Potilaan henkilöllisyyden varmistaminen on ohjeistettu. Tunnistaminen perustuu potilaan nimeen ja henkilötunnukseen. Ennen tutkimusta/toimenpidettä varmistetaan potilaan henkilöllisyys kysymällä häneltä henkilötunnus ja vertaamalla sitä lähetteessä oleviin henkilötietoihin. Mikäli potilas ei pysty itse ilmaisemaan henkilöllisyyttään, varmistetaan henkilötiedot rannekkeesta tai saattajalta. Mikäli ilman saattajaa olevalla sekavalla/tajuttomalla potilaalla ei ole ranneketta, pyydetään lähettävän yksikön henkilökuntaa tunnistamaan potilas. Potilaalta varmistetaan hänelle suunniteltu kuvaus tai toimenpide ja kuvattava puoli.

Säteilyturvallisuuspoikkeamista tehdään ilmoitus kuvantamisen laatukoordinaattorille ja vastuufyysikolle. Säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittely yksikössä tapahtuu välittömästi poikkeaman ilmoittamisen jälkeen. Vastuufyysikko määrittää ylimääräisen annoksen suuruuden ja suunnittelee yhdessä yksikön henkilökunnan kanssa korjaavat toimenpiteet poikkeaman estämiseksi tulevaisuudessa. Säteilyturvakeskukselle vuosittain kootusti ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat ilmoittaa laatukoordinaattori. Viipymättä ilmoitettavan säteilyturvallisuuspoikkeaman kriteerien täyttyessä kunkin modaliteetin vastuufyysikko tekee ilmoituksen suoraan Säteilyturvakeskukselle. Säteilynkäyttöön liittyvän laitteen tai tarvikkeen aiheuttamasta vaaratilanteesta tehdään ilmoitus myös Fimealle.

Säteilyn käyttöä arvioidaan säännöllisesti kliinisissä ulkoisissa auditoinneissa**,** muissa laatuarvioinneissa, sisäisissä kliinisissä auditoinneissa sekä itsearvioinneissa. Sisäiset kliiniset auditoinnit tehdään koko Pohteen yhteistoiminta-alueen laajuisesti. Arviointien tuloksia käytetään korjaavien toimenpiteiden ja jatkuvan parantamisen ohjaamiseksi ja toteuttamiseksi.

Toiminnalle ominaisia säteilyriskejä, altistuksen suuruutta ja toimia riskien minimoimiseksi on arvioitu liitteenä olevassa riskitaulukossa.

3. Lääketieteellinen säteilyaltistus

Lääketieteellisten säteilyaltistusten luokat jakautuvat modaliteeteittain perustuen kunkin modaliteetin suurimpaan normaalitoiminnan sekä säteilyturvallisuuspoikkeamien potentiaaliseen efektiiviseen annokseen. Joissakin kohdissa on ilmoitettu myös muita annossuureita. Tukihenkilön (kiinnipitäjän) osalta lääketieteellinen altistus pidetään mahdollisimman pienenä erillisten suojien ja sijoittumiseen liittyvän ohjeistuksen avulla. Tukihenkilöille asetettu annosraja on 30 µSv, joka vastaa n. kolmea eksponointia/kuvaustapahtuma, kun arvioitu tukihenkilön annos on 10 µSv /eksponointi.

Tietokonetomografia

Tietokonetomografiassa potilaan kuvanlaadun ja säteilyannoksen optimointi tehdään laitteen ominaisuudet (mm. kuvanlaskenta, putkivirranmodulointimenetelmät ja kV-valinnat) ja kuvauskohde huomioiden. Radiologi antaa jokaiseen tutkimukseen indikaatiopohjaiset ohjeet oikeutusarvioinnin ja optimoinnin toteutumiseksi.

Erittäin harvinaisissa tilanteissa kuvaushuoneeseen voi jäädä tukihenkilö, jonka säteilyaltistus minimoidaan käyttämällä henkilökohtaisia suojaimia, liikuteltavia suojia, osoittamalla turvallisin paikka laitteesta tulevan siroavan säteilyn suhteen tai näiden yhdistelmällä.

Enimmillään saatava lääketieteellinen altistus potilaalle TT-kuvantamisesta kuuluu säteilyaltistusluokkaan 2 ja jakautuu kehonosien mukaan Taulukon 2 mukaisesti.

Taulukko 2. Lääketieteellisen altistuksen enimmäisaltistus efektiivisenä annoksena tietokonetomografiatutkimuksista (OYS, OAS, RAS) vuosilta 2020–2022. Tutkimuskoodi maksimiannokselle suluissa.

|  |  |
| --- | --- |
| Kuvausalue | Lääketieteellisen enimmäisaltistuksen efektiivinen annos, ml. poikkeustapahtumat[mSv] |
| Tietokonetomografia (JN4AD) | 92  |

Hammas- ja raaja-KKTT

Hampaiston ja raajojen kartiokeilatietokonetomografiatutkimuksissa kuvanlaadun ja säteilyannoksen optimointi tehdään laitteen ominaisuudet (kV- ja mAs-valinnat) ja kuvauskohde huomioiden. Erillisiä henkilökohtaisia suojaimia voidaan käyttää tutkimuksissa siroavan säteilyn aiheuttaman säteilyaltistuksen vähentämiseksi.

Erittäin harvinaisissa tilanteissa kuvaushuoneeseen voi jäädä tukihenkilö, jonka säteilyaltistus minimoidaan käyttämällä henkilökohtaisia suojaimia, liikuteltavia suojia, osoittamalla turvallisin paikka laitteesta tulevan siroavan säteilyn suhteen, tai näiden yhdistelmällä.

Hampaiston ja raajojen kartiokeilatutkimuksista saatava lääketieteellinen enimmäisaltistus on 1 mSv.

Natiiviröntgentoiminta (ml. hammaskuvaukset ja mammografia)

Natiiviröntgentutkimuksissa potilaan sädeannoksen ja kuvanlaadun optimointi tehdään laitteen ominaisuudet (kV-, mAs-valinnat, kollimointi, lisäsuodatusvalikoima, jne.) sekä kuvauskohde ja -indikaatio huomioiden. Kuvauslaitteen parametrien hyödyntämisen lisäksi tärkeää on oikea säteilykeilan rajaus sekä optimaalisen kuvausetäisyyden käyttö. Ilmahilaa hyödynnetään silloin, kun se on mahdollista. Erillisiä henkilökohtaisia suojaimia voidaan käyttää tutkimuksissa siroavan säteilyn aiheuttaman säteilyaltistuksen vähentämiseksi.

Harvinaisissa tilanteissa kuvaushuoneeseen voi jäädä tukihenkilö, jonka säteilyaltistus minimoidaan käyttämällä henkilökohtaisia suojaimia, liikuteltavia suojia, osoittamalla turvallisin paikka laitteesta tulevan siroavan säteilyn suhteen, tai näiden yhdistelmällä. Tämä pätee myös hammaskuvauksiin ja mammografiatutkimuksiin.

Enimmillään natiivikuvantamisesta (sis. mammografiat) saatava lääketieteellinen altistus potilaalle kuuluu säteilyaltistusluokkaan 2. Hammaskuvausten osalta säteilyaltistusluokka on 3.

Taulukko 3. Lääketieteellisen altistuksenenimmäisaltistus vuosilta 2020-2022 (OYS, OAS, ja RAS). Tutkimuskoodi maksimiannokselle suluissa. Laskennassa on hyödynnetty viitteiden [1] ja [2] konversiokertoimia.

| Kuvausalue | Lääketieteellisen enimmäisaltistuksen efektiiviset annokset, ml. poikkeustapahtumat [mSv] | MaksimiKAP [mGycm2] tai MGD (mGy) (mammogr.) |
| --- | --- | --- |
| Natiiviröntgen (JN3AA) | 8,5  | 37 760  |
| Hammaskuvaukset (EB1HA)  | 0,04  | 302  |
| Mammografia (HA1CA)  | 4,3  | 35  |

[1] [Ioannis Sechopoulos](https://pubs.rsna.org/author/Sechopoulos%2C%2BIoannis), [Sankararaman Suryanarayanan](https://pubs.rsna.org/author/Suryanarayanan%2C%2BSankararaman), [Srinivasan Vedantham](https://pubs.rsna.org/author/Vedantham%2C%2BSrinivasan), [Carl J. D'Orsi](https://pubs.rsna.org/author/D%27Orsi%2C%2BCarl%2BJ), [Andrew Karellas](https://pubs.rsna.org/author/Karellas%2C%2BAndrew) (2008), *Radiation Dose to Organs and Tissues from Mammography: Monte Carlo and Phantom Study* [Radiology. 246(2): 434–443.](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&retmode=ref&cmd=prlinks&id=18056857)

[2] [Vladislav Golikov](https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorRaw=Golikov%2C+Vladislav), [Polina Druzhinina](https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorRaw=Druzhinina%2C+Polina) (2020). *Technical Note: Patient-weight dependence of the effective dose conversion coefficients for diagnostic x-ray imaging procedures.* 47(10): 5633-5372.

Läpivalaisu-ja angiografiatutkimukset sekä -toimenpiteet

Angio- ja läpivalaisutoiminnassa potilaan sädeannoksen ja kuvanlaadun optimointi tehdään laitteen ominaisuudet (kV-, mAs-valinnat, kollimointi, pulssausnopeus, lisäsuodatusvalikoima, jne.) sekä kuvauskohde huomioiden. Optimaalinen kuvaus- ja läpivalaisualan rajaus, läpivalaisuajan, otettujen kuvien ja kuvasarjojen lukumäärän minimointi laitteen ominaisuuksien hyödyntämisen ohella parantaa potilaskohtaisen säteilyannoksen optimointia.

Turvallisuusluvan alainen angio- ja läpivalaisutoiminta on jaettu seuraavasti:

1. **Neuroangiot ja -toimenpiteet:** Pään ja kaulan alueen varjoainetutkimukset ja toimenpiteet (mm. koilaukset ja stenttaukset).
2. **Yleisangiografiat ja -toimenpiteet:** Ala- ja yläraajojen laskimo- ja valtimotutkimukset, vartalon alueen verisuoniangiot -ja tmp:t esim. PTA, stenttaukset, embolisaatiot
3. **Vatsanalueen tutkimukset:** Sappiteiden ja haiman tutkimukset (ERC & ERCP), sekä ruoansulatuskanvan tutkimukset esim. defekografia
4. **Muut angio- ja läpivalaisututkimukset ja -toimenpiteet:** mm. SIRT-hoidot (läpivalaisun osuus) ja hermojuurisalpaukset

Angiografiatutkimuksista ja toimenpiteistä potilaille aiheutuvat efektiiviset annokset voivat vaihdella huomattavasti. Luokittelu pohjautuu tutkimuskoodeittain laskettuihin keskiarvoihin, tutkimisuksista ja toimenpiteistä, joita on tehty yli 10 kappaletta vuosina 2020–2022, yht. 5788 tutkimusta.

Keskimääräiset KAP-annokset toimenpiteiden välillä vaihtelivat vuosina 2020–2022 1 (nielemisen ja ruokatorven varjoainetutkimukset) ja 440 (valtimon hoito stenttigraftilla) Gy\*cm2 välillä. Vastaavasti efektiiviset annokset keksimäärin olivat 0,2–114 mSv:n välillä.

Suurimmat laskennalliset annokset muodostuvat haastavimmissa yleistoimenpiteissä, sekä raajojen ja neurologisten toimenpiteiden yhteydessä. Suurimmat yksittäiset efektiiviset annokset kertyivät aneurysman suonensisäisissä toimenpiteissä valtimoiden ja vatsa-aortan hoidoissa stenttigraftilla. Näissä toimenpiteissä efektiiviset annokset voivat nousta yli 100 mSv:n. Suurin yksittäinen annos aikavälillä 2020–2022 oli valtimon hoidossa stenttigraftilla, n. 760 mSv. Ihoannokset jäävät pääsääntöisesti alle 3 Gy:n, keskimäärin vuosilta 2020–2022 ihoannokset olivat n. 0,3 Gy / tutkimus.

Toimenpideradiologisissa enimmillään saatava lääketieteellinen altistus potilaalle kuuluu näin ollen säteilyaltistusluokkaan 1.

4. Työperäinen altistus

Työoloihin liittyvän säteilyaltistuksen voidaan arvioida olevan efektiivisenä annoksena työntekijöillä alle 1 mSv perustuen käytössä oleviin säteilylähteisiin ja työtapoihin. Potentiaalisen altistuksen osalta voidaan joissakin työntekijäryhmissä perustellusti olettaa, että vuosittainen efektiivinen annos voi ylittää 1 mSv, mutta jää kuitenkin alle 6 mSv (altistusluokka 2). Erityisesti yleisangiografisissa toimenpiteissä radiologin pinta-annokset (Hp.07) suojien pinnalta mitattuna voivat kuitenkin ylittää 6 mSv, mutta jäävät alle 10 mSv:n. Suojien vaikutuksen huomioiden (1-3 % säteilystä läpäisee asianmukaisen suojavarustuksen [1,2]) efektiiviset annokset kuitenkin jäävät selkeästi alle 6 mSv:n (altistusluokka 2). Silmäannokset vertautuvat hyvin kehon alueelta mitattuihin pinta-annoksiin [3], joten myös silmien ekvivalenttiannokset jäävät pääsääntöisesti alle 6 mSv:n.

Kaikessa toiminnassa pyritään pääsemään alle 6 mSv:n vuosiannoksen (pinta-annos).

* Työperäisen altistuksen osalta altistusluokkaan 2 luetaan toimenpideradiologit sekä toimenpiteissä mukana olevat hoitajat
* Työperäisen altistuksen osalta altistusluokkaan 3 luetaan muut radiologit, röntgenhoitajat ja fyysikot

Säteilytyöntekijät on luokiteltu luokaan B lukuun ottamatta toimenpideradiologeja ja toimenpideradiologiassa työskenteleviä röntgenhoitajia. Altistusolosuhteiden tarkkailu on A luokan säteilytyöntekijöiden osalta toteutettu henkilökohtaisella dosimetrilla. B luokan työntekijöiden osalta säteilyannoksen arviointi on toteutettu työolojen seurannalla.

Työntekijät käyttävät henkilökohtaisia (mm. kilpirauhassuojat, lyijyesiliinat ja suojalasit), liikuteltavia ja laitteiden rakenteisiin kiinnitettyjä säteilysuojaimia, kun oleskelu tutkimushuoneessa on välttämätöntä tutkimuksen onnistumisen kannalta. Säteilysuojien kuntoa seurataan laadunvarmistusohjelman mukaisesti.

Kuvantamishuoneiden rakenteellinen säteilysuojaus on mitoitettu siten, että niiden ulkopuolella työskennellessä työperäinen säteilyaltistus efektiivisenä annoksena ei ylitä 0,3 mSv/vuosi.

[1] Siiskonen, T. & Tapiovaara, M & Kosunen, A & Lehtinen, M & Vartiainen, E. (2007). Monte Carlo simulations of occupational radiation doses in interventional radiology. The British journal of radiology. 80. 460-8. 10.1259/bjr/26692771.

[2] Järvinen, H et al. (2018). *STUK Opastaa - Säteilyn käytön turvallisuus kardiologiassa,* Säteilyturvakeskus 09/2018.

[3] Stranden, E & Widmark, Anders & Sekse, T. (2008). *Assessing Doses to Interventional Radiologists Using a Personal Dosimeter Worn Over a Protective Apron*. Acta radiologica (Stockholm, Sweden: 1987). 49. 415-8. 10.1080/02841850801942167.

Tietokonetomografia

TT-toiminnassa työperäistä altistusta voi esiintyä erittäin harvoin toimenpiteiden yhteydessä toimenpidettä suorittavalle radiologille. Lisäksi erittäin poikkeuksellisissa tapauksissa kuvaushuoneessa voi joutua olemaan kiinnipitäjiä.

Toimenpideradiologien työperäinen altistus pidetään minimissä liikuteltavien lyijyseinien, henkilökohtaisten suojainten ja soveltuvien työtapojen avulla. Henkilökuntaan kuuluvien kiinnipitäjien työperäinen altistus pidetään minimissään henkilökohtaisten suojainten avulla.

TT- kuvaus tapahtuu parityöskentelynä, jossa toinen hoitaja on potilashoitaja ja toinen ”konehoitaja”, joka aloittaa kuvauksen vasta, kun potilashoitaja on tullut pois huoneesta.

Työperäinen altistus luokitellaan luokkaan 3, efektiivinen annos <0,1 mSv vuodessa perustuen TT-toimenpiteitä tekevien lääkärien pinta-annosseurannasta tehtyyn arvioon efektiivisestä annoksesta ja kiinnipitäjien erittäin harvinaisiin yksittäisiin tilanteisiin.

Työperäistä altistusta voi potentiaalisesti tulla, jos toiminnanharjoittajan työntekijä, joka ei ole säteilytyöntekijä, pääsee kuvaushuoneen puolelle säteilyn ollessa päällä. Tällöin efektiivinen säteilyannos on arviolta enintään 10 µSv, perustuen toteutuneisiin säteilynkäytönpoikkeamiin.

Hammas- ja raaja-KKTT

Tilojen rakenteelliset suojaukset mitoitetaan siten, ettei työperäistä altistusta esiinny tavanomaisessa KKTT-toiminnassa.

KKTT-kuvaus tehdään joko yksin tai parityöskentelynä, jossa toinen asettelee potilaan ja toinen suorittaa kuvauksen ja kirjaamisen. Kuvaus aloitetaan vasta, kun potilashoitaja on tullut pois kuvaushuoneesta.

Natiiviröntgentoiminta (ml. hammaskuvaukset ja mammografia)

Tilojen rakenteelliset suojaukset mitoitetaan siten, ettei työperäistä altistusta siroavasta säteilystä esiinny natiivikuvaustoiminnassa. Natiivikuvausten osalta kuvaushuoneisiin pääsy estetään pääasiallisesti varoitusvaloin ja -kyltein tai pitämällä ovet lukittuna kuvausten aikana. Natiiviröntgenkuvauksiin tulevat potilaat haetaan erikseen ja yksitellen kuvaushuoneeseen. Mammografian osalta hoitaja on kuvauksen aikana kuvaushuoneessa kiinteän säteilysuojan takana varmistaen kuvauksen onnistumisen laadukkaasti.

Lasten natiivi- ja hammaskuvausten osalta kuvattavat joko haetaan erikseen yksitellen kuvaushuoneeseen tai mukana on saattaja, joka on kuvauksen yhteydessä tyypillisesti kuvaushuoneen ulkopuolella. Pienen lapsen kohdalla saattaja voi olla myös kuvaushuoneen sisällä lapsen tukena. Joissakin tilanteissa kuvaushuoneessa voi olla myös kiinnipitäjä (esim. kehitysvammaiset henkilöt, lapset), joka on vasta viime vaiheessa röntgenhoitaja. Jos saattaja on raskaana, niin tällöin röntgenhoitaja toimii kiinnipitäjänä, ja huolehtii normaalista suojien käytöstä hänellä itsellään. Kiinnipitäjä kirjataan neaRis-järjestelmään.

Mammografiakuvauksiin tulevat potilaat haetaan erikseen ja yksitellen kuvaushuoneeseen. Mammografiassa hoitaja on kuvauksen aikana kuvaushuoneessa ja varmistaa näin kuvauksen onnistumisen laadukkaasti.

Työperäinen altistus on luokassa 3 (efektiivinen annos < 1 mSv /vuosi), perustuen säteilynkäytön poikkeamista saatuihin efektiivisen annoksen arvioihin.

Natiivikuvaus tehdään joko yksin tai parityöskentelynä, jossa toinen asettelee potilaan ja toinen suorittaa kuvauksen ja kirjaamisen. Kuvaus aloitetaan vasta, kun potilashoitaja on tullut pois kuvaushuoneesta (pl. mammografiakuvaukset).

Läpivalaisu-ja angiografiatutkimukset sekä -toimenpiteet

Työperäinen säteilyaltistus toimenpideradiologiassa tulee lähinnä potilaasta sirovasta säteilystä. Toimenpiteen aikana säteilyn ollessa päällä huoneessa on pääsääntöisesti toimenpiteen suorittaja (toimenpideradiologi tms.), sekä 1 hoitaja, vaativimmissa toimenpiteissä 1–3 hoitajaa. Kuvausten ajaksi kaikki työntekijät poistuvat huoneesta. Kaikkien toimintaan osallistuvien työntekijöiden säteilyaltistus minimoidaan käyttämällä henkilökohtaisia suojaimia, liikuteltavia ja kiinteitä suojia, osoittamalla turvallisin paikka laitteesta tulevan siroavan säteilyn suhteen ja näiden yhdistelmällä. Lisäksi kaikilla toimenpideradiologiassa työskentelevillä henkilöillä on henkilökohtaiset dosimetrit, joilla altistusta seurataan.

Toimenpiteentekijöiden säteilyaltistusta seurataan annoskeräysohjelman kautta, minkä lisäksi henkilökunnan säteilyannoksia on mitattu määräajoin. Kustakin angio- ja läpivalaisutoimintaa sisältävästä huoneesta on määritetty sirontakartat fantom-mittauksilla tavallisimpia tutkimuksia ja toimenpiteitä simuloiden. Näiden mittausten pohjalta on optimoitu henkilökunnan sijoittumista tutkimusten aikana kuvaushuoneessa.

Annosseurannan perusteella toimenpideradiologien (pois lukien yleisangiografia), sekä toimenpiteissä mukana olevien hoitajien annokset voivat ylittää 1 mSv:n, mutta jäävät alle 6 mSv:n, ja luetaan työperäisen altistuksen osalta altistusluokkaan 2. Toimenpiteiden haastavuuden johdosta yksittäisillä toimenpideradiologeilla, vuotuinen pinta-annos voi ylittää yli 6 mSv:n. Suojat huomioiden (1-3 % pinta-annoksesta [1,2]), kuitenkin efektiivinen annos jää työperäisen altistuksen osalta altistusluokkaan 2.

Potilaan säteilyannoksen optimoinnin toimenpiteet auttavat myös työntekijöiden säteilyaltistuksen minimoinnissa. Henkilökunnan annoksia on mitattu erikseen ja tutkittu henkilökunnan huoneessa sijoittumista. Eri angiografia- ja lpv-huoneista on piirretty sirontakartta tavallisimpia toimenpiteitä ja tutkimuksia simuloiden ja mitaten fantom-mittauksena.

5. Väestön altistus

Väestön altistus radiologisessa toiminnassa koostuu mahdollisesta kuvantamishuoneiden seinien läpi tulevasta säteilystä, liikuteltavien kuvantamislaitteiden hajasäteilystä ja poikkeustilanteista, joissa väestön edustaja pääsee kuvaushuoneeseen säteilyn ollessa päällä sekä vierailijoista. Radiologisten tilojen suunnittelussa sekä liikuteltavien laitteiden käytössä sovellettavien ohjeiden perusteella väestön altistus pidetään alle 0,1 mSv suuruisena, jolloin toiminnasta aiheutuva väestön altistuksen luokka on 3 tai E kaikissa radiologian kuvantamismodaliteeteissa. Tämä perustuu paitsi yllä mainittuun säteilysuojeluun, ohjeistukseen ja laadunvarmistukseen, myös lääketieteellisessä säteilynkäytössä havaittuihin poikkeamiin.

Mikäli väestön edustaja pääsee kuvaushuoneen puolelle säteilyn ollessa päällä, on efektiivinen säteilyannos arviolta enintään 10 µSv, perustuen toteutuneisiin säteilyturvallisuuspoikkeamiin.

Väline- ja laite-edustajat ja -kouluttajat ovat toimenpidehuoneissa mahdollisimman vähän ja opastus tapahtuu mahdollisimman paljon mikrofoniyhteyden avulla.

Osassa angiografia ja TT-huoneita kuvaustiloihin pääsy on estetty automaattisesti lukkiutuvilla ovilla, kun säteilytys on päällä. Muihin säteilytiloihin johtavilla ovilla on varoitusmerkit ja/tai valot varoittamassa säteilyvaarasta.

6. Luokittelujen kooste

Taulukkoon 3 on koottu toiminnan mukaan lajiteltuna kappaleessa 2 esitetyt lääketieteellisen altistuksen luokittelut, sekä työperäinen ja väestönaltistuksen luokittelu.

Taulukko 3**:** Lääketieteellisen, työperäisen ja väestön altistuksen luokat ja annosrajoitukset lajiteltuna toiminnan mukaan.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Toiminta | Lääketieteellisen altistuksen luokka | Työperäisen altistuksen luokka (annosrajoitus) | Väestön altistuksen luokka (annosrajoitus) |
| 1. Natiiviröntgentoiminta (sis. Mammografia) | 2 |  3 (0,1 mSv) |  3 (0,1 mSv) |
| 2. Hammaskuvaus | 3 |  3 (0,1 mSv) |  3 (0,1 mSv) |
| 3. Hammas ja raaja-kktt | 2  |  3 (0,1 mSv) |  3 (0,1 mSv) |
| 4. Tt-toiminta | 2 |  3 (0,1 mSv)\* |  3 (0,1 mSv) |
| 5. Läpivalaisu - ja angiografiatoiminta | 1 |  2 (0,2 mSv)\* | 3 (0,1 mSv) |

\*Huomioitu suojien vaikutus (efektiivinen annos 1-3 % pinta-annoksesta [1,2])

7. Tunnistetut säteilyturvallisuuspoikkeamat

Yleisimmät säteilyturvallisuuspoikkeamat TT-tutkimuksissa aiheutuvat TT:n laitteistovioista n. 20 %, inhimillisistä virheistä 33 % ja varjoaineruiskutukseen liittyvistä ongelmista 30 %.

Yleisimmät säteilyturvallisuuspoikkeamat natiiviröntgentutkimuksissa aiheutuvat laitteistovioista 52 %, inhimillisistä virheistä 44 % ja muista syistä 4 %, mistä 2 % on lähetteeseen liittyviä poikkeamia. Laiteongelmat liittyvät usein natiivikuvausten yhdistämisongelmiin, esim. alaraajojen ja selkärangan pitkissä kuvissa, inhimillisistä virheistä yleisin on väärän puolen kuvaus.

Potentiaalisesti merkittäviä säteilynkäyttöön liittyviä haittoja toimenpideradiologiassa syntyy lähinnä toimenpiteissä, joissa potilaan tila ja toimenpiteen onnistunut suorittaminen vaativat tarkkaa diagnostiikkaa sekä runsaasti potilaan äärellä tapahtuvaa hoitotyötä. Tästä syystä potentiaalista altistusta onkin vaikea erottaa normaalitoiminnasta, mutta esimerkiksi laiteviat ja inhimilliset virheet aiheuttavat ylimääräistä altistusta. Inhimillisiä virheitä ovat esimerkiksi laitteen käyttöön liittyvät väärät valinnat ja lpv-polkimen painaminen vahingossa. Isotooppeja hyödyntävien toimenpiteiden (SIRT) säteilyturvallisuuspoikkeamat ja toimet niihin varautumiseen sekä ennaltaehkäisemiseen on esitetty Pohteen isotooppitoiminnan turvallisuusarviossa.

8. Toimet tunnistettujen säteilyturvallisuuspoikkeamien ennalta-ehkäisemiseksi sekä niihin varautumiseksi

Säteilyturvallisuuspoikkeamien ehkäisemiseksi on tärkeää toimia olemassa olevan säteilyn käyttöön liittyvän ohjeistuksen mukaisesti. Organisaatiossamme ylläpidetään henkilöstön osaamista ja tietämystä säteilytyöstä ja –suojelusta järjestämällä laite-, modaliteetti- ja yleistä säteilykoulutusta. Lisäksi tarpeen mukaan räätälöidään sopivia koulutuspaketteja eri ammattiryhmille.

Tutkimusprotokollia arvioidaan säännöllisesti sekä päivitetään ja parannetaan niitä, huolehtien optimaalisesta säteilynkäytöstä kuvanlaatu huomioiden. Selkeästä säteilysuojeluun liittyvästä työnjaosta huolehditaan ja noudatetaan sitä. Lisäksi tehdään lain vaatimuksen ja suositusten mukaisesti itsearviointeja, sisäisiä ja ulkoisia kliinisiä auditointeja ja toteutetaan niistä nousseita kehittämissuosituksia.

Toteutuneet säteilytuvallisuuspoikkeamat analysoidaan, käydään läpi henkilökunnan kanssa ja toteutetaan tarvittaessa muutokset toimintaan tai teknisiin ratkaisuihin (esim. monitorit kuvaushuoneisiin, joista voi tarkistaa potilaan henkilötunnuksen, tsekkauslistat). Havaittuihin säteilyturvallisuuspoikkeamiin liittyviä koulutuksia järjestetään säteilynkäyttöön osallistuvalle henkilökunnalle. Säteilyturvallisuuspoikkeamissa havaittuja teknisiä puutteita (esim. ovien lukitseminen kuvauksen aikana) käsitellään ja toteutetaan tekniikan sallimissa rajoissa.

Yleistä säteilyturvallisuustietoutta lisätään organisaatiossa järjestämällä säteilysuojelukoulutuksia ja tarpeen vaatiessa sopivia koulutuspaketteja muillekin, säteilynkäyttöön osallistumattomille, ammattiryhmille.