

Sisältö

| | |
|--|----|
| Lukijalle | 3 |
| Hammasröntgenlaitteen käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta | 4 |
| Laitevaatimukset | 5 |
| Käyttötila ja rakenteellinen säteily suojaus | 5 |
| Henkilökunnan ja potilaan säteily suojaus | 8 |
| Laadunvarmistus | 9 |
| Potilasannos | 16 |
| Säteilyturvakeskus valvoo | 17 |
| Maksut | 18 |

Lukijalle

Suomessa on nykyisin käytössä noin 5 000 hammasröntgenlaitetta, joista panoraamatomografialaitteita on noin 600. Hammasröntgenkuvauksia tehdään yli 2 000 toimipaikassa, pääosin hammaslääkäreiden vastaanotoilla. Panoraamatomografialaitteita on käytössä yksityisillä hammaslääkäreillä, terveyskeskuksissa ja sairaaloissa.

Tässä STUK tiedottaa -oppaassa käsitellään säteilyturvallisuusasioita, jotka on tarpeen tietää hammasröntgentoiminnassa. Oppaassa on esitetty eräs tapa järjestää hammasröntgenlaitteiden laadunvarmistus. Toiminnan harjoittajat voivat suunnitella ja käyttää muitakin tarkoitukseen sopivia menetelmiä säteilylain edellyttämän laadunvarmistuksen toteuttamiseksi. Tavoitteena on säteilyannosten minimoiminen ja diagnoosia varten riittävän kuvanlaadun varmistaminen. Diagnoosin onnistumiseen vaikuttavaa keskeistä asiaa, kuvantulkintaa, ei käsitellä tässä yhteydessä. Tässä tiedotteessa ei myöskään ole erikseen käsitelty digitaalisten kuvantamislaitteiden laadunvarmistusta. Tiedotteessa esitetyt menetelmät ovat kuitenkin vähäisin muutoksin sovellettavissa myös digitaalikuvantamiseen.

Säteilyturvakeskus toivoo, että opas on hyödyksi käytännön työssä hammasröntgenlaitteiden käyttäjille.

Hammasröntgenlaitteen käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta

Turvallisuusluvasta vapauttamispäätös

Säteilyturvakeskus (STUK) on säteilylain (592/91) 17 §:n nojalla päättänyt, että hammasröntgenlaitteen käyttöä varten ei tarvitse olla laissa säädettyä turvallisuuslupaa, kun laite, sen käyttöpaikka ja käyttö sekä käytön säteilyturvallisuudesta vastaava henkilö täyttävät STUKin vapauttamispäätöksessä asetetut ehdot (STUKin päätös 202/310/99). Hammasröntgenlaitteiden käytöstä on ilmoitettava STUKille, ja niitä valvotaan jäljempänä esitetyllä tavalla. Ennen 14.6.1998 valmistetut hammasröntgenlaitteet voidaan vapauttaa turvallisuusluvasta myös, jos STUKin päätöksessä 77/310/92 mainitut ehdot täyttyvät. Hammasröntgenlaitteiden käytössä on noudatettava säteilylainsäädäntöä ja sen nojalla annettuja määräyksiä.

Jos hammasröntgenlaite tai sen käyttöpaikka tai käyttö eivät täytä vapauttamispäätöksessä asetettuja ehtoja, laitteen käytölle on haettava säteilylain (592/91) 16 §:ssä tarkoitettu turvallisuuslupa. Turvallisuusluvasta saa ohjeita STUKista.

Käyttöilmoitus

Hammasröntgenlaite, joka täyttää turvallisuusluvasta vapauttamisen ehdot, on ilmoitettava STUKille rekisteröitäväksi. Ilmoituksessa on esitettävä tiedot, joiden perusteella voidaan todeta vapauttamispäätöksessä esitettyjen ehtojen toteutuminen. Ilmoituksen voi tehdä käyttäen STUKista saatavaa lomaketta, jossa esitetyt tiedot varmistetaan allekirjoituksella.

Jos laite, laitteen haltija, käyttöpaikka tai käyttöturvallisuudesta vastaava hammaslääkäri tai lääkäri vaihtuu tai laite poistetaan käytöstä, muutoksesta on ilmoitettava STUKille. Ilmoituksen tekee laitteen omistaja tai haltija.

Jos rekisteröitävälle laitteelle on myönnetty aikaisemmin turvallisuuslupa, siitä on syytä mainita ilmoituksessa.

Ilmoituksessa esitetään suojaustarpeen arvioimista varten käyttöpaikan seinä-, katto-, lattia- ja ovimateriaalit ja niiden paksuudet. Lisäksi ilmoitetaan kuvausmäärä, viereisten tilojen käyttötarkoitus ja oleskelu niissä kuvausten aikana. Tarvittaessa mukaan liitetään käyttötilasta ja niitä ympäröivistä tiloista pohjapiirustus, josta ilmenee röntgenlaitteen sijainti ja kuvaussuunnat.

Myydyt hammasröntgenlaitteet

Hammasröntgenlaitteiden maahantuojien, myyjien tai muiden luovuttajien on annettava STUKille tiedot myydyistä ja asennetuista hammasröntgenlaitteista. Tarkemmat ohjeet tietojen antamisesta on annettu ST-ohjeessa 3.1.

Laitevaatimukset

Hammasröntgenlaitteita ja niiden käyttöä koskevat vaatimukset on esitetty ST-ohjeessa 3.1. Ennen 14.6.1998 valmistetut laitteet voidaan hyväksyä uuteen käyttöpaikkaan tai uuden haltijan käyttöön myös aikaisempien määräysten perusteella (SS-ohje 3.1).

Markkinoille saatettavissa hammasröntgenlaitteissa on oltava 14.6.1998 alkaen terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista annetun lain (1505/94) mukainen CE-merkintä. CE-merkintä on valmistajan osoitus siitä, että laite täyttää sitä koskevat olennaiset turvallisuusvaatimukset.

Käyttötila ja rakenteellinen säteily suojaus

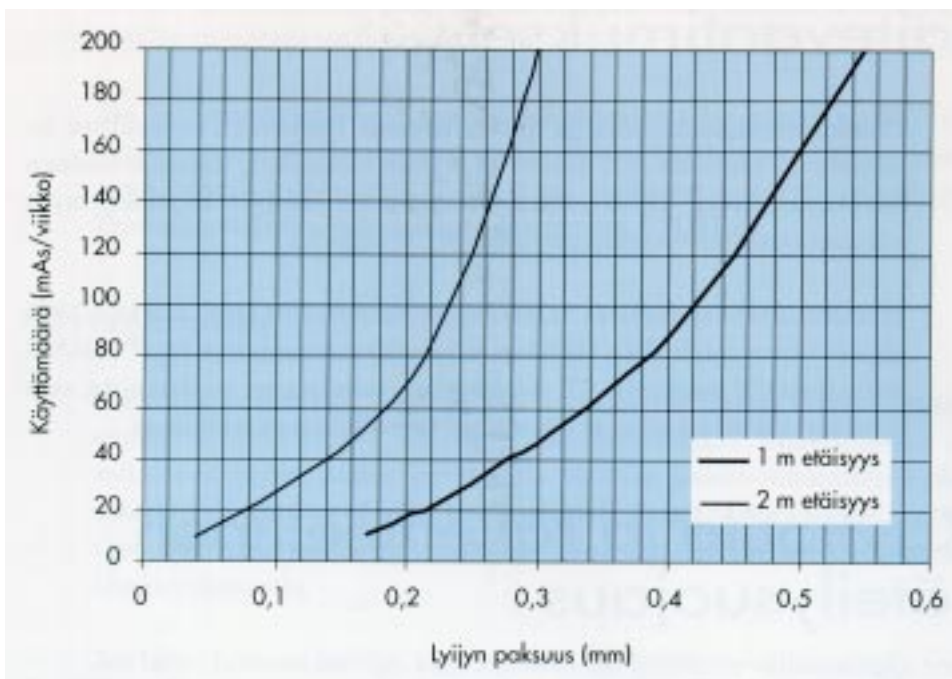
Kun röntgenlaite sijaitsee vastaanottotilassa, vastaanottoon liittyvä toiminta edellyttää käyttötilalta yleensä myös röntgenkuvausten kannalta riittävää kokoa. Jos röntgenlaite on sijoitettu erilliseen huoneeseen, huoneen pinta-alan tulee olla niin suuri, että kuvaukset voidaan tehdä sujuvasti.

Röntgenlaitteen on sijaittava huoneessa siten, että kuvaajan etäisyys röntgenputkesta ja potilaasta on vähintään kaksi metriä ja että potilasta voidaan tarkkailla kuvauksen aikana. Tämä suojaetäisyys on kuvaajaa koskevan säteilyannosrajan

kannalta riittävä, mikäli kuvausmäärä ei ole yli 70 kuvaa viikossa eikä primäärisäteilykeila suuntaudu kuvaajaan päin. Suositeltavaa on kuitenkin siirtää kuvauksen ajaksi läheisyydessä olevan seinän taakse ja käyttää peiliä tai lyijylasikkunaa apuna potilaan tarkkailuun. Tällöin kuvaaja välttyy ylimääräiseltä säteilyaltistukselta.

Kuvaushuoneeseen rajoittuvien tilojen säteilysuojausta on tarvittaessa parannettava. Lisäsuojausta tarvitaan yleensä vain primäärikeilan suunnassa olevissa tiloissa, joissa oleskellaan kuvausten aikana. Jos kuvausmäärä ei ole enemmän kuin 30 kuvaa viikossa, 5 cm:n paksuinen betoniseinä tai 7 cm:n paksuinen tiiliseinä antaa riittävän suojan. Sen sijaan ei puuseinän eikä yhdestä tai kahdesta kipsilevystä tai lastulevystä tehdyn väliseinän säteilysuojauskyky ole yleensä primäärikeilan suunnassa riittävä.

Suojaustarve riippuu röntgenputken kuvausjännitteestä, kuvausvirran ja -ajan tulosta (mAs), kuvausmäärästä ja röntgenputken etäisyydestä suojattaviin henkilöihin. Suojausvaatimukset on esitetty ST-ohjeessa 3.1. Kuvassa 1 on esitetty primäärikeilan suunnassa vaadittava säteilysuojaus, kun röntgenputken jännite on 70 kV ja laite on sijoitettu yhden tai kahden metrin etäisyydelle asuin-, työ-, odotus- tai



KUVA 1. Suojaustarve primäärikeilan suunnassa 1 m:n ja 2 m:n etäisyydellä, kun kuvausjännite on 70 kV. Viikottainen käyttömäärä (mAs) saadaan, kun röntgenputken kuvausvirta (mA) kerrotaan viikkoa kohti yhteenlasketulla kuvausajalla (s).

muusta oleskelutilasta. Esitetyt suojauksen suunnitteluarvot on laskettu niin, että säteilyn käytöstä aiheutuvat annokset käyttöhuonetta ympäröivissä tiloissa eivät ylitä arvoa 0,02 mSv viikossa (1 mSv vuodessa). Taulukossa 1 on esitetty vaihtoehtoisia suojausmateriaaleja, joita voidaan käyttää lyijyn sijasta.

Esimerkki suojauksen laskemisesta:

Oletetaan, että röntgenputken kuvausvirran ja yhteenlaskettujen kuvausaikojen tulo on 120 mAs viikossa (esimerkiksi 8 mA · 0,5 s · 30 kuvaa/viikko). Kaikki kuvaukset suuntautuvat suojattavaan tilaan päin. Kuvan 1 käyrästä nähdään, että 120 mAs käyttömäärää vastaavan suojauksen lyijyarvon on oltava metrin etäisyydellä olevalle oleskelutilalle vähintään 0,45 mm. Taulukon 1 mukaan suojausmateriaalina voidaan käyttää myös 3 mm teräslevyä. Jos suojattava tila on kahden metrin etäisyydellä röntgenputkesta, suojauksen on vastattava vähintään

Taulukko 1. Lyijyä korvaavat vaihtoehtoiset suojausmateriaalit.

| Vaihtoehtoinen materiaali | Tiheys g/cm ³ | Vaihtoehtoisen materiaalin paksuus *) mm | Lyijyn paksuus mm |
|---------------------------|--------------------------|--|-------------------|
| Betoni | 2,3 | 50 | 0,5 |
| Kevytbetoni | 0,5 | 70 | 0,25 |
| | | 150 | 0,5 |
| Kipsi | 0,8 | 2 x 13 | 0,12 |
| | | 4 x 13 | 0,25 |
| | | 8 x 13 | 0,5 |
| Kupari tai messinki | 8,7 | 0,5 | 0,12 |
| | | 1 | 0,25 |
| | | 2 | 0,5 |
| Lasi | 2,5 | 20 | 0,12 |
| | | 30 | 0,25 |
| | | 50 | 0,5 |
| Lujalevy | 1,5 | 30 | 0,25 |
| | | 60 | 0,5 |
| Puu | 0,5 | 200 | 0,12 |
| Teräs | 7,8 | 1 | 0,12 |
| | | 1,5 | 0,25 |
| | | 3 | 0,5 |
| Tiili | 1,5 | 70 | 0,5 |

*) Paksuudet, joilla saadaan likimain sama suojausvaikutus kuin taulukossa esitetyillä lyijykerrosten paksuuksilla 75 kV:n jännitettä käytettäessä.

0,25 mm lyijyä. Tällöin myös neljä 13 mm:n kipsilevyä tai 1,5 mm:n teräslevy riittää suojaukseksi. Jos kuvauksista vain kolmasosa suuntautuu suojattavaan tilaan, käyttömäärää 40 mAs ($1/3 \cdot 120$ mAs) vastaavan suojauksen on metrin etäisyydellä oltava vähintään 0,28 mm lyijyä ja kahden metrin etäisyydellä vähintään 0,14 mm lyijyä.

Jos kuvausmäärä on suurempi kuin 30 kuvaa viikossa, suojaustarve on syytä selvittää tässä esitettyä tarkemmin. Tällöin on myös kuvaushuoneeseen rajoittuvien käytävien, WC-tilojen ja muiden osittaisessa käytössä olevien tilojen säteilysuojauksen tarkistettava. Lisätietoja suojaustarpeesta saa STUKista.

Panoraamatomografialaitteen käyttötilaan rajoittuvan oleskelutilan säteilysuojaukseksi riittää esimerkiksi 5 cm:n betoni tai 7 cm:n tiiliseinä. Panoraamatomografialaitetta käytettäessä ympäristöön kohdistuu laitteen rakenteesta johtuen käytännössä vain sironnutta säteilyä.

Jos kuvaushuoneen säteilysuojauksen riittävydestä ei voida varmistua ilmoituksessa esitettyjen tietojen ja lisäselvitysten perusteella, asia varmistetaan käyttöpäikällä tehtävässä tarkastuksessa.

Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojaus

Kuvauksia suorittavien henkilöiden on suojauduttava siten, että he eivät joudu tarpeettomasti säteilylle alttiiksi. Tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa kuvaaja ei yleensä tarvitse lisäsuojaimia, kun hän välttää kuvausten aikana primäärikeilan aluetta ja on kauempana kuin kahden metrin etäisyydellä potilaasta ja röntgenputkesta. Potilaan kilpirauhanen on suositeltavaa suojata silloin, kun suojain ei varjosta tutkittavaa aluetta. Jos kuvattava nainen on raskaana, naisen alavartalo olisi suojattava käyttäen lyijykumiesiliinaa (vähintään 0,25 mmPb). Tällainen suojaesiliina vaimentaa säteilyä yli 95%.

Tehokas tapa pienentää säteilyannosta on pitää kuvauskenttä (säteilykenttä) mahdollisimman pienenä. Käyttämällä suorakaiteen muotoista etäisyysrajoitinta (suuntausputki), johon liitetään varrellinen filminpidike, voidaan kuvaajan ja potilaan säteilyannosta pienentää useita kymmeniä prosentteja lieriömäisen suuntausputken käyttöön verrattuna. Annosten pieneminen johtuu luonnollisesti siitä, että potilaasta altistuu primäärisäteilylle suorakaiteen muotoista suuntausputkea

käytettäessä pienempi alue kuin lieriömäistä käytettäessä. Tällöin myös ympäristöön siroavan säteilyn määrä pienenee.

Digitaalisia kuvantamismenetelmiä käytettäessä tarvittavaa säteilyannosta on mahdollista pienentää jopa kymmenesosaan filmin edellyttämään annokseen verrattuna. Tällöin on toisaalta varottava, ettei käytetä tarpeettoman suuria säteilyannoksia, koska digitaalikuvauksessa kuvaa ei käytännössä voida ylivalottaa. Muita säteilyannosta pienentäviä keinoja on esitetty liitteessä A.

Laadunvarmistus

Vuoden 1995 alussa voimaan tulleen säteilylain muutoksen (1334/94) 40 §:n mukaan toiminnan harjoittajan on järjestettävä lääketieteellisessä toiminnassa käytettävien säteilylähteiden, niihin liittyvien laitteiden ja välineiden sekä näiden käytön laadunvarmistus. Tekninen laadunvarmistus hammasröntgentoiminnassa voidaan toteuttaa soveltaen STUKin ST-ohjetta 3.5.

Teknisellä laadunvarmistuksella pyritään varmistamaan laitteiden hyvä toimintakunto. Tavoitteena on, että potilaiden ja henkilökunnan säteilyaltistus on mahdollisimman pieni ja röntgenkuvien tekninen laatutaso pysyy hyvänä.

Laadunvarmistusohjelma

Radiologisen kuvantamislaitteen laadunvarmistusohjelma koostuu yleisesti kolmesta osa-alueesta:

1. *Vastaanottotarkastuksessa* varmistetaan, että tuote (esimerkiksi röntgenlaite) on tilauksen ja laitevalmistajan ilmoitusten (spesifikaatiot ja esitteet) mukainen.
2. *Toimintakunnon testauksessa* varmistetaan, että laite on asennettu oikein, että kaikki säädöt on riittävän tarkasti tehty ja laitetta voidaan käyttää turvallisesti.
3. Laitteen ollessa hyvässä toimintakunnossa tehdään ensimmäiset *vakioisuusmittaukset* ja määritetään seurattaville suureille *perusarvot ja* otetaan tarvittavat *vertailukuvat*. Myöhemmin tehtävien vakioisuusmittauksien tuloksia verrataan näihin perusarvoihin ja vertailukuviin. Osa mittauksista on syytä toistaa useita kertoja, jotta voidaan varmistua tulosten luotettavuudesta ja saada selville mittaus-
tulosten normaali vaihtelu.

Täydellinen toimintakunnon testaus ja alkumittaukset edellyttävät yleensä mittalaitteita, joita on käytettävissä esimerkiksi röntgenlaitetoimittajilla, joten mittaukset olisi hyvä sisällyttää laitteen asennuksen yhteyteen. Jos varsinaista toimintakunnon testausta ei tehdä, vakioisuusmittausten alkumittaukset tehdään seurattaville suureille laitteen käyttöönnoton alkuvaiheessa.

Optimitilanteessa filminkehityksen laadunvarmistus tehdään sensitometria ja desnsitometria käyttäen. Hammasröntgentoiminnassa vastaanottotarkastus ja toimintakunnon testaus voivat olla vähimmillään laitedokumenttien ja hankitun laitteen vertailemista silmämääräisesti ja varmistumista siitä, että röntgenlaite toimii luotettavasti. Kuvanlaadun vakioisuusmittauksiksi riittää vähimmillään sopivasta testikappaleesta otetun röntgenkuvan laadun silmämääräinen arvioiminen säännöllisin väliajoin.

Vakioisuusmittaukset

Määräajoin suoritettujen vakioisuusmittauksien tarkoituksena on paljastaa laitteen toiminnan ja kuvanlaadun muutokset varhaisessa vaiheessa. Erityisesti vähitellen tapahtuvaa potilasannosten kasvua ja kuvanlaadun huonontumista on vaikea havaita ilman vakioisuusmittauksia.

Vakioisuusmittaukset tehdään sovitun ohjelman mukaisesti säännöllisin väliajoin ja aina kun on tehty olennaisia muutoksia tai epäillään laitteen vikaantumista. Jos mittauks tulokset poikkeavat perusarvoista enemmän kuin ennalta on sovittu, tehdään tarvittavat korjaustoimenpiteet. Jos laitteen säätöarvoihin tehdään muutoksia, jotka voivat vaikuttaa kuvanlaatuun tai säteilytuottoon, toimintakunnon testaus tehdään uudelleen ja perusarvot määritetään ja vertailukuvat otetaan uudelleen.

Tavallisen hammasröntgenlaitteen vakioisuusmittauksiin tulisi kuulua ainakin *kuvanlaadun, kuvauskellon toiminnan ja säteilykeilan keskityksen ja koon seuranta*. Panoraamatomografialaitteista seurattavia asioita ovat esimerkiksi *kuvanlaatu, säteilykeilan keskitys ja rajaus, röntgenputken ja kasetin liike ja sen tasaisuus*. Laittevalmistajilla on myös laitetyyppikohtaisia ns. kuula- tai neulafantomeja, joiden avulla voidaan tarkistaa *kuvautuvan kerroksen muoto* ja kuvautuvan kerroksen paikkaa osoittavien *valomerkkien suuntaus*. Myös *filminkehityksen ja pimiön* sekä *suojavälineiden* säännöllinen tarkistus tulisi sisältyä laadunvarmistusohjelmaan.

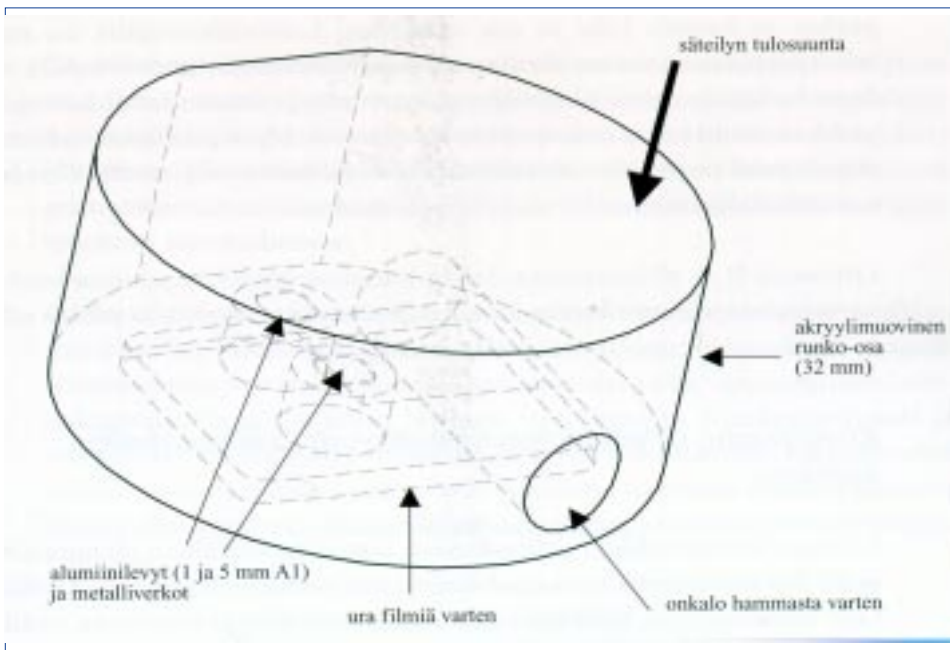
Liitteessä B on yhteenvedotaulukko hammasröntgentoiminnan laadunvarmistusohjelmaan kuuluvista vakioisuusmittauksista ja niiden aikaväleistä.

Kuvanlaatu, säteilytuoton toistettavuus ja kuvauskellon toiminta

Laitteen käytön aikana potilaskuvien laatua tarkkaillaan silmämääräisesti. Jos kuvanlaatu huononee diagnoosia haittaavalla tavalla, tarkistetaan filminkehitys, tehdään vakioisuusmittaukset ja verrataan testikuvia alkumittausten yhteydessä otettuihin vertailukuviin. Tarvittaessa laitteisto huolletaan.

Tavallisen hammasröntgenlaitteen kuvanlaadun seurannassa testikappaleena voidaan käyttää esimerkiksi kuvassa 2 esitettyä akryylimuovista (polymetyylimetakrylaatti) testikappaletta. Se sisältää poistetun poskihampaan ja kaksi eripaksuista alumiiniekkoa, joiden päällä on tiheäsilmäiset teräsvetkot. *Panoraamatomografialaitteen* kuvanlaadun testaukseen voidaan käyttää laitetoimittajilta saatavia laitetyyppikohtaisia testikappaleita tai suunnitella testikappale kuvan 2 menetelmää soveltaen.

Kuvanlaadun arvioimiseksi testikappaleesta otetaan röntgenkuva (kuvanlaatukuva) aina samalla tavalla kliinisessä kuvauksessa käytettäviä tyypillisiä kuvausarvoja käyttäen. Tavallista hammasröntgenlaitetta testattaessa on huolehdittava, että



KUVA 2. Testikappale tavallisen hammasröntgenlaitteen kuvanlaadun vakioisuusmittauksia varten.

etäisyysrajoittimen (suuntausputki) pään etäisyys filmistä pidetään aina täsmälleen samana. Valotaululle tai kuvien katselulaitteeseen asetettua kuvanlaatukuvaa verrataan silmämääräisesti vertailukuvaan, joka on otettu samalla tavalla sivulla 9 tarkoitettujen perusarvojen määrittämisen yhteydessä. Kuvista tarkkaillaan filmin mustumaa, kontrastia ja kuvan terävyyttä tarvittaessa suurennuslasin avulla.

Jos samoja kuvausarvoja ja kuvausgeometriaa käyttäen otettujen, täsmälleen samalla tavalla kehitettyjen röntgenkuvien mustuma, kontrasti tai kuvan terävyys muuttuvat selvästi, muutokset johtuvat yleensä filmin kehityksessä, röntgenlaitteessa tai filmimateriaalissa tapahtuneista muutoksista. Jos kuvanlaatukuvassa havaitaan selvä muutos, vaihdetaan tuoreet kehitysnesteet, varmistetaan oikeasta sekoitus- suhteesta, kehitysaikasta ja -lämpötilasta ja otetaan uusi kuvanlaatokuva. Lisäksi varmistetaan, että työpaikalla sovittua mittausohjetta on noudatettu.

Jos filminkehitys, kuvausgeometria ja asetetut kuvausarvot (kuvausjännite ja kuvausaika) on pidetty vakioina, mutta filmin mustuma tai kuvan kontrasti on muuttunut, syynä voi olla röntgenlaitteen tai kuvauskellon toiminnan muutos. Säteilytuoton toistettavuutta voidaan testata ottamalla esimerkiksi kolme kuvaa peräkkäin samoja kuvausarvoja käyttäen ja kehittämällä kuvat yhtäaikaan (käsikehityksessä kuvat samaan filmipidikkeeseen kiinnitetynä). Toistettavuus selviää tarkastelemalla kehitettyjen kuvien mustumia. Kun kuvausaikaa kasvatetaan, kuvan mustuman pitää kasvaa.

Kuvanlaatukuvan kehittämisen yhteydessä on varmistettava, että filminkehitys on pysynyt vakiona. Tämä voidaan tehdä kehityskonetta käytettäessä sensitometri- filmin avulla (kts. kohta Filmin kehitys ja katselulaitteet, kasetit ja filmit s. 15). Jos röntgenkuvat kehitetään käsikehityksessä tai pikkukuvat ns. päivänvalokehityskoneessa, kuvanlaatokuva kehitetään uusia kehitysnesteitä käyttäen aina täsmälleen samalla tavalla (sama kehitysaika, lämpötila ja sekoitussuhde) kuin perusarvojen määritysten yhteydessä.

Säteilykeilan keskitys ja koko

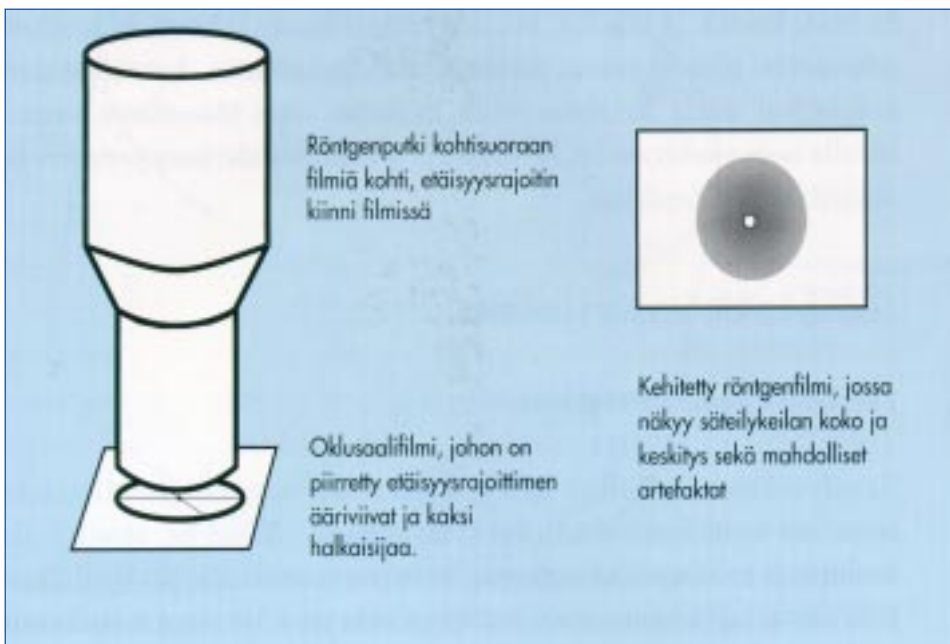
Tavallinen hammasröntgenlaite

Säteilykeilan tulee kulkea etäisyysrajoittimen (suuntausputki) suuntaisena, sen keski- akseliin nähden symmetrisesti. Tämä ns. säteilykeilan keskitys ja koko voidaan tarkistaa käyttäen esimerkiksi oklusaalifilmiä, jolle asetetaan keskitysmerkiksi lyijy- kuula tai muu pieni metalliesine. Kuvaus suoritetaan niin, että etäisyysrajoitin on

filmiä vastaan kohtisuorassa, rajoittimen pää filmissä kiinni, ja keskitysmerkki on säteilykeilan keskellä. Röntgenputken asettelun helpottamiseksi oklusaalifilmin suoja-kuoreen kannattaa piirtää etäisyysrajoittimen ääriviivat (jos laitteessa on lieriömäinen etäisyysrajoitin) ja kaksi ympyrän halkaisijaa, joiden leikkauspisteeseen sijoitetaan keskitysmerkki (kuva 3). Kehitetystä filmistä havaitaan, jos säteilykeilan keskitys on virheellinen tai säteilykeilan halkaisija on liian suuri (säteilykeilan poikkileikkauksen halkaisija potilaan iholla saa olla enintään 6 cm). Jos kuvan mustuma on sopiva (kuvausaika riittävän pieni), kuvasta voidaan nähdä, onko säteilykeila homogeeninen. Kuvaan voi tulla kuvantulkintaa häiritseviä virheitä esimerkiksi etäisyysrajoittimen voittumisen vuoksi. Jos virheitä ilmenee, syy selvitetään ja vika korjataan.

Panoraamatomografialaite

Panoraamatomografialaitteissa on yleensä filmikasetin edessä metallilevy (sekundäärikaihdin) ja siinä kapea rako, jonka kautta primäärisäteily pääsee filmille. Kuvanlaadun kannalta on tärkeää, että säteilykeila on keskitetty tarkasti kyseiseen rakoon eikä se osu metallilevyyn. Säteilykeilan keskitys voidaan tarkastaa laitteen mukana toimitettua



KUVA 3. Säteilykeilan keskityksen ja koon tarkistaminen tavallisella hammasröntgenlaitteella.

suuntaustyökalua käyttäen. Jos tällaista työkalua ei ole käytettävissä, tarkastus voidaan tehdä seuraavasti:

1. Teipataan oklusaalifilmi sekundäärikaihtimen raon päälle röntgenputken puolella.
2. Merkitään kynällä viivottimen avulla aukon rajat oklusaalifilmin suojakuoreen.
3. Valotetaan filmi.
4. Irrotetaan valoitettu filmi.
5. Pistetään ohuella neulalla reiät filmin suojakuoreen piirretyn aukon rajaviivojen kohdalle.
6. Kehitetään filmi ja tarkastetaan filmiltä säteilykeilan keskitys.

Tarpeettoman säteilyaltistuksen minimoimiseksi säteilykeilan on osuttava kokonaisuudessaan panoraamafilmi. Säteilykeila on sopivan kokoinen ja se on suunnattu oikein, kun säteilykeilan rajat näkyvät potilaista otetuissa tomografiakuvissa ja kuva on symmetrisesti filmillä.

Lasta kuvattaessa säteilykeilan rajauskaihtimen tulisi olla matalampi kuin aikuista kuvattaessa, jotta lapsen silmät ja kilpirauhanen eivät jäisi tarpeettomasti säteilykeilaan.

Röntgenputken ja kasetin liikkeen tasaisuus voidaan tarkistaa ottamalla röntgenkuva röntgenputken eteen säteilykeilan lisäsuodattimeksi kiinnitetystä homogeenisesta alumiinikappaleesta tai kuparilevystä (esim. 5–10 mm Al tai 0,5–1 mm Cu) ja tarkastelemalla kehitettyä panoraamakuvaa. Epätasainen liike näkyy tummina pystyraitoina röntgenkuvassa. Kuvan keskellä oleva reuna-alueita tummempi alue ei aiheudu laitteen virhetoiminnasta, vaan niskan kohdalla tarvittavasta muista alueista suuremmasta säteilymäärästä. Laitetoimittajalta saa tarkempia tietoja pystyraidoituksen syistä.

Kuvausjännite, -virta ja sähkömäärä (mAs)

Sähköisten suureiden (kuvausjännite, kuvausvirta, -aika ja sähkömäärä (mAs)) mittaukset on järkevää teettää laitetta huoltavalla yrityksellä tai tehdä yhteistyössä laitetoimittajan tai mahdollisesti keskussairaalan kanssa, jos käytettävissä ei ole tarvittavia mittalaitteita. Mittaukset on syytä tehdä ainakin silloin, kun laitteen toiminnassa epäillä vikaan kliinisten kuvien tai laadunvarmistuksessa otettujen kuvanlaatuksien perusteella.

Filmin kehitys ja katselulaitteet, kasetit ja filmit

Käsikehityksen ja pikkukuvien kehitykseen käytettävän ns. päivänvalokehityskoneen laadunvarmistukseksi riittää, että noudatetaan kehite- ja filmivalmistajien suosittelemia kehitysaikoja, -lämpötiloja ja sekoitussuhteita, ja että kehitysnesteet vaihdetaan valmistajien ohjeiden mukaisesti. Päivänvalokehityskonetta käytettäessä on filmien tarpeettoman hunnuttumisen estämiseksi lisäksi huolehdittava, että kehityskoneen yläpuolella ei pala loistevaloja eikä konetta sijoiteta ikkunan lähelle kirkaaseen valoon.

Panoraamafilmiä kehityskoneen laadunvarmistuksen suunnittelussa voidaan käyttää apuna esimerkiksi STUKin ST-ohjetta 3.5. Filminkehityksen vakioisuutta olisi syytä seurata säännöllisesti sensitometrifilmiä käyttäen ainakin silloin, kun kehitettävien kuvien määrä on suurempi kuin 50 kuvaa viikossa. Kuvausmäärän ollessa vähäinen voidaan tyytyä siihen, että kehitysprosessin kuntoa seurataan aiemmin mainitun kuvanlaatukuvan perusteella. Sensitometrin avulla käytössä olevalle filmille esivalotetaan mustumaportaikko. Kehitetystä sensitometrifilmistä mitataan densitometrin avulla filmin pohjahuntu ja ennalta valittujen portaiden mustumat, joista määritetään kontrasti- ja nopeusindeksit ST-ohjeessa 3.5 esitetyn mukaisesti. Näiden suureiden muutoksia seuraamalla voidaan havaita filminkehityksen muutokset. Huntu, kontrasti- ja nopeusindeksi kannattaa piirtää millimetri- tai sensitometripaperille, jotta pidemmän aikavälin muutokset havaitaan helpommin. Röntgenfilmitoimittajilta saa tarkempia ohjeita kehityksen laadunvarmistuksesta ja tarvittavista toimenpiteistä, jos nopeus- tai kontrasti-indeksin tai hunnun todetaan muuttuneen.

Kehityskoneen toiminnasta voidaan tehdä johtopäätöksiä myös seuraamalla röntgenkuvan mustumamuutoksia (huntu ja terävyys) potilaskuvista nimikoimisalueen kohdalta. Tällöin nimikoimislaitteen toiminnan toistettavuus testataan esimerkiksi seuraavasti: valotetaan sama nimikoimisteksti esim. kolmeen valottamattomaan röntgenfilmiin ja kehitetään kuvat. Filmien säästämiseksi yksi filmi voidaan myös leikata pimiössä kolmeksi suikaleeksi. Suikaleet valotetaan erikseen ja kehitetään samanaikaisesti. Jos mustumamuutoksia ei ole silmämääräisesti havaittavissa, nimikoimislaitteen toiminta on riittävän luotettavaa.

Pimiön valonpitävyys ja suoja- ja merkkivalojen aiheuttama filmien hunnuttuminen voidaan tarkistaa liitteessä A esitetyllä tavalla. Tarkistus on syytä tehdä määräväleihin ja aina kun käyttöön tulee uudentyypisiä filmityyppejä tai suojavalon lamppu vaihdetaan. Filmien hunnuttuminen on syytä tarkistaa myös päivänvalokehityskonetta käytettäessä.

Kuvien katselulaitteiden ja valotaulujen valotehon on oltava riittävä ja valaistuksen tasainen. Valotaulut ja kuvien katselulaitteet on sijoitettava niin, että taustavalot eivät aiheuta heijastuksia.

Panoraamakuvauuskasettien lukituksen on toimittava luotettavasti ja kasetin on oltava valonpitävä. Vahvistuslevyjen puristusmateriaalin täytyy olla kimmoisaa ja puristuksen hyvä ja tasainen koko filmin alueella. On syytä muistaa, että em. materiaalien kimmoisuus muuttuu ajan myötä, vaikka kasettia ei käytettäisikään.

Suoran kuvauuskasetin vahvistuslevyjen ja filmin kosketus voidaan tarkistaa ottamalla esim. keuhkojen tai luuston kuvaukseen käytettävällä röntgenlaitteella röntgenkuva panoraamakasetin päälle asetetusta metallisesta reikälevystä tai jäykästä metalliverkosta. Kuvassa ei saisi olla tummuudeltaan erilaisia tai epätarkkoja alueita.

Vahvistuslevyjen puhtaus ja kunto tarkistetaan silmämääräisesti. Tarvittaessa vahvistuslevyt puhdistetaan siihen tarkoitettulla puhdistusaineella.

Liitteessä A on filminkehitykseen liittyviä ohjeita, joilla voidaan parantaa kuvanlaatua ja pienentää säteilyannoksia.

Suojavälineet

Säteilysuojaimien, kuten lyijykumiesiliinan tai kilpirauhassuojaimen kunto tarkistetaan silmämääräisesti ja sormin tunnustelemalla. Epäilyistä murtuma- tai vikakohdista voidaan ottaa röntgenkuva, josta nähdään tilanne tarkemmin. Pienet hiusmurtumat tai neulanreiät eivät heikennä olennaisesti suojaimen suojauskykyä. Huonokuntoiset suojaimet tulee poistaa käytöstä tai korjata. Murtumien välttämiseksi suojaimet kannattaa säilyttää niille varatuissa telineissä.

Potilasannos

Hammasröntgentoimintaa voidaan arvioida säteilyturvallisuuden kannalta määrittämällä absorboitunut säteilyannos potilaan iholla tavallisimpia kuvausarvoja käytettäessä ja vertaamalla tätä samoissa kuvauksissa käytettäviin tyypillisiin annoksiin. Tavallisella hammasröntgenlaitteella suun sisälle asetetulle filmille kuvattaessa absorboitunut annos potilaan iholla ei saisi kansainvälisten suositusten (IAEA:n Basic Safety Standards) mukaan olla konventionaalille röntgenfilmille kuvattaessa

vertailuarvoa 7 mGy/kuva suurempi. Jos röntgenfilmin nopeus on kaksinkertainen konventionaalisen filmin nopeuteen verrattuna, potilasannoksen vertailuarvo on 3,5 mGy. Näistä vertailuarvoista ensimmäinen soveltuu U-tyyppin filmille ja jälkimmäinen E-tyypille. Jos käytössä on vaatimukset täyttävä hammasröntgenlaite, filmin kehitys on kunnossa ja käytössä on nopea tai keskinopea hammasröntgenfilmi, annos on tavallisesti huomattavasti pienempi kuin 7 mGy. Panoraamatomografiakuvauksessa potilasannos voidaan minimoida käyttämällä tutkimustarkoitukseen sopivaa, mahdollisimman nopeaa filmiä ja vahvistuslevyä. Tällöin käytetään pienempää kuvausjännitettä tai -virtaa kuin hidasta filmiä ja vahvistuslevyä käytettäessä.

Potilaan säteilyriskiä kuvaavaa säteilyannossuuretta kutsutaan efektiiviseksi annokseksi. Efektiivinen annos tavanomaisessa hammasröntgenkuvauksessa on potilasta kohti arvioituna keskimäärin 5 μSv /kuva, kun pinta-annos on 3,5 mGy. Tämä vastaa noin 1–2 vuorokauden oleskelua kivirakenteisessa talossa. Yhdestä panoraamatomografiakuvasta aiheutuva efektiivinen annos vastaa kuvaustekniikasta riippuen yleensä noin 1–5 pikkukuvan annosta. Esimerkiksi yhdestä kallonröntgentutkimuksesta aiheutuva efektiivinen annos on tyypillisesti noin 100 μSv ja päänalueen tietokonetomografiatutkimuksesta aiheutuva annos noin 1 300 μSv .

Säteilyturvakeskus valvoo

Tarkastukset

Laitteet, jotka eivät täytä turvallisuusluvasta vapauttamisen ehtoja tai joiden suunnitellusta käytöstä ei saada tarvittavia tietoja, tarkastetaan käyttöpaikalla. Tarkastuksessa selvitetään, täyttyvätkö laitteelle asetetut säteilyturvallisuusvaatimukset (ST-ohje 3.1) ja onko laitteelle haettava turvallisuuslupa. Tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja, jossa todetut viat ja puutteet määrätään korjattavaksi. Korjauksille asetetaan määräaika ja työn suorittamisesta ilmoitusvelvollisuus. Samoin pöytäkirjassa mainitaan, jos laite on myöhemmin tarkastettava uudelleen. Jos laite ei täytä turvallisuusvaatimuksia, sille ei anneta käyttö lupaa ennen vikojen ja puutteiden korjaamista.

Jos laite siirretään toiseen osoitteeseen, ei tämän takia tehdä tarkastusta, ellei siihen ole erityistä syytä. Tällainen syy voi olla esimerkiksi tilojen rakenteellisen suojauksen tarkastaminen, ellei suojaus ilmene riittävän tarkasti tehdystä ilmoituksesta.

Valvontamittaukset

STUK tekee käytössä oleville hammasröntgenlaitteille valvontamittauksia laitteiden toimintakunnon ja potilaiden säteilyaltistuksen tarkkailemiseksi. Tavallisten hammasröntgenlaitteiden valvonnassa käytetään ensisijaisesti käyttöpaikoille lähetettävää testipakettia ja kyselylomaketta. Hammasröntgenlaitteen käyttäjä säteilyttää ohjeiden mukaisesti testipaketin ja palauttaa sen STUKille. Testipaketin avulla määritetään käytössä olevaa kuvausaikaa vastaava säteilyannos ja sen toistettavuus. Testipaketissa olevasta röntgenfilmistä tarkistetaan säteilykeilan tasaisuus ja raja-alue. Käyttöpaikalle tehdään tarkastus, jos valvontamittaus tai muut syyt antavat siihen erityisesti aiheutta. Panoraamatomografialaitteet tarkastetaan käyttöpaikoilla.

Maksut

Hammasröntgenlaitteen rekisteröinnistä, turvallisuusluvasta, tarkastuksista ja valvontamittauksista peritään toiminnan harjoittajalta STUKin valvontahinnaston mukaiset maksut. Hinnasto STUKin suoritteiden maksullisuudesta ja maksuperusteista on annettu sosiaali- ja terveysministeriön antaman päätöksen (580/93) perusteella.

KIRJALLISUUTTA

Säteilylaki (592/91), säteilyasetus (1512/91) ja niiden muutokset

Hammasröntgenlaitteet ja niiden käyttö, ST-ohje 3.1, Säteilyturvakeskus, 1999

Hammasröntgenlaitteiden tyyppitarkastus ja tekniset vaatimukset, SS-ohje 3.1, Säteilyturvakeskus 1987

Lääketieteellisten röntgentutkimuslaitteiden ja röntgenfilmien kehityksen laadunvalvonta, ST-ohje 3.5, Säteilyturvakeskus 1991

International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No 115, Schedule III, Table III-I, p. 279. International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna 1996

- | | |
|---------|--|
| LIITE A | Ohjeita kuvanlaadun parantamiseksi ja säteilyannosten pienentämiseksi |
| LIITE B | Hammasröntgenlaitteiden laadunvarmistusohjelmaan sisältyvät vakioisuusmittaukset ja niiden aikavälit |

OHJEITA KUVANLAADUN PARANTAMISEKSI JA SÄTEILYANNOSTEN PIENENTÄMISEKSI

Hammasröntgenkuvausten potilasannoksissa on todettu eri käyttöpaikkojen välillä monikymmenkertaisia eroja. Suurten potilasannosten syinä ovat yleensä filmien virheellinen kehitys, kuten liian lyhyt kehitysaika, kehittyneen liian laimea sekoitus-suhde ja vanhentuneet kehitysnesteet, hitaan filmin käyttö ja laiteviat. Noudattamalla alla esitettyjä ohjeita on mahdollista pienentää potilaiden ja henkilökunnan säteily-annoksia tai parantaa kuvanlaatua ilman olennaisia lisäkustannuksia.

- Käytä nopeaa, lyijytaustalla varustettua filmityyppiä. Filmeissä, joissa ei ole lyijytaustaa, kuten pikafilmeissä, on suositeltavaa käyttää erillistä steriloitavaa ruostumatonta terästaustaa (paksuus esimerkiksi 1 mm). Pikafilmejä tulisi niiden hitauden vuoksi käyttää vain poikkeustapauksissa.*
- Käytä filmien käsikehityksessä apuna lämpömittaria ja kehityskelloa.
- Tarkista, että filmien kehitysaika ei alita kehitevalmistajan antamaa kehittyneen lämpötilan ja sekoitussuhteen edellyttämää ohjeellista kehitysaikaa.
- Jos käytössäsi on kehityskone, tarkista, että kehittyneen sekoitussuhde, lämpötila ja filmin kehitysaika ovat toisiinsa sopivia ja että filmit eivät alikehity eivätkä hunnutu kehityskoneen liian valoisan sijaintipaikan johdosta.
- Filmipakkauksissa annetut valotusajat on tarkoitettu vain ohjeellisiksi. Kullekin hammasröntgenlaitteelle sopivat valotusajat määräytyvät laitekohtaisesti optimikehityksen mukaan. Kokeile, mikä on sopiva valotusaika.
- Jos saat ohjeiden mukaan kehitettynä liian tummia kuvia, vähennä säteilyannosta (valotusaikaa) eikä kehitysaikaa. Jos et saa röntgen-laitteestasi riittävän pieniä annoksia tai jos annosten toistettavuus lyhimpiä valotusaikoja käytettäessä on huono (filmin mustuma vaihtelee paljon), vaihda pitempi etäisyysrajoitin tai lisää säteilyn alumiinisuodatusta esim. 0,5 - 1 mm.
- Vaihda uudet kehitysnesteet valmistajan ohjeiden mukaan ja viimeistään silloin, kun joudut lisäämään valotusaikaa (säteilyannosta) sopivan mustuman saamiseksi filmille tai kun kuvanlaatu muuten on huonontunut.
- Tarkista, että kehityshuone on valonpitävä ja ettei pimiövalo eikä päivänvalokehityskone hunnuta röntgenfilmejä. Kokeile esimerkiksi näin: Vedä valottamaton hammasröntgenfilmi osittain ulos suoja-kuoresta, pidä sitä 0,5...1 minuuttia siinä tilassa, jossa tavallisesti käsittelet filmejä niitä kehitettäessä. Kehitä filmi. Jos havaitset filmissä hunnuttumista tai valottumista, selvitä syy ja poista se. Muista, että nopea filmi on hitaampaa filmiä herkempi myös valolle.

* Jos kuvauksen ajaksi asetetaan pikafilmin taakse tavallinen, nopea, lyijytaustalla varmistettu hammasröntgenfilmi, saadaan samalla arkistointikelipoinen infraoraalikuva.

HAMMASRÖNTGENLAITTEIDEN LAADUN- VARMISTUSOHJELMAAN SISÄLTÄVÄT VAKIOISUUSMITTAUKSET JA NIIDEN AIKAVÄLIT

Mittaukset ja havainnot tehdään määrävälein, olosuhteiden muuttuessa ja epäiltäessä vikoja. Mittauksista ja niiden tuloksista pidetään kirjaa ja kirjanpitoa säilytetään niin kauan kuin laitetta käytetään tai vähintään viiden vuoden ajan.

| Seurantakohte | Mittausten tai tarkistusten aikavälit |
|--|---------------------------------------|
| Kuvanlaatukuva | 1 – 6 kuukautta |
| Kuvauskellon toiminta ja säteilytuoton toistettavuus | 12 kuukautta |
| Filmin kehitys | |
| - kehityskonetta käytettäessä | |
| - jatkuva käyttö | päivittäin tai viikoittain |
| - kone käyttämättä yli viikon | aina ennen käyttöä |
| - käsikehityksessä tuoreet kehitysnesteet vaihdetaan kehite- ja filmivalmistajien ohjeiden mukaisesti | |
| Säteilykeilan keskitys ja koko | 12–24 kuukautta |
| Suojavälineiden kunto | 12 kuukautta |
| Muut seurantakohteet: kuvien katselulaitteet ja valotaulut, pimiön suojavalot ja valonpitävyys, varoitussuojavalojen toiminta, röntgenputken asettelun pysyvyys, laukaisukaapelin kunto | 12 kuukautta |