

Irina Rinta-Kiikka, Päivi Laarne ja Kirsi Holli-Helenius

Säteilylaki uudistui – koko organisaation turvallisuuskulttuuri korostuu potilaan kuvantamisessa

Säteilylainsäädäntö uudistui joulukuussa 2018. Merkittävin ideologinen muutos on toiminnanharjoittajan vastuun korostaminen turvallisuuskulttuurin ja säteilyturvallisuuden ylläpitämisessä viranomaisvalvonnan sijaan. Hyvän säteilyturvallisuuskulttuurin edellytyksenä terveydenhuollossa on toimiva yhteistyö tutkimukseen lähettävän ja sen suorittavan yksikön välillä. Lähettävä lääkäri vastaa tutkimuksen oikeutusarvioinnista, joten hänellä pitää olla perustiedot lähettämissuosituksista, säteilyn terveysvaikutuksista, vaihtoehtoisista menetelmistä ja säteilyaltistuksesta eri tutkimuksissa. Hyvä lähete sisältää selkeän kysymyksenasettelun, tiedot aiemmista ja nykysairaudesta sekä sen diagnostisista selvittelyistä tuloksineen. Tutkimus optimoidaan suorittavassa yksikössä lähetteen tietojen perusteella. Lasten ja nuorten tutkimusten sekä tietokonetomografian (TT) oikeutusarviointi on ensiarvoisen tärkeää sekä yksilöön kohdistuvan säteilyaltistuksen että väestöannoksen takia. Potilaan aiempi säteilyaltistus ei saa olla este kuvantamiselle perustellussa diagnostisessa selvittelyssä.

Kahden eri potilaan TT-lähetteen tekstit ovat:

Kyseessä on 52-vuotias mies, jolla on laajasti luustoon levinnyt eturauhassyöpä. Nyt äkillinen kipu vasemmalla alavatsalla, tulehdusarvoissa nousua, akuutti divertikuliitti?

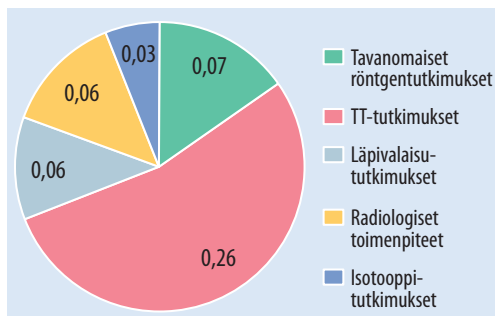
Kyseessä on 22-vuotias aiemmin perusterve nainen, jolla nyt äkillinen vatsakipu, tulehdusarvoissa nousua, akuutti umpilisäketulehdus, divertikuliitti, sisäsynnyintulehdus?

Kumman potilaan kuvaus on oikeutetumpi? Entä potilaan TT-kuvauksesta saama säteilyannos? Ensimmäistä potilasta on kuvattu lukuisia kertoja aiemmin TT:llä syövän hoidon yhteydessä, toista ei kertaakaan aikaisemmin. Miten toimia, vaikuttaako uudistettu säteilylaki käytännön potilastyön päätöksentekoon? Onko jokin muuttunut?

Säteilylähteet ja kuvantamistutkimusten osuus säteilyaltistuksessa

Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos on 5,9 millisievertiä (mSv) vuodessa. Suurin osuus tästä, noin kaksi kolmasosaa, tulee sisäilman radonista. Luonnon taustasäteilystä aiheutuu keskimäärin 20 % kokonaissäteilyannoksesta, sillä kaikkialla säteilee jonkin verran. Taustasäteilyä ovat muun muassa kosminen säteily sekä maaperästä ja ravinnosta tuleva säteily. Terveydenhuollon kuvantamistutkimuksista kertyy noin 13 % (0,76 mSv/suomalainen) vuosiansiannoksesta (1).

Säteilyturvakeskus (STUK) kokoaa säännöllisin väliajoin radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden lukumäärät sekä julkaisee niistä raportin. Eri kuvantamistutkimusten määrät ovat vuosien saatossa ja tekniikoiden kehiti-



KUVA 1. Ionisoivaa säteilyä käyttävien kuvantamismenetelmien osuudet (mSv) väestöannoksesta (3).

tyessä muuttuneet suhteessa toisiinsa. Viimeisimmän raportin (2) mukaan Suomessa tehtiin vuonna 2018 noin kuusi miljoonaa röntgenkuvauksia eli 1 081 tuhatta asukasta kohti. Näistä noin 2,3 miljoonaa on suun terveydenhuollossa tehtyjä hammasröntgenkuvauksia. Lisäksi raportoitiin 1,1 miljoonaa magneetti- ja kaikukuvausta, joista ei aiheudu säteilyaltistusta, mutta niiden määrä lienee todellisuudessa suurempi. Isotooppitutkimuksia tehdään vuosittain noin 40 000.

Suurin osuus, aiemminkin jo noin 60 %, röntgenkuvauksen säteilyannoksesta syntyy TT-tutkimuksista, joiden lukumäärä on kasvanut 28 % vuoteen 2015 verrattuna. Kuvantamistutkimusten osuudet väestöannoksesta on esitetty **KUVASSA 1** (3).

Ionisoivan säteilyn haittavaikutukset

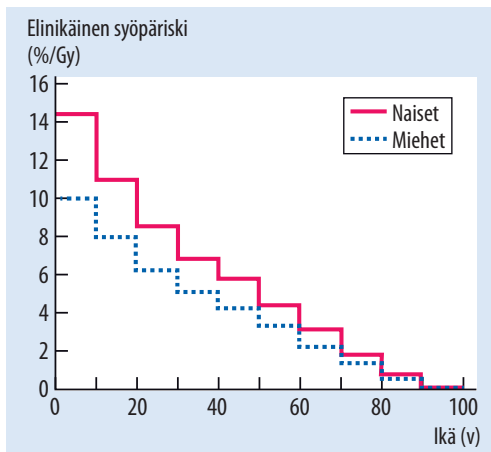
Ionisoivaa säteilyä käyttävät kuvantamismenetelmät (natiiviröntgen-, hammasröntgen- ja varjoaineröntgentutkimukset, tavanomaiset ja kartiokeila-TT-tutkimukset, angiografiat sekä isotooppitutkimukset) sekä läpivalaisu- ja TT-ohjatut toimenpiteet ovat keskeisessä roolissa sekä diagnostiikassa että hoidon suunnittelussa ja seurannassa. Vaikka tutkimuksista saatava hyöty on merkittävä, lääketieteessäkin käytetty säteily ei ole vaaratonta, vaan tutkimuksista voi olla myös haittaa. Terveydenhuollon ammattilaisten tehtävä on huolehtia, että jokaisen ionisoivaa säteilyä käyttävän tutkimuksen

käyttö harkitaan niin, että säteilyn käyttö on oikeutettua ja optimoitua kaikkien potilaiden kohdalla.

Säteilyn vaikutukset terveyteen jaetaan suoriin (deterministisiin, vääjäämättä ilmeneviin) ja satunnaisiin (stokastisiin) haittavaikutuksiin (4). Suorat haittavaikutukset liittyvät suuriin sädeannoksiin (vakava säteilyonnettomuus, sädehoito, toistetut suuren annoksen toimenpiteet esimerkiksi toimenpideradiologiassa tai kardiologiassa), jotka aiheuttavat laajojen solutuhojen takia kudolvaurioita (esimerkiksi säteilyn aiheuttama ihon palovamma, sikiövaurio, harmaakahi). Jos altistuksen suuruus jää elinkohtaisen kynnsarvon alapuolelle, tätä haittaa ei synny lainkaan. Tästä syystä suorat haitat pyritään välttämään potilastutkimuksissa ja hoidoissa kokonaan esimerkiksi hälytysrajoja käyttämällä ja selvittämällä potilaan mahdollinen raskaus sekä aiemmin tehdyt toimenpiteet aina etukäteen. Myös annosnopeudella on vaikutusta suorien haittojen syntyyn; hitaasti, pitkän ajan kuluessa kertyneellä sädeannoksella haitan kynnsarvo on suurempi kuin jos saman annoksen saa lyhyessä ajassa.

Röntgenkuvauksen kannalta oleellisempia ovat satunnaiset haittavaikutukset, jotka huonolla tuurilla saavat alkunsa perimämuutoksesta yhdessä solussa. Annosnopeuskaan ei ole ratkaiseva, vaan koko elinaikana kertynyt kumulatiivinen annos määrää kokonaisriskin. Jokainen röntgenkuvaus tuo syöpäkuolleisuuteen vain pienen tilastollisen lisäriskin (**TAULUKKO**) (5), joka on itsessään riippumaton aikaisemmista kuvauksista ja muusta säteilyaltistuksesta. Haitan, esimerkiksi syövän tai perinnöllisen seurauksen, todennäköisyys kuitenkin kasvaa annoksen suurentuessa.

Väestötasolla vaikutus voi olla havaittava, jos suuri joukko ihmisiä altistuu säteilylle, vaikka yksilöannokset eivät olisikaan erityisen suuria. Satunnaisten haittavaikutusten aiheuttamat syövät ilmaantuvat vasta vuosia altistuksen jälkeen, eikä niitä voida erottaa muulla tavalla alkunsa saaneista syövästä. Röntgenkuvauksista aiheutuva satunnaisten haittojen riski riippuu kuvattavan kohteen ja kuvausmenetelmän lisäksi muun muassa potilaan iästä ja sukupuolesta (**KUVA 2**) (6).



KUVA 2. Koko kehon säteilyaltistuksesta aiheutuva syöpäilmaantuvuuden elinikäinen iän ja sukupuolen mukainen riski (6).

Säteilyn käytön vastuut ja säteilyturvallisuusosaaminen

Kun potilasta ollaan lähettämässä ionisoivalle säteilylle altistavaan tutkimukseen, pitää sen oikeutus arvioida. Ennen lähetteen kirjoittamista on hankittava saatavilla olevat aiemmat kuvantamistulokset ja hoitoa koskeva olennainen tieto sekä tarvittaessa konsultoitava asiantuntijoita. Hyötyjen ja haittojen arvioinnissa on otettava huomioon vaihtoehtoiset menetelmät, joissa ei käytetä ionisoivaa säteilyä (kaiku- ja magneettikuvaukset). Etenkin lapsia ja nuoria lähetettäessä röntgenkuvauksiin, erityisesti TT:hen, pitää arvioida tarkasti saavutettavan hyödyn suhde säteilyaltistukseen. Säteilylain (7) 113 pykälän mukaan lähettävän lääkärin on informoitava potilasta tutkimuksen hyödyistä, säteilyaltistuksesta ja sen mahdollisista haitoista.

Säteilylle altistavan tutkimuksen tai toimenpiteen oikeutuksesta päättää ensi kädessä lähettävä lääkäri. Tämän vuoksi lähettävällä lääkärillä pitää olla perustiedot lähettämissuosituksista, ionisoivan säteilyn terveydellisistä vaikutuksista sekä potilaan säteilyaltistuksesta eri tutkimuksissa ja toimenpiteissä. Lääketieteellisestä altistuksesta vastuussa oleva lääkäri (radiologi, hammaslääkäri, toimenpiteen suorittava lääkäri) varmistaa säteilylle altistavan toimenpiteen oikeutuksen, päättää viime k-

dessä sen tekemisestä ja vastaa siitä, että potilaan säteilyaltistus on optimoitu (7).

Säteilyaltistuksen optimoinnin apuvälineenä kuvantamisyksikkö käyttää esimerkiksi STUKin tavanomaisille tutkimuksille asettamia vertailutasoja, jotka eivät kuitenkaan ole yksittäisen potilaan annosrajoituksia (8). Kun kuvantamistutkimus on pyydetty, se pyritään tekemään sellaisella kliinisellä kvanlaatusolulla, että läheteessä annettuun kysymykseen pystytään luotettavasti vastaamaan. Kysymyksen asettelun lisäksi läheteessä on annettava tiedot potilaan aikaisemmista sairauksista sekä lyhyt mutta riittävä kuvaus potilaan nykysairaudesta ja muista diagnostiikkaa tukevista tutkimustuloksista.

Erityishuomio TT-tutkimuksiin

TT-tutkimuksissa oikeutusarviointi on ensiarvoisen tärkeää, toisaalta sekä yksilöön kohdistuvan säteilyaltistuksen että väestötasolla kollektiivisen annoksen takia. Laitekehityksen ja -optimoinnin avulla potilasannokset ovat Suomessa nykyään selvästi aiempaa pienempiä, mutta edelleen esimerkiksi kuvantamisyksikkökohtainen vaihtelu on suurta (9).

TT-kuvausaiheet ovat lisääntyneet ja samalla diagnostinen vaatimustaso noussut. Tutkimukset on suoritettava läheteestä ilmenevän aiheen mukaisesti laadituilla kuvausprotokollilla, ja niiden on oltava kliinisesti perusteltuja. Vatsan alue on erityisen haastava, sillä vatsan elinten diagnostiikassa pienten tiheyserojen näkyminen on usein tärkeää. Vatsaradiologiyhdistyksen mukaan kuvanlaatu on usein kuitenkin parempi ja säteilyannos suurempi kuin diagnostiikka tai aiheet vaatisivat (10).

TT-kuvausten kokonaislukumäärä on kasvanut (2). Etenkin syöpädiagnostiikan ja -hoitojen kehittyminen on johtanut toistuvien kuvauskontrollien tarpeeseen. Tyypillisesti otetaan koko vartalon TT. Tällaiset kuvaukset ovat yleensä oikeutettuja, koska ne ovat oleellisia potilaan hoidon kannalta. On kuitenkin ratkaisevan tärkeää suunnitella kuvaukset niin, että niiden potilaalle aiheuttama säteilyannos on mahdollisimman pieni. Esimerkiksi useimmissa onkologisissa seurantatutkimuksissa kuvanlaa-

TAULUKKO. Säteilyn aiheuttama syöpäkuoleman riski. Arviot pätevät väestön keskimääräiselle edustajalle, eikä niitä voi käyttää yksilöllisen riskin tarkkaan arviointiin (5).

Esimerkki syöpäkuoleman riskin sanallisesta kuvailusta	Syöpäkuoleman riski	Esimerkkejä tutkimuksista	Efekttiivinen annos (mSv)	Aika, jona suomalainen henkilö saa keskimäärin saman annoksen kaikista säteilyn lähteistä
Lähes olematon	< 1:1 000 000	Raajan (esim. ranne, polvi) röntgentutkimus	< 0,02	Alle 2 päivää
Minimaalinen	1:1 000 000 – 1:100 000	Keuhkojen röntgentutkimus (etu ja sivu) Mammografia	0,02–0,2	2–20 päivää
Hyvin pieni	1:100 000 – 1:10 000	Lantion röntgentutkimus Vatsan röntgentutkimus Pään TT-tutkimus	0,2–2	3 viikkoa – 7 kuukautta
Pieni	1:10 000 – 1:1 000	Vatsan TT-tutkimus PET-TT-tutkimus Sepelvaltimon pallolääjennus	2–20	7 kuukautta – 6 vuotta

Väestötasolla säteilyn aiheuttaman syöpäkuoleman riskin arvioidaan olevan 0,005 – 0,01 %/mSv. Suomessa muista syistä aiheutuvan syöpäkuoleman riski on noin 20 % (1:5).

dun ei tarvitse olla yhtä hyvä kuin primaaridiagnostiikassa. Samoin nuorilla potilailla ja hyvälaatuisissa taudeissa pitää käyttää pienen sädeannoksen kuvausprotokollia, ALARA (as low as reasonably achievable) -periaatteen mukaisesti.

Syöpäpotilaiden TT-kuvantamisen lisäksi vahvimmin lisääntymässä ovat päivystykselliset TT-kuvaukset. Niiden saatavuus on parantunut viimeisten vuosien aikana merkittävästi. Päivystyspotilaat ovat tyypillisesti hyvin eri-ikäisiä ja edustavat myös nuorempia potilasryhmiä. Tämän potilasryhmän osalta on oltava erityisen kriittinen, jotta kuvauslähetteen kirjoittamiskynnys ei madallu eivätkä kuvausaiheet tarpeettomasti laajene ja lisää säteilyaltistusta. Oikeutusarvioinnin periaatteista on tärkeää pitää tiukasti kiinni.

Uudistettu säteilylaki

Vaikka säteilyturvallisuuden perusperiaatteet ovat pysyneet ennallaan, tarvitaan käytännön työssä linjauksia, jotka perustuvat annettuihin lakeihin ja asetuksiin. Lainsäätäjät on antanut uudet säädökset terveyden suojelemiseksi säteilyn aiheuttamilta haitoilta: säteilylaki (859/2018) siihen liittyvine asetuksineen (1034/2018, 1044/2018, 908/2018) ja STUKin määräyksiin tuli voimaan 15.12.2018.

Säteilylain 12 pykälässä säädetään, että organisaatioiden on ylläpidettävä ja kehitettävä toiminnassaan hyvää säteilyturvallisuuskulttuuria. Merkittävin muutos onkin siirtyminen vaatimuksenmukaisuudesta (”STUK valvoo”) hyvään turvallisuuskulttuuriin (”toiminnanharjoittaja vastaa”). Turvallisuuskulttuurin tueksi säteilyturvallisuuden johtamisjärjestelmää on uudistettu uuden lainsäädännön myötä niin, että organisaation johdon pitää olla aiempaa selkeämmin osallinen säteilyturvallisuuden kehittämisessä ja ylläpidossa. Liikkumavaraa on aikaisempaa enemmän. Siten toiminnanharjoittajalla on mahdollisuus muodostaa sellainen organisaatio ja toimintamallit, jotka edistävät säteilyturvallisuutta parhaalla mahdollisella tavalla.

Johtamisjärjestelmän lisäksi turvallisuuskulttuuri sisältää käytännön toimintaan tiiviisti yhteydessä olevan turvallisuuden ja riskien hallinnan sekä riskien arvioinnin. Turvallisuuden lisäämiseksi suunnitellut ja toteutetut toimenpiteet suhteutetaan toiminnasta mahdollisesti aiheutuvaan riskiin.

STUKille riskiperusteisuus tarkoittaa sitä, että se suuntaa valvontaansa entistä enemmän toimintaan liittyvän riskin perusteella. Käytännön väline turvallisuuden kehittämiseen on turvallisuusarvio, joka on uusi lakisäätinen

vaatimus kaikessa turvallisuusluvan alaisessa säteilytoiminnassa (7,11). Päämääränä on tilanne, jossa turvallisuuskulttuurista eivät vastaa yksittäiset työntekijät vaan sen luomisesta ja ylläpitämisestä vastaavat kaikki toimijat yhteistyössä.

Säteilyn käyttöön terveydenhuollossa tarvitaan lakisääteisesti myös täydennyskoulutusta eri ammattiryhmille. Tuntimäärät eivät muuttuneet uudistuksessa, joten esimerkiksi lähetävien lääkäreiden pitää saada edelleen täydennyskoulutusta kahdeksan tuntia viiden vuoden aikana.

Turvallisuuskulttuuri arjen potilastyössä

Hyvän turvallisuuskulttuurin ylläpitäminen tapahtuu lähettävän ja kuvantavan yksikön yhteistyönä. Kaikki lähtee hyvästä säteilyosaamisesta. Lähettävän yksikön osalta tämä tarkoittaa kriittistä oikeutusarviota ja huolellisesti tehtyä lähetettä. Tilanteessa, jossa lähettämissuosituksia ei ole käytettävissä, lähettävän lääkärin oikeutusarviointi korostuu ja menettely on myös kirjattava (7). Hyvät lähetetiedot (5) ja selkeä kysymyksenasettelu ovat tärkeitä kuvauksen suunnittelussa ja optimoinnissa.

Raskauden mahdollisuus fertiili-ikäisiltä henkilöiltä on todennettava riittävän herkällä ja tarkalla menetelmällä, jos kyseessä on sädehoito, suuren lääketieteellisen altistuksen sikiölle aiheuttava isotooppitutkimus taikka tietokone-tomografialla tai muulla suurta lääketieteellistä altistusta aiheuttavalla menetelmällä tehtävä vatsan tai lantion alueen röntgenkuvaus tai -toimenpide.

Henkeä uhkaavat tilanteet, esimerkiksi trauma-TT, on rajattu tämän vaatimuksen ulkopuolelle. Raskaus ei myöskään ole este kuvantamiselle tilanteissa, joissa sikiö ei käytännössä altistu säteilylle (8). STUK on lain voimaantulon jälkeen linjannut, että ”riittävän herkkä ja spesifinen menettely voi vaihdella riskiperusteisesti lähtien raskaustestin käyttämisestä erillisiin luottamuksellisiin keskusteluihin” (12). Käytännössä olisi tarkoituksenmukaista sopia valtakunnallisesti yhtenäisistä käytännöistä raskauden poissulkemiseksi. Lähettävän lääkärin

Ydinasiat

- ▶ Uudistettu säteilylainsäädäntö tuli voimaan 15.12.2018.
- ▶ Kuvantamistutkimuksen lähete on juridisesti merkittävä dokumentti, jolla tutkimuksesta vastaava lääkäri varmistaa oikeutuksen ja jota käytetään tutkimuksen optimointiin.
- ▶ Lainsäädännössä korostetaan koko organisaation kattavaa turvallisuuskulttuuria säteilyturvallisen toiminnan perustana.

rin pitää selvittää raskauden mahdollisuus jo potilaalle lähetettä kirjoittaessaan ja toimenpiteen suorittavan tahon tarkistaa tilanne ennen tutkimusta.

Hyvään turvallisuuskulttuuriin kuuluu myös havaituista säteilyturvallisuuspoikkeamista tai läheltä piti -tilanteista ilmoittaminen, poikkeamien käsittely ja vastaavien tapahtumien mahdollisimman tehokas estäminen. Tyypillisiä poikkeamia kuvantamisessa ovat esimerkiksi lähetteen teko väärälle henkilölle, väärän tutkimuksen teko, tarpeettomasti toistettu tutkimus ja sikiön tarkoitukseton altistuminen.

Lopuksi

Miten suhtaudumme tämän artikkelin alun TT-kuvauslähetteisiin? Ensimmäisen potilaan ikä ja sukupuoli huomioiden, vaikka taustalla ovat lukuisat aikaisemmat ionisoivaa säteilyä käyttävät kuvantamistutkimukset, tutkimuksen oikeutus on perusteltua. Kyseessä on mahdollisesti vaarallinen tilanne, sillä divertikuliittia voi komplisoida perforaatio ja siitä johtuva vatsa-kalvotulehdus.

Jälkimmäisen potilaan nuori ikä saa miettimään TT-kuvauksen oikeutusta. Jos muut syyt on suljettu pois kaiku- tai tietyissä varsin rajatuissa päivystysaiheissa magneettikuvauksella, eikä potilas ole raskaana, on edettävä kliinisen kokonaisarvion ja sen pohjalta tehtävän kokonaisriskin arvion perusteella niin, että pidetään kiinni hyvän säteilyhygienian periaatteesta.

Raskauden mahdollisuus on suljettava pois ennen kuvantamista raskaustestillä, mikäli potilaan haastattelun perusteella sitä ei voida täysin sulkea pois. Molemmat päivystykselliset tutkimukset ovat tarpeellisia ja lisäksi sellaisia, että ne voidaan toteuttaa pieniannoksisin protokollin.

Kuvausprotokolla pitää siis aina valita kliinisen aiheen mukaan. Lähettävän lääkärin on

tehtävä asianmukainen lähete ja kirjattava siihen anamnestisten ynnä muiden tietojen lisäksi mahdollisimman selkeä kysymyksenasettelu. Potilaan hoidon kannalta tarpeettomia tutkimuksia ei tehdä varmuuden vuoksi. Potilaan aiempi säteilyaltistus tai kuvantamistutkimus ei saa kuitenkaan olla este kuvantamiselle perustellussa diagnostisessa selvityksessä. ■

IRINA RINTA-KIIKKA, LT, dosentti

PSHP Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos, radiologia

PÄIVI LAARNE, TKT, fyysikko

PSHP Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos, lääketieteellisen fysiikka

KIRSI HOLLI-HELENIUS, TKT, fyysikko

PSHP Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos, lääketieteellisen fysiikka

VASTUUTOIMITTAJA

Maija Tarkkanen

SIDONNAISUUDET

Irina Rinta-Kiikka: Luottamustoimet (Suomen Vatsaradiologit, hallituksen puheenjohtaja)

Päivi Laarne: Ei sidonnaisuuksia

Kirsi Holli-Helenius: Ei sidonnaisuuksia

KIRJALLISUUTTA

1. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos. STUK. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2018. www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/ ihmisen-radioaktiivisuus/suomalaisen-keskimääräinen-sateilyannos.
2. Ruonala V. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2018. STUK-B 242. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-309-449-9>.
3. Järvinen H. Terveystieteiden säteilykäytöstä (röntgendiagnostiikka ja toimenpideradiologia) väestölle aiheutuvan säteilyannoksen määrittäminen 2016. STUK-TR:21. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-309-304-1>.
4. Paille W. Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuus. Hämeenlinna: Karisto 2002, s. 43–8. www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4_03.pdf/450f57ef-5060-492f-b22c-325e640c375b.
5. Oikeutus säteilylle altistavissa tutkimuksissa – opas hoitaville lääkäreille. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2015. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-309-238-9>.
6. Wall BF, Haylock R, Jansen JTM, ym. Radiation risks from medical x-ray examinations as a function of the age and sex of the patient. Center for Radiation, Chemical and Environmental Hazards. London: Health Protection Agency 2011. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/340147/HPA-CRCE-028_for_website.pdf.
7. Säteilylaki [859/2018]. www.finlex.fi.
8. Säteilyturvakeskuksen määräys oikeutusarvioinnista ja säteilynsuojelun optimoinnista lääketieteellisessä altistuksessa. STUK S/4/2019. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2019. www.stuklex.fi/maarays/stuk-s-4-2019.
9. Röntgentutkimusten säteilyannoksia. Säteily terveydenhuollossa. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2017. www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/rontgentutkimukset/rontgentutkimusten-sateilyannoksia.
10. Jartti A, Lantto E, Rinta-Kiikka I. Vatsan TT-tutkimukset. Suositukset omien kuvauskäytäntöjen kehittämiseen. Helsinki: Suomen Radiologiyhdistys 2012. www.sry.fi/file.php?fid=557.
11. Säteilyturvakeskuksen määräys turvallisuuslupaa edellyttävästä toiminnasta. STUK S/6/2019. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2019. <http://finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/555001/45350>.
12. Toiminnanharjoittajalla on entistä enemmän vastuuta. Terveystieteiden uutiskirje 3-2019. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2019. www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/uutiskirjeet-sateilyn-kayttajille/terveydenhuollon-uutiskirje-3-2019/toiminnanharjoittajalla-on-entista-enemmän-vastuuta.