



43.  
SÄDETURVAPÄIVÄT  
31.10.-1.11.2019

Tampere-Talo



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>Ohjelma</b> .....	<b>4-13</b>
<i>Tiina Laitinen, dosentti, ylifyysikko, KYS-Kuvantamiskeskus</i>	
Kyberturvallisuus ja kuvantaminen.....	<b>14</b>
<i>Mika Kortesianiemi, ylifyysikko, HUS</i>	
Valtakunnallinen terveydenhuollon kuva-aineistojen arkisto (ent. Kvarkki).....	<b>16</b>
<i>Verner Ruonala, tarkastaja, STUK</i>	
Radiologisten ja isotooppitutkimusten määrät Suomessa vuonna 2018.....	<b>18</b>
<i>Ritva Bly, johtava asiantuntija, STUK</i>	
Uudet roolit organisaatiossa ja johtamisjärjestelmä.....	<b>19</b>
<i>Jussi Aarnio, sairaalafysikko, terveydenhuollon tukipalvelujen päällikkö, Essote</i>	
Hyvän turvallisuuskulttuurin ylläpitäminen ja kehittäminen terveydenhuollossa.....	<b>20</b>
<i>Juha Nikkinen, ylifyysikko, PPSHP</i>	
Miten syvällinen säteilysuojeluosaaminen on tarpeen eri rooleissa.....	<b>22</b>
<i>Minna Husso, Sairaalfysikko, KYS Kuvantamiskeskus</i>	
Radiologisen fysiikan ja säteilysuojelun kurssi radiologiaan erikoistuville lääkäreille (RFS-kurssi).....	<b>24</b>
<i>Anja Henner, Yliopettaja, TtT</i>	
STV koulutus röntgenhoitajille.....	<b>26</b>
<i>Ville Jussila, päivystysradiologi, TYKS radiologia</i>	
Mitä trauma-TT:ssä ei ainakaan saa missata.....	<b>27</b>
<i>Seppo K. Koskinen, LT, Radiologian dosentti, Professori, Terveystalo Oy</i>	
AIKUISEN TRAUMA-TT: one size fits all?.....	<b>28</b>
<i>Jenni Kröger ja Marjo Niemelä, röntgenhoitajat, OYS</i>	
Lapsen thorax- röntgen, hyvän kuvan kriteerit.....	<b>31</b>
<i>Anna Föhr, lastenradiologi, HUS ULS</i>	
Lapsen thorax; TT vai MK.....	<b>32</b>
<i>Merja Wirtanen, kliininen asiantuntija, HUS kuvantaminen</i>	
Nilkan natiiviröntgen röntgenhoitajan näkökulmasta.....	<b>33</b>
<i>Mirva Vainio, röntgenhoitaja, HUS</i>	
Alaraajan KKT röntgenhoitajan toteuttamana.....	<b>35</b>
<i>Kimmo Mattila, LT, dosentti, TYKS radiologia</i>	
Monienergiakuvantaminen akuuttiradiologiassa?.....	<b>37</b>
<i>Niko Sillanpää, radiologi, TAYS</i>	
Vatsan alueen GI-kanavan ulkopuolisten verenvuotojen endovaskulaarinen hoito.....	<b>38</b>



## SISÄLLYSLUETTELO

<i>Irina Rinta-Kiikka, radiologi, TAYS</i>	
Akuutti maksa.....	<b>39</b>
<i>Mohamed Fouda, radiologi, HUS</i>	
Maksan varjoaine-uä. ....	<b>41</b>
<i>Heikki Hermunen, radiologi</i>	
Maksan elastografia. ....	<b>42</b>
<i>Juha Suutari, tarkastaja, STUK</i>	
Mitä uudistuksia säteilylaki tuo auditointeihin ja itsearviointeihin?.....	<b>43</b>
<i>Merja Wirtanen, kliininen asiantuntija (radiologia)</i>	
Miten sisäinen auditointi on toteutettu HUS Kuvantamisessa.....	<b>44</b>
<i>Petra Tenkanen-Rautakoski, toimistopäällikkö, STUK</i>	
Uusia tuulia STUKin valvonnassa. ....	<b>46</b>
<i>Elina Hallinen, Tarkastaja, STUK</i>	
Turvallisuusarvion laatiminen ja sisältö. ....	<b>48</b>
<i>Annina Kajatkari, johtava fyysikko, Terveystalo-konserni</i>	
Terveystalon säteilytoiminnan turvallisuusarvio.....	<b>50</b>
<i>Timo Helasvuo, tarkastaja, STUK</i>	
Valtakunnallinen selvitys radiologian henkilöstöresursseista.....	<b>52</b>
<i>Juha Suutari, tarkastaja, STUK</i>	
Miten uudet vaatimukset toteutuvat – kokemuksia tarkastuksilta. ....	<b>53</b>
<i>Atte Lajunen, tarkastaja, STUK</i>	
Oikeutusarvioinnin edellytysten toteutuminen käytännön työssä. ....	<b>54</b>
<i>Verner Ruonala, tarkastaja, STUK</i>	
Säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittely.....	<b>55</b>
<i>Toni Ihalainen, sairaalafyysikko, HUS</i>	
Turvallisuusarviotyö isotooppilääketieteessä. ....	<b>56</b>
<i>Antti Sohlberg, sairaalafyysikko, HUS</i>	
Annossuunnittelu isotooppilääketieteessä. ....	<b>57</b>
<i>Katri Nousiainen, projektityöntekijä, STUK</i>	
Magneettisimulaattoreiden valvonnan kehittäminen - alustavat tulokset tutkimusprojektista. ....	<b>58</b>
<i>Jukka Liukkonen, tarkastaja, STUK</i>	
Optimointi isotooppikuvantamisessa selvityksen tuloksia ja johtopäätöksiä.....	<b>59</b>



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

### Sädeturvapäivien järjestelytoimikunta 2019

Ritva Vanninen, puheenjohtaja	Jussi Aarnio	Susanne Kapanen
Pekka Niemi	Sari Koistila	Riikka Lindén
Pirita Tahvonen	Petra Tenkanen-Rautakoski	Sari Virsula
	Marika Miinalainen, sihteeri	

Ilmoittautumisen yhteydessä osallistujalle annettu nimikyltti on pidettävä näkyvillä. Nimikyltti oikeuttaa pääsyn luennoille sekä kahvi- ja lounastarjoiluihin.

Iltatilaisuus pidetään torstaina 31.10. klo 18.30 – 23.00 Valtatie 30:ssa (Hatanpään valtatie 30).

Käytännön järjestelyistä vastaa projektipäällikkö Karoliina Sunell, Tavicon, puh. 040 778 1770 ([karoliina.sunell@tavicon.fi](mailto:karoliina.sunell@tavicon.fi)) ja järjestelytoimikunnan sihteeri Marika Miinalainen, puh. 040 516 2261 ([marikamiinalainen@elisanet.fi](mailto:marikamiinalainen@elisanet.fi))

### Koulutus

ST 1.7 ohjeen mukaista säteilykoulutusta hyväksytään yhteensä 10 tuntia (to 5t, pe 5t).

Itä-Suomen yliopiston Terveystieteiden tiedekunta on hyväksynyt 43. Sädeturvapäivien koulutusohjelman teoreettiseksi kurssimuotoiseksi koulutukseksi seuraaville erikoisaloille:

Radiologia 10 tuntia

Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede 10 tuntia

Akuuttilääketiede 5 tuntia

Syöpätaudit 5 tuntia

### Näyttely

Näyttely on avoinna torstaina 31.10. klo 9.30 – 15.30 ja perjantaina 1.11. klo 9.00 – 13.30.

Näyttelyn käytännön järjestelyt hoitaa Tavicon, [sadeturva.paivat@tavicon.fi](mailto:sadeturva.paivat@tavicon.fi)



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

### Torstai 31.10.2019

#### Iso Sali

- 9.30 - 9.40 Avaussanat  
Järjestelytoimikunnan puheenjohtaja Ritva Vanninen
- 9.40 - 10.10 Carl Wegelius -luento
- 10.10 - 11.00 Kyberturvallisuus ja kuvantaminen  
ylifyysikko Tiina Laitinen, KYS
- 11.00 - 12.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

**Torstai 31.10.2019**

### **Sessio A, Iso sali**

#### **Kuvantaminen kansallisesti**

Puheenjohtaja Pekka Tervahartiala

- 12.30 - 13.00 Suuntana Kvarkki – kansallinen arkisto ja potilasannosrekisteri  
ylifyysikko Mika Kortesiemi, HUS
- 13.00 - 13.30 Radiologisten ja isotooppitutkimusten määrät vuonna 2018  
tarkastaja Verner Ruonala, STUK
- 13.30 - 13.35 Keskustelu
- 13.35 - 14.20 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

### **Turvallisuuskulttuuri ja säteilyturvallisuus työssä**

Puheenjohtaja Ritva Bly

- 14.20 - 14.35 Uudet roolit organisaatiossa ja johtamisjärjestelmä  
johtava asiantuntija Ritva Bly, STUK
- 14.35 - 15.00 Hyvän turvallisuuskulttuurin ylläpitäminen ja kehittäminen  
terveydenhuollossa sairaalafyysikko Jussi Aarnio, Essote
- 15.00 - 15.25 Miten syvälinen säteilysuojeluosaaminen on tarpeen eri rooleissa  
ylifyysikko Juha Nikkinen, PPSHP
- 15.25 - 15.40 Radiologisen fysiikan ja säteilysuojelun kurssi lääkäreille  
sairaalafyysikko Minna Husso, KYS
- 15.40 - 15.55 STV koulutus röntgenhoitajille  
yliopettaja Anja Henner, OAMK
- 15.55 - 16.00 Keskustelu



**43. Sadedeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadedeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

**Torstai 31.10.2019**

### **Sessio B, Pieni sali**

#### **Traumaradiologiaa**

Puheenjohtaja Kimmo Mattila

- 12.30 - 13.00 Suuronnettomuus – mitä opimme Kuopion bussiturmasta?  
päivystyspoliklinikan ylilääkäri Tero Martikainen, KYS
- 13.00 - 13.30 Mitä Trauma TT:ssä ei ainakaan saa missata  
radiologi Ville Jussila, Tyks
- 13.30 - 14.00 Aikuisen trauma-TT: one size fits all?  
radiologi Seppo Koskinen, Terveystalo
- 14.00 - 14.10 Keskustelu
- 14.10 - 14.55 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

#### **Traumaradiologia jatkuu**

Puheenjohtaja Pirita Tahvonen

- 14.55 - 15.55 Traumaattisia potilastapauksia elävästä elämästä  
Esittäjiä eri puolilta Suomea
- 15.55 - 16.00 Keskustelu
- 18.30 - 23.00 Iltatilaisuus Valtatie 30:ssa (Hatanpään valtatie 30)



**43. Sadedeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadedeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

### Perjantai 1.11.2019

#### Sessio C, Iso sali

#### Lapsen thorax - natiivikuvista leikekuvantamiseen

Puheenjohtaja Anja Henner

- 8.30 - 9.00 Lapsen immobilisointi natiiviröntgentutkimuksiin  
röntgenhoitaja Kaisa-Leena Hakola, TAYS
- 9.00 - 9.30 Lapsen thx-rtg; hyvän kuvan kriteerit  
röntgenhoitajat Jenni Kröger ja Marjo Niemelä, OYS
- 9.30 - 10.00 Lapsen thorax; TT vai MK  
radiologi Anna Föhr, HUS, ULS
- 10.00 - 10.15 Keskustelu
- 10.15 - 10.45 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

#### Nilkan ja jalkaterän kuvantaminen

Puheenjohtaja Jaakko Niinimäki

- 10.45 - 11.15 Nilkan natiiviröntgen röntgenhoitajan näkökulmasta  
kliininen asiantuntija Merja Wirtanen, HUS Kuvantaminen
- 11.15 - 11.40 Alaraajan KKTT röntgenhoitajan toteuttamana  
röntgenhoitaja Mirva Vainio, HUS
- 11.40 - 12.05 Jalkaterän ja nilkan kuvantaminen - radiologin näkökulma  
radiologi Petra Elo, Pohjola Sairaala Tampere
- 12.05 - 12.30 Mikä on ortopedille tärkeää jalkaterän ja nilkan kuvantamisessa  
ortopedi Heikki-Jussi Laine, Pohjola Sairaala Tampere
- 12.30 - 13.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas

#### Rankakuvaukset

Puheenjohtaja Veikko Kähärä

- 13.30 - 14.00 Kaularangan röntgenkuvaus  
Jarno Huhtanen, Turun amk
- 14.00 - 14.30 EOS-kuvauslaite rankakuvauksissa  
radiologi Ville Armio, Pihlajalinna, Tyks





**43. Sadedeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadedeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

**Perjantai 1.11.2019**

### **Sessio D, Pieni sali**

#### **Akuutti radiologia**

Puheenjohtaja Roberto Blanco Sequeiros

- 8.30 - 9.00 Monienergiakuvantaminen akuuttiradiologiassa?  
radiologi Kimmo Mattila, Tyks
- 9.00 - 9.30 Vatsan alueen GI-kanavan ulkopuolisten verenvuotojen  
endovaskulaarinen hoito  
radiologi Niko Sillanpää, TAYS
- 9.30 - 10.00 Akuutin aortan kuvantaminen ja endovaskulaarinen hoito  
radiologi Petri Saari, KYS
- 10.00 - 10.30 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

### **Maksaa**

Puheenjohtaja Eila Lantto

- 10.30 - 11.00 Benignien tehostuvien maksapesäkkeiden kuvantamislöydökset  
radiologi Krista Sarvas, HUS
- 11.00 - 11.30 Ei-kirroottisen maksan malignit tuumorit  
radiologi Juhani Kosunen, HUS
- 11.30 - 11.55 Akuutti maksa  
radiologi Irina Rinta-Kiikka, TAYS
- 11.55 - 12.00 Keskustelu
- 12.00 - 13.00 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

**Perjantai 1.11.2019**

### **Kehittyvä kaikukuvaus**

Puheenjohtaja Pentti Lohela

- |               |   |
|---------------|---|
| 13.00 - 13.30 | Maksan varjoaine-uä<br>radiologi Mohamed Fouda, HUS   |
| 13.30 - 13.55 | Maksan elastografia<br>radiologi Heikki Hermunen  |
| 13.55 - 14.20 | Mitä uutta rintasyövän ja sen kainalolevinneisyyden<br>uä-diagnostiikassa<br>radiologi Mazen Sudah, KYS |
| 14.20 - 14.30 | Keskustelu  |



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

### Perjantai 1.11.2019

#### Sessio E, Maestro

##### Säteilytoiminnan arviointi, auditointi ja valvonta

puheenjohtaja Taina Autti

- 8.30 - 8.50 Mitä uudistuksia säteilylaki tuo auditointeihin ja itsearviointeihin tarkastaja Juha Suutari, STUK
- 8.50 - 9.15 Miten sisäiset auditoinnit on toteutettu HUS Kuvantamisessa kliininen asiantuntija Merja Wirtanen, HUS Kuvantaminen
- 9.15 - 9.40 Uusia tuulia STUKin valvonnassa toimistopäällikkö Petra Tenkanen-Rautakoski, STUK
- 9.40 - 9.50 Keskustelu
- 9.50 - 10.20 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

#### Sessio F, Maestro

##### Säteilysuojelu terveydenhuollon röntgentoiminnassa

Puheenjohtaja Hannu Aronen

- 10.20 - 10.40 Turvallisuusarvion laatiminen ja sisältö tarkastaja Elina Hallinen, STUK
- 10.40 - 11.00 Terveystalon säteilytoiminnan turvallisuusarvio johtava fyysikko Anniina Kajatkari, Terveystalo-konserni
- 11.00 - 11.20 Turvallisuusarvion väsäminen laajan skaalan röntgentoiminnassa: osastokuvauksista angioihin ylifyysikko Eini Niskanen, VSHP
- 11.20 - 11.30 Keskustelu
- 11.30 -12.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

### Perjantai 1.11.2019

#### **Säteilysuojelu terveydenhuollon röntgentoiminnassa jatkuu**

Puheenjohtaja Minna Husso

- 12.30 - 12.50 Valtakunnallinen selvitys radiologian henkilöstöresursseista  
tarkastaja Timo Helasvuo, STUK
- 12.50 - 13.10 Miten uudet vaatimukset toteutuvat – kokemuksia tarkastuksilta  
tarkastaja Juha Suutari, STUK
- 13.10 - 13.30 Oikeusarvioinnin edellytysten toteutuminen käytännön työssä  
tarkastaja Atte Lajunen, STUK
- 13.30 - 14.00 Valvottavan ääni  
sairaalfysikko Heli Larjava, VSSHP
- 14.00 - 14.20 Säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittely ja esimerkkejä  
tapahtumista,  
tarkastaja Verner Ruonala, STUK
- 14.20 - 14.30 Keskustelu



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

## OHJELMA

**Perjantai 1.11.2019**

### **Sessio G, Riffi**

#### **Säteilysuojelu sädehoito- ja isotooppitoiminnassa**

puheenjohtaja Jan Seppälä

- 10.20 - 10.55 Kokemuksia riskinarviointityöstä ja kommentteja turvallisuusarviotyöhön sädehoidon näkökulmasta apulaisylifyysikko Jarkko Ojala, TAYS
- 10.55 - 11.20 Säteilysuojelu isotooppilääketieteessä ja sädehoidossa ylitarkastaja Petri Sipilä, STUK
- 11.20 - 11.30 Keskustelu
- 11.30 - 12.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas

#### **Säteilysuojelu sädehoito- ja isotooppitoiminnassa jatkuu**

puheenjohtaja Outi Sipilä

- 12.30 - 12.55 Turvallisuusarviotyö isotooppilääketieteessä, Lääketieteellinen Radioisotooppiyhdistys sairaalafysikko Toni Ihalainen, HUS
- 12.55 - 13.20 Annossuunnittelu isotooppilääketieteessä sairaalafysikko Antti Sohlberg, HUS
- 13.20 - 13.40 STUKin tarkastuksissa havaittua ylitarkastaja Ilkka Jokelainen, STUK
- 13.40 - 14.00 Magneettisimulaattoreiden valvonnan kehittäminen - alustavat tulokset tutkimusprojektista projektityöntekijä Katri Nousiainen, STUK
- 14.00 - 14.20 Optimointi isotooppikuvantamisessa selvityksen tuloksia ja johtopäätöksiä tarkastaja Jukka Liukkonen, STUK
- 14.20 - 14.30 Keskustelu



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Tiina Laitinen, dosentti, ylifyysikko, KYS-Kuvantamiskeskus

# Kyberturvallisuus ja kuvantaminen

”Lahden kaupungin verkkoon on kohdistettu kyberhyökkäys”. ”Tutkijat murtautuivat tietokonetomografiaan ja väärensivät syövän”. ”Ihmisenkiä uhkaava kyberhyökkäys on vain ajan kysymys”. Nykypäivänä ei ole harvinaista törmätä lehtiotsikoissa omaa päivittäistä työarkaa läheltä liippaaviin kyberuhkiin, kyberhaavoittuvuuksiin tai jo toteutuneisiin kyberhyökkäyksiin. On siis tärkeää suunnata ajatuksia kyberturvallisuuteen, jolla tarkoitetaan tavoitetilaa, jossa sähköisessä muodossa olevan informaation käsittelyyn tarkoitettu tietojärjestelmäympäristön toiminta turvataan ja jossa siihen voidaan luottaa.

Suomalaisessa yhteiskunnassa turvallisuusajattelu lähtee kokonaisturvallisuudesta, joka on varautumisen yhteistoimintamalli viranomaisien, elinkeinoelämän, järjestöjen ja kansalaisten yhteistyönä. Kyberturvallisuus on yksi osa kokonaisturvallisuutta ja sen toimintamalli noudattaa yhteiskunnan turvallisuusstrategian periaatteita ja toimintatapoja. Toimintamalli perustuu tietoturvallisuuden järjestelyihin koko yhteiskunnan osalta, tiedonhankintaan ja -analysointiin, tilannetietoisuuteen ja lisäksi sekä kansalliseen että kansainväliseen yhteistoimintaan varautumisessa. Suomen kyberturvallisuusstrategiassa kuvataan tarkemmin kyberturvallisuuden visio, toimintamalli ja strategiset linjaukset.

Kyberuhkia voidaan tarkastella ja luokitella monella tavalla. Yksi paljon käytetty tapa on jaotella kyberuhkia motiivin perusteella seuraavasti:

- **Kybervandalismi:** hakkerointi, haktivismi ja kyberparveilu. Tällä tasolla on tyypillisesti yksittäinen toimija tai yritys, mutta voidaan kuitenkin aiheuttaa merkittäviäkin vahinkoja.
- **Kyberrikollisuus,** joka Euroopan komission mukaan on rikollisuutta sähköisiä viestintäverkkoja ja tietojärjestelmiä hyödyntäen tai niihin kohdistuen. Se voi sisältää perinteisiä rikollisuuden muotoja, mutta myös rikoksia, joita voi esiintyä ainoastaan sähköisissä verkoissa.
- **Kybervakoilu:** salaisten tietojen hankkimista sähköisissä verkoissa ja tietojärjestelmissä laittomia keinoja käyttäen.

- **Kyberterrorismi:** hyökkäys sähköisissä verkoissa tai tietojärjestelmissä terroristisin tarkoituksin.
- **Kybersabotaasi:** sotaa alemman tason opeointia, jolla on tavoitteena epävakauden aiheuttaminen kohdemaassa. Hyökkääjänä usein valtiollinen toimija tai sen tukema ryhmä.
- **Kybersodankäynti,** jolle ei ole varsinaista yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Käytetään kuvaamaan valtiollisten toimijoiden operaatioita kybermaailmassa.
- **Terveysturvallisuuden ja kuvantamisen kyberuhkat** asettuvat tällä hetkellä ensimmäisille, vähemmän järjestäytyneille tasoille, mutta voidaan ajatella kyberterrorismin tai kybersabotaasinakin olevan joissakin maailman tilanteissa mahdollisia.

Kuvantamiseen kohdistuvia kyberuhkia tarkastellessa on myös pohdittava, kuinka kybermaailmaa hahmotetaan. Eräs tapa on nk. viisikerrosmalli, jossa kerrokset rakentuvat päällekkäin ja kytkeytyvät toisiinsa. Alin fyysinen kerros kattaa laitteet, sen päälle rakentuu järjestelmän hallinta- ja ohjausohjelmista sekä verkkoprotokollista muodostuva syntaktinen kerros ja edelleen semanttinen kerros käyttäjän hallitsemine informaatio- ja tietosisältöineen sekä käyttäjän hallinnassa olevine järjestelmän toimintojen ohjauksineen. Kaksi ylintä kerrosta ovat palvelukerros sisältäen julkiset ja kaupalliset verkkopalvelut, sekä ylimpänä kognitiivinen kerros, joka sisältää inhimillisen ongelmanratkaisun ja tulkinnan.

Kuvantamisen osalta kyberuhkia kohdistuu kaikkiin viiteen kybermaailman kerrokseen ja terveydenhuollossa toteutuneita hyökkäyksiä on myös raportoitu kaikissa kybermaailman kerroksissa. Fyysiseen kerrokseen on kohdistunut esimerkiksi laitevarkauksia, joissa motivaatio lienee henkilötietojen hankkimisessa. Syntaktisen kerroksen haavoittuvuuksia syntyy mm. puutteellisesta suojaustasosta ja onkin raportoitu kuvantamislaitteiden ohjaustietokoneiden saastumisista tietokoneviruksilla. Semanttisen



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

kerroksen hyökkäyksistä ehkä tunnetuin tapaus on Britanniaasta, jossa kiristyshaittaohjelma levisi kymmenien sairaaloiden tietoverkkoon vaikuttaen tiedon saatavuuteen. Tähän kerrokseen kuuluvat myös tiedon eheyteen vaikuttavat hyökkäykset, kuten syövän väärentäminen radiologisiin kuviin. Palvelukerrokseen kohdistuvia hyökkäyksiä on raportoitu useampiakin, ja mm. Suomessa tällaisia, tosin ei kovin laajamittaisia, on kohdistunut Kelan Kanta-palveluihin. Ylin, kognitiivinen kerros on hyvin riskialtis inhimillisen toiminnan kerros. Esimerkiksi erilaiset kalasteluviestit ovat tavallisia ja sähköposteja kaapataan jo muutaman minuutin kuluessa sen jälkeen, kun käyttäjätunnus ja salasana on syötetty kalasteluviestiin. Suurin osa järjestelmiin tunkeutumisista tulee kalasteluviestien kautta.

Koska valitettavasti kyberhyökkäykset alkavat olla osa arkipäiväämme, on syytä kiinnittää huomiota varautumiseen, joka sisältää mm.

- ennakoon suunnitellun toimintamallin tietoturvaloukkaustilanteille tai sellaisen uhkille
- ajantasaisen listan käytössä olevista laitteista ja ohjelmistoista tärkeys- ja riippuvuusarviointiteineen
- ajantasaiset päivitykset ja tietoturvatiedotteiden seuraamisen, sekä havaittuihin haavoittuvuuksiin reagoimisen tärkeysluokitusten mukaisesti
- haavoittuvuuksiin ja loukkauksiin liittyvän tiedonvaihdon
- tapauksista oppimisen ja parantamisen
- Kyberuhkat voivat hyvästä varautumisesta huolimatta toteutua, minkä vuoksi organisaatioissa tulee kiinnittää huomiota myös sietokykyyn ja toipumiseen.

Lopuksi voisi todeta, että kyberturvallisuus on työssämme hyvin tärkeä asia. Erityisesti inhimillinen toiminta on usein heikoin lenkki, jota hyökkääjä osaa taitavasti käyttää hyväkseen. Voimme kaikki vaikuttaa kyberturvallisuuteen kehittämällä kyberosaamista oman tehtävämme näkökulmasta sekä olemalla riittävän valppaita ja jopa epäluuloisia.

### Kirjallisuutta

Turvallisuuskomitea. Yhteiskunnan turvallisuusstrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös. 2017.

Turvallisuuskomitea. Suomen kyberturvallisuusstrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös 22.1.2013.

M. Lehto: Kybermaailman ilmiöitä ja määrittelyjä. Jyväskylän yliopisto. Informaatioteknologian tiedekunta. 2019.

Terveystieteiden tutkimuskeskus. Viestintävirasto, Kyberturvallisuuskeskus. 2016.

T. Norri-Sederholm, T. Laitinen, M. Lehto ja M.J. Kari: Terveystieteiden tutkimuskeskus. FINJEHEW, Vol 11 No 1-2, 2019



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Mika Kortnesniemi, ylifyysikko, HUS*

## **Valtakunnallinen terveydenhuollon kuva-aineistojen arkisto (ent. Kvarkki)**

Kuva-aineistojen arkistoon viitattiin aiemmin nimellä Kvarkki, mutta otsikkoon on päivitetty oikea nykyinen termi. Kyse on kuvantamistutkimuksiin liittyvien kuva-aineistojen ja muiden asiakirjojen arkistoinnin ja jakamisen infrastruktuurista kansallisella tasolla. Näin saadaan käyttöön koko Suomen kattava järjestelmä, joka Kanta-arkiston kanssa mahdollistaa terveydenhuollon tietojen selvästi aiempaa kattavamman kokonaisuuden. Tähän saakka toteutetun teknisen määrittelyn pääasiallisia kohderyhmiä ovat kansalliseen kuvantamiskäyttöön liittyvät kehittäjät, sisältäen eri organisaatioiden tietohallintoa sekä tietojärjestelmätoimittajia. Osa teknisistä linjauksista, vaatimuksista ja suosituksista koskee luonnollisesti myös terveydenhuollon henkilöstön toimintaa ja näkökulmia. Tästä syystä heillä on ollut järjestelmän ominaisuuksien laatisemassa oma tärkeä roolinsa. Monet toiminnalliset näkökulmat kliinikoiden, röntgenhoitajien, radiologien ja fyysikoiden osalta ovat kuitenkin vasta tarkentumassa.

Nykyisen vaiheen keskeisissä linjauksissa on kuvattu mm. järjestelmän vaiheistettu toteutus siten, että ensi vaiheessa kuvien arkistoinnissa päästään yhteiskäytön piiriin. Lisäksi kuvia voidaan alkuvaiheessa hyödyntää yhdessä muun potilaskertomusaineiston kanssa. Toisessa ja kolmannessa vaiheessa tiedon ja merkintöjen standardointi etenee samalla, kun luodaan lisätoiminnallisuuksia tiedon hyödyntämiseen. Vaiheistuksella helpotetaan arkiston käyttöönottoa painottaen tärkeimpiä ominaisuuksia ja toimintoja. Kuva-aineistojen arkisto ei kuitenkaan korvaa radiologisten organisaatioiden omia operatiivisia PACS/RIS-järjestelmiä, joten ne tulevat säilymään paikallisina ratkaisuinä myös jatkossa. Kuvatietojen mukana arkistoidaan myös palvelutapahtumatiedot sekä kuvantamiseen liittyvät pyyntö-, tutkimus- ja lausuntomerkinnot. Prosessin kannalta tärkeät rekisterinpitäjien rajusten hallinta sekä potilaan suostumusasiat ovat mukana arkiston toteutuksessa.

Kuva-aineistojen arkiston osana tulee toimimaan myös säteilyannosrekisteri. Nykyisiä annoshallintaohjelmia vastaavasti annostietoja voidaan kerätä mm. DICOM -metatiedoista ja kuvamuotoisista annosraporteista (ns. dose screens). Kattavin annostieto saadaan kuitenkin DICOM RDSR (Radiation Dose Structured Report) -objekteista, jotka tarjoavat hierarkkisen kuvauksen koko kuvantamistutkimuksen sisältämästä säteilytystapahtumasta tai niiden muodostamasta kokonaisuudesta.

Säteilyannostiedoista koottu annosrekisteri tarjoaa eri terveydenhuollon toimijoille laajat mahdollisuudet kehittää säteilyn käyttöään mm. vertailemalla omia kuvausparametrialintojaan sekä annostasojaan vaikka indikaatiokohtaisesti valtakunnallista aineistoa vastaan. Näin pienemmillekin kuvantamisyksiköille on tarjolla paljon omaa toimintaa laajempia ja ajan tasalla olevia vertailukohtia. Annosrekisteri voi periaatteessa mahdollistaa reaaliaikaiset indikaatiokohtaiset vertailutasot eri röntgentutkimuksille. Toiminnan harjoittajille se tarjoaa työkalut omien annosten seurantaan näitä vertailutasoja vasten, sekä potilaiden informointiin. Sama näkymä on tarjolla myös viranomaisille, jolloin kansallisten tutkimusmäärien ja annostasojen kehitystä voidaan seurata vaikka päivittäin. Tämä on uuden säteilylainikin kannalta tarpeellinen kehityssuunta.

Valtakunnan laajuinen kuva-aineisto annostietoineen antaa paremman tilastollisen taustan säteilyn käyttöön liittyvien poikkeamien tunnistamiselle sekä heikkojen signaalien ja ennalta tuntemattomien korrelaatioiden havaitsemiselle. Näihin havaintoihin voidaan liittää automaattista analytiikkaa, raportointia ja hälytyksiä, jotka parantavat säteilyturvallisuuden seurantamenetelmiä ja kustannustehokkuutta. Menetelmien kehittyessä myös säteilyturvallisuuden asiantuntijaroolit voivat kehittyä, aiemman manuaalisen tiedonkeräys- ja analyysityön automatisoinnin ja digitalisoinnin kautta. Järjestelmän sovellusalueissa ja mahdollisuuksissa vain mielikuvitus





**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

sekä henkilö- ja potilastiedon suojaamista koskeva lainsäädäntö (erityisesti GDPR-asetus) ovat rajoina. Kansallinen kuva-aineiston arkistoon liittyvä annosrekisteri tulee olemaan merkittävä tekijä tulevaisuuden säteilytutkimukselle. Säteilytieto yhdistettynä kuvatietoihin sekä kliinisiin sekä demografisiin taustatietoihin on otollinen lähtökohta tekoälytutkimukselle ja -menetelmille, jotka voivat parantaa merkittävästi tule-

vaisuuden terveydenhuoltoa sekä sen vaikuttavuuden mittaamista ja seurantaa.

Viite: Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL), Lääketieteellisen kuvantamisen kansalliset toiminnalliset määrittelyt: Valtakunnallinen terveydenhuollon kuva-aineistojen arkisto – Toiminnallinen määrittely, Versio 1.4, 2019, linkki: <http://www.julkari.fi/handle/10024/138508>



### 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Vernerin Ruonala, tarkastaja, STUK

## Radiologisten ja isotooppitutkimusten määrät Suomessa vuonna 2018

Säteilyturvakeskus kokosi alkuvuoden 2019 aikana vuoden 2018 radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden sekä isotooppihoitojen lukumäärät Suomessa. Keräyksessä noudatettiin Suomen Kuntaliiton luokitusta radiologisille tutkimuksille ja toimenpiteille. Ulkoisten sädehoitojen määrää vuonna 2018 ei selvitetty näissä keräyksissä.

Selvitysten perusteella Suomessa tehtiin vuonna 2018 yhteensä yli 7,1 miljoonaa radiologista tutkimusta tai toimenpidettä. Näistä röntgentutkimuksia ja -toimenpiteitä oli 5,96 miljoonaa ja isotooppitutkimuksia ja -hoitoja 47 tuhatta. Väkilukuun suhteutettuna tämä vastaa 1081 röntgentutkimusta ja toimenpidettä ja 8,1 isotooppitutkimusta ja -hoitoa tuhatta asukasta kohti. Röntgentutkimukset ja toimenpiteet lisääntyivät vain hieman (2,5 %), isotooppitutkimusten määrässä ei tapahtunut merkittävää muutosta, mutta isotooppihoitojen määrä kasvoi merkittävästi (21%) vuoteen 2015 verrattuna.

Taulukossa 1 on esitetty tutkimusmääriä väkilukuun suhteutettuna viimeisen kymmenen vuoden ajalta. Tutkimusmäärien trendeinä voidaan nähdä varjoainetutkimusten, gamma- ja SPET-kuvauksien voimakas vähentyminen ja tavanomaisten röntgentutkimusten vähenty-

minen. Toisaalta vastatrendinä nähdään TT- ja PET-TT-tutkimusten, toimenpiteiden ja isotooppihoitojen merkittävä lisääntyminen. Siinä missä viimeisen kahdeksan vuoden aikana KKTT-tutkimusten määrä on lähtenyt merkittävään kasvuun, eivät PET-magneettitutkimukset ole vielä lyöneet itseään läpi.

Vuonna 2018 Suomessa tehdyistä röntgentutkimuksista ja toimenpiteistä lasten osuus oli 7,5 %, isotooppitutkimuksista- ja hoidoista 2,7 %. Lasten tutkimukset ja -toimenpiteet ovat vähentyneet hieman vuodesta 2015. Tästä linjasta poiketen esimerkiksi hampaiden tavanomaiset ja KKTT-tutkimukset lisääntyivät merkittävästi.

Esitetyt tulokset tutkimusmääräkyselystä on ilmoitettu sillä tarkkuudella, kun ne raportoitiin keräyksissä. Isotooppitutkimusten ja -hoitojen osalta tulosten analysointi on vielä kesken ja lopulliset luvut saattavat muuttua hieman tässä esitetystä. Tutkimusmääriin yleisesti liittyy epävarmuuksia, jotka aiheutuvat osin ilmoittamatta jääneistä tutkimuksista, kirjaustapojen eroista klinikoiden välillä ja Kuntaliiton koodiston ulkopuolisista tutkimuksista.

Taulukko 1. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden sekä isotooppitutkimusten että hoitojen määrät vuosina 2008-2018 tuhatta asukasta kohden.

Tutkimustyyppi	Vuosi 2008	Vuosi 2011	Vuosi 2015	Vuosi 2018
Tavanomaiset röntgentutkimukset (A)	675*	860*	959	951
Varjoainetutkimukset (B)	5	3,1	3,4	2,7
Verisuonten varjoainetutkimukset (C)	6	5,0	6,2	6,9
Tietokonetomografiatutkimukset (D)	60	61	81	103
Kartiokeilatutkimukset (I)	-	0,5	5,2	8,0
Läpivalaisu- ja TT-toimenpiteet (T)**	5,4	6,8	8,8	9,2
	Vuosi 2009	Vuosi 2012	Vuosi 2015	Vuosi 2018
Gammakuvaukset ja SPET (N)	6,6	6,2	5,2	4,1
SPET-TT (Q)	0,50	0,59	1,2	1,6
PET (P)	0,15	0,06	0,05	0,06
PET-TT (R)	0,66	1,1	1,5	2,2
PET-magneettitutkimukset (S)	0	0,02	0,07	0,06
Isotooppihoidot (T)**	0,33	0,36	0,40	0,49

\*Hammasröntgentutkimusten määrää on kerätty vasta vuodesta 2011 alkaen ja ensimmäisessä keräyksessä vastausprosentti oli alle 60. \*\*Radiologiin toimenpiteisiin (T) ei ole laskettu mukaan magneetti- tai ultraäänihoidot toimenpiteitä. Isotooppihoidot on ilmoitettu röntgensäteilylle altistavista toimenpiteistä erikseen.



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Ritva Bly, johtava asiantuntija, STUK*

# Uudet roolit organisaatiossa ja johtamisjärjestelmä

Uudessa säteilylaissa (859/2018) säädetään säteilyturvallisuuden kannalta keskeisistä rooleista kuten säteilyturvallisuusasiantuntijasta (STA), lääketieteellisen fysiikan asiantuntijasta (LFA) ja säteilyturvallisuusvastaavasta (STV). Vanhan lainsäädännön säteilyn käytöstä vastaavaa johtajaa ei enää uudessa lainsäädännössä ole, vaan tälle kuuluneita tehtäviä on uuden lainsäädännön mukaan STA:lla sekä toiminnanharjoittajan määrittelyn mukaan STV:llä tai muulla vastuuhenkilöllä. Ensisijainen vastuu säteilytoiminnasta on edelleen toiminnanharjoittajalla.

Toiminnanharjoittajalla on oltava turvallisuuslupaa kohti käytössään yksi STV, jonka tehtävänä on huolehtia toiminnanharjoittajan apuna säteilysuojelun toteuttamisesta. STV:llä tarkoitetaan siis henkilöä, joka huolehtii, että säteilysuojelujärjestelyt toteutetaan ja määräyksiä noudatetaan säteilytoiminnassa. Erityisesti STV huolehtii siitä, että päivittäisessä työssä säteilysuojelua optimoidaan, hyvää turvallisuuskulttuuria ylläpidetään ja havaittuihin epäkohtiin puututaan mahdollisimman nopeasti. Tarkoituksena on, että STV toimii yhdyshenkilönä toiminnanharjoittajan ja Säteilyturvakeskukseen välillä. STV:n tehtävät määritellään johtamisjärjestelmässä. Vaikka säteilyn käyttöpaikalla on vain yksi nimetty STV, voidaan apuna käyttää muita käyttöpaikan vastuuhenkilöitä, jotka nimetään johtamisjärjestelmässä. Tarvittaessa STV:lle on nimettävä sijainen. Tällainen tarve on ainakin niissä toiminoissa, joissa työperäisen väestön altistuksen luokka on yksi ionisoivasta säteilystä annetussa valtioneuvoston asetuksen 1034/2018 16 §:ssä säädetyn luokituksen mukaisesti.

Toiminnanharjoittajan on käytettävä säteilyturvallisuusasiantuntijaa työntekijöiden ja väestön säteilysuojelun suunnittelussa, toteutuksessa ja

seurannassa. Terveysturvallisuudessa STA on sairaalafysiikko. Myös LFA on sairaalafysiikko, mutta LFA:n roolissa tehtävät liittyvät lääketieteelliseen altistukseen.

Toiminnanharjoittaja voi käyttää yhtä tai useampaa asiantuntijaa eikä näitä tarvitse nimetä johtamisjärjestelmään. Toisaalta nimeämiselle ei myöskään ole estettä, jos se toiminnanharjoittajan mielestä selkeyttää johtamisjärjestelmää. Säteilyturvallisuusasiantuntijan käyttämisestä säädetään tarkemmin ionisoivasta säteilystä annetussa valtioneuvoston asetuksessa. Siellä luetellut tehtävät ovat säteilyturvallisuusdirektiivissä määritellyjä tehtäviä.

Uuden säteilylainsäädännön myötä toiminnanharjoittajalla on enemmän mahdollisuuksia muodostaa sellainen organisaatio, joka parhaalla mahdollisella tavalla edistää säteilyturvallisuutta. Erilaisiin rooleihin voi valita eri henkilöitä tai yksi ja sama henkilö voi toimia useassa roolissa, jos hän on kaikkiin rooleihin kelpoinen ja hänellä on käytännön vaatimat edellytykset tehtävänsä hoitamiseen kaikissa tilanteissa kuten esimerkiksi riittävästi aikaa.

Koska säteilyn käyttö on yleensä osa jotain laajempaa toimintaa, tarkoituksenmukaisinta olisi, että säteilyturvallisuutteen liittyvät asiat olisivat integroituna osaksi koko toimintaa koskevaa johtamisjärjestelmää. Johtamisjärjestelmässä määritellään muun muassa organisaation rakenne, valtuudet ja päätöksentekoon liittyvät menettelyt. Johtamisjärjestelmä on johtamisen apuväline.



### 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Jussi Aarnio, sairaalafysikko, terveydenhuollon tukipalvelujen päällikkö, Essote*

## Hyvän turvallisuuskulttuurin ylläpitäminen ja kehittäminen terveydenhuollossa

Uuden säteilylain mukana tuli uutena vaatimuksena säteilyn käyttäjille hyvän turvallisuuskulttuurin ylläpitäminen ja kehittäminen. Lisäyksen tavoitteena on, että organisaation kaikilla tasoilla työntekijät tiedostavat ja ymmärtävät toimintaan liittyvät säteilyriskit, noudattavat turvallisia toimintatapoja, ja osallistuvat turvallisuuden jatkuvaan kehittämiseen. Lisäksi organisaation johto velvoitetaan turvallisuusjohtamiseen niin, että siinä yhdistyvät menetelmien, toimintatapojen ja ihmisten johtaminen turvallisuuden hallitsemiseksi. Mitä näillä tarkoitetaan ja miten turvallisuuskulttuuria voi kehittää?

Hallituksen esityksestä käy ilmi, että turvallisuuskulttuurin lisäyksen taustalla on havainto turvallisuuskulttuurin pettämisestä useassa suuressa onnettomuudessa. Esityksen mukaan turvallisuuskulttuuri syntyy "toiminnanharjoittajan ja säteilytoimintaan osallistuvan henkilöstön noudattamalla hyvillä toimintatavoilla ja käytänteillä siten, että säteilyturvallisuus otetaan ensisijaisesti huomioon kaikessa säteilytoimintaa koskevissa päätöksenteossa ja toiminnan toteuttamisessa." Turvallisuuskulttuuri nähdään siis pääasiassa hyvinä prosesseina ja käytäntöinä, periaatteessa jotakin, minkä piti tapahtua jo kliinisten auditointien avulla.

Millainen sitten on hyvä turvallisuuskulttuuri? Säteilynkäyttäjät tai terveydenhuolto eivät suinkaan ole asiassa yksin, vaan turvallisuuskulttuuri on ollut mm. onnettomuustutkinnassa ja teollisuudessa asialistalla jo pitkään, kolmisen kymmentä vuotta. Turvallisuuskulttuurille on olemassa useita määritelmiä, yhteistä niille ovat kollektiiviset uskomukset ja käsitykset turvallisuudesta ja sen merkityksestä. Se sisältää mm. organisaatiossa olevia asenteita, käsityksiä, normeja, rooleja, toimintatapoja ja viestintää. Nämä näkyvät yrityksessä sen toimintaperiaatteina. Johtamisen näkökulmasta turvallisuuskulttuuri sisältää turvallisuuden hallinnan, johtamisjärjestelmän, riskien arviointia ja riskienhallinnan.

Haasteena on miten viedä tämä kaikki käytäntöön. Helppoa on kirjoittaa säteilylain vaatima

johtamisjärjestelmää kuvaava asiakirja, ja siihen tehokkaalta kuulostavia toimia turvallisuuskulttuurin ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Toimintatapojen oikea muutos on hidas prosessi, eikä tapahdu yhdessä yössä, eikä toteudu ylhäältä annettuna. Tästä hyvänä esimerkkinä toimivat väärän potilaan kuvaamisen johdosta tehdyt poikkeavan tapahtuman ilmoitukset: Suomessa tapahtui edelleen 17 väärän potilaan kuvausta vuonna 2018, vaikka maassa ei liene ainuttakaan säteilytyöntekijää, joka ei olisi tietoinen henkilöllisyyden tarkastamisen välttämättömyydestä. Yritysjohdon konsultti Peter Drucker totesikin kuuluisaksi tullessa lauseessaan, että "kulttuuri syö strategian aamupalaksi", mikä kuvastaa hyvin myös ympäristöä, johon myös kaikki säteilytyöntekijät, turvallisuuskulttuurin rakentajat ja kehittäjät, törmäävät.

Mikä siis keinoksi? Yhtä ainoaa ratkaisua tähän ei ole, vaan turvallisuuskulttuuria on alettava rakentaa paloista. Yksi sellainen on Risto Siilasmaan kirjassaan Nokian johtamisesta esiin nostama yrittäjämäinen asenne. Hänen mukaansa emme suhtaudu työnantajiemme asioihin kuin omiimme, emmekä puutu havaitsemiimme ongelmiin. Joku muu hoitaa. Turvallisuuskulttuurin luominen ei ole ainoastaan ylilääkärin, osastonhoitajan tai sairaalafysikon asioita, vaan meidän kaikkien. Jokaisen pitäisi omistaa turvallisuuteen liittyvät asiat.

Toinen keino voi olla turvallisuuteen liittyvien ratkaisujen miettiminen pitemmälle. Tässä apuna voi toimia ns. kontrollikeinojen kuumentarini aktiivinen käyttö. Se toimii eräänlaisena visuaalisena verrokkina kontrollikeinoon "kuumudesta" - mitä kuumempaa sen varmemmin sama tilanne tapahtuu ennen pitkää uudelleen. Työntekijöiden muistuttaminen oikeasta toimintatavasta on kaikkein kuuminta, se ei ole muistissa kriittisellä hetkellä tai työyhteisöön tulee uusi työntekijä, joka ei ollut tietoinen toimintatavasta. Tarkastuslistat tai prosessit ovat parempia, vähän uhkatasa pienentäviä keinoja. Pienin uhkataso on silloin, kun toimintaan voi-



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

daan rakentaa rakenteellinen este, mikä estää tapahtuman kokonaan.

Pohjimmiltaan kyse on organisaation oppimisesta ja siitä kuinka henkisesti turvallinen ympäristö työyhteisössä on. Googlen tiimejä tutkineet huomasivat, että tiimien menestystä ei selittänyt se ketkä ryhmään kuuluivat, mikä heidän koulutustaustansa oli, mitä harrastivat, eikä henkilökohtaiset ominaisuudet, vaan se kuinka turvallisiksi he kokivat oman tiiminsä. Toisin sanoen se riippui tiimin psykologisesta turvallisuudesta, joka toimi perustana kaikelle muulle. Sama on todettu myös lukuisissa terveydenhuollon tiimejä koskeneissa tutkimuksissa. Tiimit, joissa on korkea turvallisuusstandardi ja korkea psykologinen turvallisuus, tekivät vähemmän virheitä ja puhuivat niistä avoimesti. Nämä kumpikin ovat asioita, joita tavoittemme panostamalla säteilyn käytön turvallisuuskulttuuriin.

### LÄHTEET:

- Edmondson, A. 2019. The fearless organization. Creating psychological safety in the workplace for learning, innovation, and growth. Hoboken, New Jersey : Wiley.
- Hallituksen esitys eduskunnalle säteilylaiksi ja eräksi siihen liittyviksi laeiksi HE 28/2018
- Neil, A., Griffin, M.A. & Hart, P.M. (2000). The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior. *Safety Science*. 2000, 34 (1).
- Siilasmaa, R. & Fredman, C. 2018. Paranoidi optimisti. Näin johdin NOKIAa murruksessa. Suomentaja: Markku Päckilä. Helsinki : Tammi. Säteilylaki 859/2018
- Tikander, T. Turvallisuuskulttuurin kehittäminen. [online]. [viitattu 24.9.2019] Saatavana [www-muodossa: <URL: https://www.aalto-pro.fi/media/aalto-pro-publications/tjk/tikander\\_tjk12.pdf>](https://www.aalto-pro.fi/media/aalto-pro-publications/tjk/tikander_tjk12.pdf)
- Turvallisuusjohtaminen. [online]. [viitattu 24.9.2019] Saatavana [www-muodossa: <URL: https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/turvallisuusjohtaminen>](https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/turvallisuusjohtaminen)



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Juha Nikkinen, ylifysikko, PPSHP

# Miten syväallinen säteilysuojeluosaaminen on tarpeen eri rooleissa

Säteilylain kokonaisuudistuksessa (Säteilylaki 859/2018) uudistettiin terveydenhuollon säteilyn käyttöön osallistuvien työntekijöiden säteilysuojelukoulutusvaatimukset, sillä Säteilylakiin 592/1991 perustunut säädöspohja oli tietyiltä osin riittämätön varmistamaan säteilyn käyttöön osallistuvien työntekijöiden säteilysuojeluosaamisen. Aikaisemmin tavoitteet ammatilliseen koulutukseen sisältyvän ja täydennyskoulutuksena annettavan säteilysuojelukoulutuksen sisällöstä ja vähimmäismäärästä esitettiin ST-ohjeessa 1.7. Kuitenkin havaittavissa oli, että samaan tutkintoon johtavissa eri oppilaitosten antamissa säteilysuojelukoulutuksissa ja niiden määrissä oli suuria eroja ja myös toiminnanharjoittajilta saatujen näkemysten perusteella vastavalmistuneiden terveydenhuollon ammattihenkilöiden osaamisessa oli osin puutteita. Lisäksi täydennyskoulutuksena annettavan säteilysuojelukoulutuksen toteutumisen varmistamiseksi haluttiin säännösten ja valvonnan tiukentamista. Myös säteilyturvallisuusdirektiivi (BSS-direktiivi, 2013/59/Euratom) edellytti säännöksiä sen varmistamiseksi, että kaikilla säteilyn käyttöön osallistuvilla on vaadittava osaaminen ja kelpoisuus säteilysuojelussa ja että tarvittavat koulutusohjelmat ja tutkimukset vahvistetaan lainsäädännössä. Terveydenhuollon henkilöstön säteilysuojelukoulutusvaatimuksissa ei vanhoissa säädöksissä otettu kaikilta osin huomioon Euroopan komission suositusta RP 175 (Radiation Protection 175 Guidelines on Radiation Protection Education and Training of Medical Professionals in the European Union). STM:n asetus ionisoivasta säteilystä 1044/2018 huomio tämän suosituksen säteilysuojelukoulutuksen suunnittelussa ja järjestämisessä. Uusissa vaatimuksissa onkin entistä tarkemmin otettu huomioon kunkin työntekijän omissa tehtävissään tarvitsema osaaminen. Lähtökohtaisesti toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että kaikilla työntekijöillä, jotka osallistuvat säteilytoimintaan tai joiden tehtävät muutoin edellyttävät erityisosaamista säteilysuojelussa, on toiminnan ja tehtävien edellyttämä kelpoisuus, säteilysuojelukoulutus

ja perehdytys tehtäviinsä. Tämä osaaminen pitää hankkia joko tutkinnon osana tai muuna lisäkoulutuksena. [1,2]

Säteilyn lääketieteelliseen käyttöön osallistuvalla työntekijällä on oltava tehtävänsä edellyttämät tiedot, taidot ja osaaminen säteilyfysiikassa ja -biologiassa, säteilysuojelussa lääketieteellisessä altistuksessa sekä työntekijän säteilysuojelussa. Säteilyfysiikan ja -biologian osaaminen on oltava riittävä, jotta omalla alallaan osaisi viestiä säteilyaltistuksista sekä potilaan että henkilöstön kanssa ja osaisi tulkita säteilyriskejä. Työntekijöiden säteilysuojelun osalta säteilysuojelukoulutuksessa pitää omalla säteilytoiminnan alallaan saavuttaa osaaminen säteilyltä suojautumiseksi. "Osatakseen viestiä omalla alallaan" -vertauksella tarkoitetaan tässä yleisen tason perusteita syvällisempää osaamista. Säteilysuojelun täydennyskoulutuksella taas varmistetaan, että säteilytoimintaan osallistuvilla työntekijöillä on työtehtäviensä mukaiset, ajantasaiset tiedot ionisoivasta säteilystä ja sen vaikutuksista sekä säteilysuojelusta ja säteilytoimintaa koskevista säädöksistä, määräyksistä ja ohjeista. Täydennyskoulutuksessa on painotettava kussakin tehtävässä tarpeellisia säteilyturvallisuuteen liittyviä erityispiirteitä ja kyseisessä säteilytoiminnassa säteilyturvallisuuteen vaikuttavia muutoksia ja uusinta tietoa. Täydennyskoulutukseen on sisällytettävä myös perus- ja jatkokoulutukseen sisältyvien olennaisten säteilysuojelua koskevien asioiden kertausta. Säteilytoimintaan osallistuvan työntekijän on saatava säteilysuojelun täydennyskoulutusta vähintään viiden vuoden jaksoissa ja toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että säteilysuojelun täydennyskoulutusta saadaan riittävästi ja säännöllisesti. Täydennyskoulutuksen sisällöstä ja määrästä on pidettävä kirjaa siten, että täydennyskoulutuksen toteutuminen voidaan todentaa työntekijäkohtaisesti. [1,2]

Säteilysuojelussa osaamisen tasoina säteilyn lääketieteelliseen käyttöön osallistuville henkilöille vaaditaan kansallisen tutkintojen viiteke-



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

hyksen mukaiset tasot NQF 6 ja 7 työtehtävien mukaan. Sairaala-fysikoille, jotka työnsä puolesta kouluttavat muita säteilysuojeluasioissa ja voivat toimia säteilyturvallisuusasiantuntijoina (STA), taso on NQF 8. Tasoja NQF 6-8 käytetään myös täydennyskoulutuksen osaamistasoina. Osaamisen taso terveydenhuollon säteilyturvallisuusvastaavan (STV) osaamisaloilla on taso NQF 7 lukuun ottamatta natiiviröntgentoiminnan osaamisaluetta, jossa vaadittava taso on NQF 6. Säteilyturvallisuusvastaavalta edellytetään käytännönläheistä osaamista ja keskeistä on kullakin osaamisalalla käytettävien menetelmien ja säteilysuojelujärjestelyiden tunteminen. Tässä esityksessä pyritään avaamaan käytännönlähei-

sesti eri ammattiryhmien ja tehtävien vaadittuja osaamistasoja ja osaamisvaatimuksia säteilysuojelukoulutuksen näkökulmasta säteilyn lääketieteellisessä käytössä. [1,2]

### Lähteet:

[1] Säteilylaki 859/2018 ja sen perustelumuu-  
stio, <https://www.stuk.fi/saannosto/sateilylainsaadannon-uudistus>

[2] Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus ionisoivasta säteilystä 1044/2018 ja sen perustelumuu-  
stio, <https://www.stuk.fi/saannosto/sateilylainsaadannon-uudistus>



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Minna Husso, Sairaalfysiikko, KYS Kvantamiskeskus

# Radiologisen fysiikan ja säteilysuojelun kurssi radiologiaan erikoistuville lääkäreille (RFS-kurssi)

## Historiaa

Radiologiseen kuvantamiseen liittyvä fysiikka ja säteilysuojelu ovat perinteisesti olleet tärkeä osa radiologiaan erikoistuvan lääkärin koulutusta. Säteilyn käytön vastaavan johtajan, nykyään säteilyturvallisuustasaavan, pätevyys on kuulunut ja kuuluu osana radiologian erikoislääkärin tutkintoon. Aikoinaan tiedot radiologisesta fysiikasta ja säteilysuojelusta todennettiin vastaamalla yhteen kysymykseen kummastakin erikoislääkärinkoulutuksen yhteydessä. Tämä kuulustelukäytäntö oli tenttijälle raskas. Toisaalta vuosituhatien vaihteen jälkeen säteilylainsäädäntö edellytti vastaavan johtajan pätevyyteen koulutusta. Niinpä radiologinen fysiikka ja säteilysuojelu päätettiin erottaa omaksi kurssikseen, omine kuulusteluineen. Radiologisen fysiikan ja säteilysuojelun kurssi radiologiaan erikoistuville lääkäreille (RFS-kurssi) pidettiin ensimmäisen kerran vuonna 2005. Aluksi kurssi oli kestoltaan kolme päivää, ja vuodesta 2012 se on ollut nelipäiväinen. Kurssiin kuuluu kaksi kokonaisuutta: Radiologin fysiikka ja säteilysuojelu. Säteilyfysiikan osuus kuuluu molempiin kokonaisuuksiin. Kurssille osallistuu vuosittain 35-45 lääkäriä. Vuosien mittaan kurssilla onkin koulutettu n. 600 lääkäriä. Suurin osa osallistujista on radiologiaan erikoistuvia lääkäreitä. Joka vuosi kurssilla on muutama hammasradiologiaan erikoistuva lääkäri ja kardiologiaan erikoistuva lääkäri. Myös isotooppilääketieteeseen erikoistuvia lääkäreitä ja kirurgeja on vuosien mittaan osallistunut kurssille muutamia. Joitakin terveyskeskuslääkäreitä on myös osallistunut kurssille vastaavan johtajan pätevyyden saadakseen. Kurssin järjestää Itä-Suomen yliopisto yhdessä Suomen Radiologiyhdistyksen kanssa.

## Mitä uusi säteilylainsäädäntö muutti?

Vuoden 2018 lopussa annetussa Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa ionisoivasta säteilystä säädetään varsin tarkasti säteily-

turvallisuusvastaavan osaamisvaatimuksista, työkokemuksesta ja koulutuksen vähimmäismäärästä. RFS-kurssin sisältö päivitettiin uusien vaatimusten mukaisiksi, ja ensimmäisen kerran kurssi pidettiin uudistettuna elokuussa 2019. Kurssin säteilysuojeluosuus on aiempaa laajempi. Sekä itsenäisesti tehtäviä suorituksia, että kontaktiopetusta on enemmän. Taulukossa 1 on esitetty kurssin sisältöä aiemmin ja nyt.

Taulukko 1. RFS-kurssin säteilysuojelukokonaisuuden sisältö

	Aiemmin	v. 2019 →
Luentoja	16h	15h
Harjoituksia kurssilla	5h	9h
Ennakkotehtävä	Kyllä	Kyllä
Ennakkotentti säteilylainsäädännöstä	Ei	Kyllä
Laajuus	1.4op	2.0op

Aivan uusia asiakokonaisuuksia kurssilla ovat säteilyn mittaaminen ja kommunikointi säteilyaltistukseen liittyen. Harjoituksia on lisätty, ja niissä on keskitytty säteilyturvallisuus-vastaavan tehtävien hoitamisen kannalta oleellisiin asioihin:

- Työalueiden luokittelu (valvonta- ja tarkkailualueet)
- Säteilyaltistusten luokittelu (työperäinen, väestön, lääketieteellinen)
- Annostarkkailun tarpeen arviointi
- Toiminta säteilyturvallisuuspoikkeamassa
- Erilaisten säteilymittarien käyttö erilaisissa säteilysuojeluun liittyvissä tilanteissa
- Potilasannoksen arviointi eri menetelmillä
- Kommunikointi säteilyaltistukseen liittyen
- Säteilyaltistuksen optimointi eri kuvantamismodaliteeteilla

Säteilylainsäädäntö luennoidaan kurssilla erittäin lyhyesti. Ennen kurssia osallistujat opiskelevat itsenäisesti säteilylainsäädännön, ja tenttivät





**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

sen Moodle-tentillä.

Itä-Suomen yliopisto on pyytänyt Säteilyturvakeskuksen lausuntoa Radiologisen fysiikan ja säteilysuojelun kurssin sisällöstä ja soveltuvuudesta tarjoamaan radiologiaan erikoistuville lääkäreille kelpoisuuden toimia säteilyturvallisuuksuvastaavana osaamisalallaan terveydenhuollon röntgentoiminnassa. Lausunnossa todetaan, että kurssin sisältö vastaa sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen ionisoivasta säteilystä (1044/2018) liitteen 3 sisältämiä koulutusvaatimuksia säteilyturvallisuuksuvastaavalle terveydenhuollon röntgentoiminnan alalla.

**Tulevaisuutta...?**

Kurssia pyritään jatkuvasti kehittämään palautteen perusteella. Tulevina vuosina joitakin luentoja nauhoitettuna saatetaan siirtää Moodleen, jotta niihin voi perehtyä ennen kurssia. Myös mahdollisia painotuksia tai rinnakkaisohjelmia eri erikoisaloille (esim. kardiologia) selvitetään resurssit huomioon ottaen.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Anja Henner, Yliopettaja, TtT

## STV koulutus röntgenhoitajille

Säteilylaki 859/2018, §41 mahdollistaa sen, että henkilö, jolla on oikeus harjoittaa röntgenhoitajan ammattia terveydenhuollon ammattihenkilöistä annetussa laissa tarkoitettuna laillistettuna ammattihenkilönä, saa toimia säteilyturvallisuusvastaavana terveydenhuoltolaissa (1326/2010) tarkoitetun perusterveydenhuollon ja yksityisestä terveydenhuollosta annetussa laissa (152/1990) tarkoitetun palvelujen tuottajan muussa natiiviröntgentoiminnassa kuin tietokonetomografiatoiminnassa, sekä eläinröntgentoiminnassa. Muu natiiviröntgentoiminta pitää sisällään natiivikuvantamisen (ei KKT), mammografian ja hammaskuvantamisen (sisältäen KKT hammaskuvauksissa).

### STV:N Osaamisvaatimukset (STM asetus 1044/2018 Liite 3)

- Tuntee osaamisalueensa kannalta keskeisten sovellusten ja tutkimusmenetelmien periaatteet
- Tuntee osaamisalaansa liittyvät säteilyaltistuksen määritysmenetelmät
- Osaa käyttää ohjeiden mukaan säteilymittareita ja tehdä mittaustulosten perusteella päätelmät tarvittavista toimenpiteistä
- Tuntee säteilysuojelun keskeiset periaatteet ja lainsäädännön sekä työpaikoilla tarvittavat säteilysuojelu- ja turvajärjestelyt osaamisalallaan
- Kykenee toteuttamaan ja valvomaan osaamisalansa toimintaan liittyvät säteilysuojelujärjestelyt mukaan lukien työntekijän suojelu
- Osaa opastaa oman yksikkönsä henkilökuntaa säteilyn turvallisuudessa käytössä, uusien menetelmien käyttöön otossa ja optimoinnin toteutuksessa.
- Osaa tunnistaa riskejä käytännön toiminnassa ja varautua säteilyturvallisuuspoikkeamiin sekä toimia niissä.
- Tuntee johtamisjärjestelmän ja osaa toimia yhteistyössä asiantuntijoiden kanssa.
- Edistää omalla toiminnallaan säteilyturvallisuuskulttuuria.
- Osaa varmistaa täydennyskoulutuksen ja laa-

dunvarmistuksen toteutuksen.

- Tuntee säteilylähteet osaamisalallaan. Tuntee säteilytoimintaan liittyvät vaatimukset ja työpaikan säteilyturvallisuusohjeet osaamisalallaan.

Kuuden (Oamk, Metropolia, Novia, Savonia, Tamk ja Turkuamk) röntgenhoitajan tutkinto-ohjelman tarjoavan ammattikorkeakoulun radiografian opettajista koottu ydinryhmä on suunnitellut ja pilotoinut yhteisen, pääosin verkossa toteuttavan opintokokonaisuuden. Säteilyturvallisuusvastaavan koulutus on 5 op laajuinen sisältäen 20 t harjoituksia ja sille on haettu Stukin lausunto. Opintojakso sisältyy röntgenhoitajan tutkintoon. Koulutus järjestetään kuuden ammattikorkeakoulun yhteisenä opetuksena kolme kertaa vuodessa hyödyntäen virtuaalista oppimisympäristöä sekä oppilaitosten laboraatiotiloja. Opiskelumateriaalit on laadittu ko. ammattikorkeakoulujen yhteistyönä. Kirjallinen kuulustelu järjestetään samanaikaisesti kaikissa oppilaitoksissa sähköisenä.

Pilotointi tehtiin syys-marraskuussa 2019 ja ensimmäinen varsinainen toteutus alkaa tammi-kuussa 2020. Pilotoinnissa oli mukana röntgenhoitajia, röntgenhoitajaopiskelijoita eri amkeista, opettajia, opettajakokelaita ja yamk opiskelijoita. Saatavan palautteen perusteella opintojaksoa kehitetään edelleen.

Jatkossakin opintojaksolle voivat osallistua myös työssä olevat, jo valmistuneet röntgenhoitajat avoimen ammattikorkeakoulun kautta. Lisätietoa löytyy amkien avoimen amk:n tarjonnasta. Toivottavasti röntgenhoitajat kiinnostuvat. Toiminnanharjoittaja on vastuussa siitä, että STV:llä on riittävä osaaminen, resurssit ja valta toimia tehtävässä.

Opintojakson suunnittelu- ja toteutustyöryhmässä mukana ovat Metropoliasta Sanna Törnroos ja Tuomo Saloheimo, Turku amk:sta Leena Walta, Tamkista Maire Petäjäjärvi, Savoniasta Pirjo Leppäsaari, Noviasta Katarina Vironen ja Oamkista Anja Henner ja Tanja Schroderus-Salo.



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Ville Jussila, päivystysradiologi, TYKS radiologia

# Mitä trauma-TT:ssä ei ainakaan saa missata

Varjoainetehosteinen vartalon TT-kuvaus on traumapotilaan diagnostisen kuvantamisen kulmakivi, jonka avulla voidaan nopeasti ja luotettavasti todeta eri elinten vammat ja vammojen vaikeusaste. Traumapotilaan kuvauksen aikana radiologi esitulkitsee valmistuneet leikkeet traumatiimin kanssa kuvauslaitteella, jolloin mahdolliset vammapotilaan kriittiset löydökset havaitaan. Samalla arvioidaan jälkikuvaussarjojen tarve ennen kuin potilas siirretään takaisin ensihoituhuoneeseen. Tarvittavat jälkisarjat otetaan potilaan yleistilan salliessa.

Suosittelavaa on käyttää rutiininomaista protokollaa, jota noudattaen esitulkinna suoritetaan. Totutulla systemaattisella tulkintarutiinilla ja löydösten raportointikäytännöllä traumapotilaan kannalta kriittiset kuvantamislöydökset tulevat aina tarkasteltua ja raportoitua, mikä vähentää virheiden mahdollisuutta. Erityisesti yllättävissä monipotilastilanteissa systemaattisista ja totuista rutiineista on hyötyä.

TYKS päivystysröntgenissä pyritään sovelta-  
maan elvytysohjeissa olevaa ABC- ajattelutapaa. Kuvatulkinta aloitetaan ilmasteistä (airway), ja tarkastetaan mahdollisen intubaatioputken paikka. Sen jälkeen arvioidaan hengitystiet (breathing) mahdollisen (jännite)ilmarinnan, pneumomediastinummin, pleuranesteen ja hemothoraxin toteamiseksi. Lisäksi mahdolliset kontuusiot tai laseraatiot on hyvä alustavasti raportoida. Verenkierron (circulation) alustavaan arviointiin kuuluu suurten suonivammojen arviointi. Aortan rakenteeseen ja mahdollisesti sen ympärillä tai sydänpussissa olevaan hematoomaan tai ödeemaan on syytä kiinnittää tarkasti huomiota. Myös kaulan, thorakaalontelon, vatsaontelon, lantion ja pehmytösten laajat hematoomat ja vuotoepäilyt on syytä huomioida. Luutraumoista erityisesti kylkiluiden multippelit murtumat ja/ tai mahdolliset kaksoismurtumat (hetkurinta), lantion dislokoituneet murtumat, niihin mahdollisesti liittyvien merkittävien verenvuotojen takia ja rangan ydintä ahtaavien murtumien pikainen ensiarvio on tärkeää.

Radiologin keskeinen tehtävä on merkittävien löydösten selkeä raportointi traumatiimille. Koko traumatiimin on tärkeää ymmärtää, että

esitulkinna on aina vain ensiarvio löydöksistä. Esimerkiksi kaularankatukea ei pääsääntöisesti poisteta vielä esitulkinnan perusteella. Varsinainen kuvien tulkinta tapahtuu radiologin työasemalla, minkä perusteella kuvauksesta annetaan lausunto. Mikäli tarkemmassa kuvien tulkinnassa ilmenee uusia merkittäviä löydöksiä, tulee ne raportoida traumajohtajalle mielellään joko kasvojen tai puhelimitse.

Luennossa käydään läpi merkittävimpiä traumapotilaan elintoimintoja uhkaavia vammoja ja niiden kuvantamislöydöksiä sekä löydöksiä, jotka viittaavat merkittävän vamman mahdollisuuteen – löydöksiä, joita ei tulisi missata. Luennossa keskitytään vartalon alueen tylppiin vammoihin.

### Luettavaa:

Blunt Polytrauma: Evaluation with 64-Section Whole-Body CT Angiography  
David Dreizin and Felipe Munera  
RadioGraphics 2012 32:3, 609-631

Understanding and Confronting Our Mistakes: The Epidemiology of Error in Radiology and Strategies for Error Reduction  
Michael A. Bruno, Eric A. Walker, and Hani H. Abujudeh  
RadioGraphics 2015 35:6, 1668-1676

Whole-Body CT in Patients with Multiple Traumas: Factors Leading to Missed Injury  
Nathan Banaste, Bérénice Caurier, Flavie Bratan, Jean-François Bergerot, Vivien Thomson, and Ingrid Millet  
Radiology 2018 289:2, 374-383

Multidetector CT of Blunt Thoracic Trauma  
Rathachai Kaewlai, Laura L. Avery, Ashwin V. Asrani, and Robert A. Novelline  
RadioGraphics 2008 28:6, 1555-1570

Diagnostic Limits, Blind Spots, and Pitfalls in CT Imaging of Blunt Abdominal Trauma  
Cline, Michael R. MD; Cherry-Bukoweiz, Jill MD; Machado-Aranda, David MD; Chong, Suzanne T. MD, MS  
Contemporary Diagnostic Radiology: October 31, 2016 - Volume 39 - Issue 22 - p 1-6



## 43. Sädeturvapäivät

31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo

<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Seppo K. Koskinen, LT, Radiologian dosentti, Professori, Terveystalo Oy*

# AIKUISEN TRAUMA-TT: one size fits all?

TT-tutkimusprotokollat aikuisilla vaihtelevat suuresti ja riippuvat niin potilasmateriaalista, laitteistosta kuin myös henkilökohtaisista mieltymyksistä. Peruseriaatteena on, että pää ja aivot kuvataan ilman varjoainetta, thoraxin alue siten että aortassa on hyvä varjoainekonsentraatio, ja vatsan parenkymielimissä tehostuminen varjoaineella on kunnollista eli ns. laskimovaiheen aikana eli n. 70 s. varjoaineen annon jälkeen. Aivojen kuvauksen jälkeen kuvataan kaularanka, thorax, ja edelleen vatsan alue. Jos potilaalla on pahat kasvovammat, voidaan kasvojen luut kuvata joko erikseen tai pään tai kaularangan kuvauksen yhteydessä. Tieteellinen näyttö tämä klassinen protokollan diagnostisesta osuvuudesta eri elinten vammoissa on varsin vahva.

Viime aikoina on kiinnitetty enenevässä määrin huomiota monivammojen ja korkeaenergistien vammojen yhteydessä esiintyviin kaulan valtimoiden vammoihin ja pernan ja maksan traumaattisiin pseudoaneurysmiin. Tämän takia TT-kuvaus voidaan suorittaa siten, että kuvaus aloitetaan aivojen valtimokehän (circulus Willisii) tasolta reisiluiden proksimaalitasolle siten, että kaulavaltimot tehostuvat hyvin ja maksan ja pernan valtimot kuvautuvat ns. myöhäisen valtimovaiheen aikana (n. 30 s), ja parenkymielimet kuvataan toiseen kertaan vielä venavaiheen aikana. Tämä kahden faasin (dual phase) -protokolla onkin käytössä useimmissa suurissa ja edistyskäsittelyssä traumakeskuksissa, ja tieteellinen näyttö kaulasuonten ja maksan ja pernan vammojen diagnostisesta osuvuudesta on melko hyvä. Sotilaskäyttöön alun perin kehitetyssä ns. split bolus -tekniikassa (combi scan) varjoaineruiskutus tapahtuu kahdessa vaiheessa siten että kuvausvaiheessa sekä valtimot että vatsan parenkymielimet tehostuvat hyvin. Menetelmän alkuperäinen tarkoitus oli säästää aikaa ja nopeuttaa valinta kirurgisen ja ei-kirurgisen hoitomuodon välillä. Luonnollisesti sädeannos on pienempi kuin kahden faasin protokollassa. Ongelmaksi tässä protokollassa muodostuu mm. aktiivin vuodon ja pseudoaneurysman erottaminen toisistaan, ja alentunut kontrastierotuskyky maksassa. Lisäksi tutkittua tietoa diagnostisesta

osuvuudesta on hyvin niukasti, ja erityisesti parenkymielinten, kaulasuonten ja lantion alueen vammoista kaivataan lisää tutkimusta.

Jos potilaalla on munuaisvamma, otetaan munuaisten kohdalta ns. jälkikuvat 5 minuutin kuluttua, jotta mahdollinen varjoaineen kulkeutuminen kollektiojärjestelmän ulkopuolelle (lekaasi) voidaan havaita. Varjoaineen normaali erittyminen virtsarakkoon ei ole riittävä, jotta virtsarakon repeämä voidaan luotettavasti sulkea pois. Näin ollen epäiltäessä virtsarakon repeämää, tulee virtsarakko täyttää varjoaineen ja keittosuolan laimealla sekoituksella, jolloin repeämätapauksissa varjoainetta kulkeutuu virtsarakon ulkopuolelle.

Traumatologian yleisen filosofia mukaan 1) potilaalle ei tule aiheuttaa lisävahinkoa, 2) kuolleisuuden vähentämiseksi henkeä uhkaavat vammat tulee löytää ja hoitaa, 3) potilas tulee tutkia systemaattisesti ja tarkasti muiden vammojen löytämiseksi ja väärin negatiivisten löydösten välttämiseksi, jotta morbiditeetti pienenee. Samat periaatteet ovat sovellettavissa myös traumaradiologiaan. Näin ollen lienee selvää, että varsinkin suuremmissa yksiköissä trauma-TT-protokolla tulee räätälöidä kliinisen kuvan ja kysymyksenasettelun mukaan, joka ottaa huomioon edellä mainitut ongelmakohdat. Tavallisesti 4-6 eri protokollaa riittää. Eduksi on myös se, jos protokollan diagnostisesta osuvuudesta on olemassa tutkittua tietoa. Pienemmissä yksiköissä, joissa kuvausmäärät ovat vähäisemmät, lienee perusteltua pitäytyä yhdessä trauma-TT-protokollassa.

## KIRJALLISUUTTA

Atluri S, Richard HM 3rd, Shanmuganathan K. Optimizing multidetector CT for visualization of splenic vascular injury. Validation by splenic arteriography in blunt abdominal trauma patients. *Emerg Radiol.* 2011 Aug;18(4):307-12. doi: 10.1007/s10140-011-0961-8. Epub 2011 May 26.

Beenen LF, Sierink JC, Kolkman S, Nio CY, Saltzherr TP, Dijkgraaf MG, Goslings JC. Split bolus technique in polytrauma: a prospec-



### 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

tive study on scan protocols for trauma analysis. *Acta Radiol.* 2015 Jul;56(7):873-80. doi: 10.1177/0284185114539319. Epub 2014 Jul 17.

Bensch FV, Varjonen EA, Pyhältö T, Koskinen SK. Augmenting Denver criteria yields increased blunt cerebrovascular injury (BCVI) detection, with screening showing markedly increased risk for subsequent ischemic stroke. *Emergency Radiology*, 2019 Feb 12. doi: 10.1007/s10140-019-01677-0. [Epub ahead of print].

Bonatti M, Vezzali N, Ferro F, Manfredi R, Oberhofer N, Bonatti G. Blunt cerebrovascular injury: diagnosis at whole-body MDCT for multi-trauma. *Insights Imaging.* 2013 Jun;4(3):347-55. doi: 10.1007/s13244-013-0235-y. Epub 2013 Mar 21.

Boscak AR, Shanmuganathan K, Mirvis SE, Fleiter TR, Miller LA, Sliker CW, Steenburg SD, Alexander M. Optimizing trauma multidetector CT protocol for blunt splenic injury: need for arterial and portal venous phase scans. *Radiology.* 2013 Jul;268(1):79-88. doi: 10.1148/radiol.13121370. Epub 2013 Feb 28.

Brink M, de Lange F, Oostveen LJ, Dekker HM, Kool DR, Deunk J, Edwards MJ, van Kuijk C, Kamman RL, Blickman JG. Arm raising at exposure-controlled multidetector trauma CT of thoracoabdominal region: higher image quality, lower radiation dose. *Radiology.* 2008 Nov;249(2):661-70. doi: 10.1148/radiol.2492080169.

Bruns BR, Tesoriero R, Kufera J, Sliker C, Laser A, Scalea TM, Stein DM. Blunt cerebrovascular injury screening guidelines: what are we willing to miss? *J Trauma Acute Care Surg.* 2014 Mar;76(3):691-5. doi: 10.1097/TA.0b013e3182ab1b4d

Foster BR, Anderson SW, Uyeda JW, Brooks JG, Soto JA. Integration of 64-detector lower extremity CT angiography into whole-body trauma imaging: feasibility and early experience. *Radiology.* 2011 Dec;261(3):787-95. doi: 10.1148/radiol.11100604. Epub 2011 Sep 21.

Geyer LL, Körner M, Linsenmaier U, Huber-Wagner S, Kanz KG, Reiser MF, Wirth S. Incidence of delayed and missed diagnoses in whole-body multidetector CT in patients with multiple injuries after trauma. *Acta Radiol.* 2013 Jun;54(5):592-8. doi: 10.1177/0284185113475443. Epub 2013 Apr 30.

Gunn ML, Kool DR, Lehnert BE. Improving outcomes in the patient with polytrauma: a review of the role of whole-body computed tomography. *Radiol Clin North Am.* 2015 Jul;53(4):639-56, vii. doi: 10.1016/j.rcl.2015.02.006.

Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick LM, Körner M, Kay MV, Pfeifer KJ, Reiser M, Mutschler W, Kanz KG; Working Group on Polytrauma of the German Trauma Society. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. *Lancet.* 2009 Apr 25;373(9673):1455-61. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60232-4. Epub 2009 Mar 25.

Jeavons C, Hacking C, Beenen LF, Gunn ML. A review of split-bolus single-pass CT in the assessment of trauma patients. *Emergency Radiology* 2018;25:367-74

Kahn J, Grupp U, Maurer M. How does arm positioning of polytraumatized patients in the initial computed tomography (CT) affect image quality and diagnostic accuracy? *Eur J Radiol.* 2014 Jan;83(1):e67-71. doi: 10.1016/j.ejrad.2013.10.002. Epub 2013 Oct 16.

Karlo C, Gnannt R, Frauenfelder T, Leschka S, Brüesch M, Wanner GA, Alkadhi H. Whole-body CT in polytrauma patients: effect of arm positioning on thoracic and abdominal image quality. *Emerg Radiol.* 2011 Aug;18(4):285-93. doi: 10.1007/s10140-011-0948-5. Epub 2011 Apr 7.

Kaye D, Brasel KJ, Neideen T, Weigelt JA. Screening for blunt cerebrovascular injuries is cost-effective. *J Trauma.* 2011 May;70(5):1051-6; discussion 1056-7. doi:10.1097/TA.0b013e318211857d.

Kawashima A, Sandler CM, Corriere JN Jr, Rodgers BM, Goldman SM. Ureteropelvic junction injuries secondary to blunt abdominal trauma. *Radiology.* 1997 Nov;205(2):487-92.

Laser A, Kufera JA, Bruns BR, Sliker CW, Tesoriero RB, Scalea TM, Stein DM. Initial screening test for blunt cerebrovascular injury: Validity assessment of whole-body computed tomography. *Surgery.* 2015 Sep;158(3):627-35. doi: 10.1016/j.surg.2015.03.063. Epub 2015 Jun 9.

Leidner B, Beckman MO. Standardized whole-body computed tomography as a screening tool in blunt multitrauma patients. *Emergency Radiology* 2001;8:20-28

Li J, Udayasankar UK, Toth TL, Seamans J, Small WC, Kalra MK. Automatic patient centering for MDCT: effect on radiation dose. *Am J Roentgenol.* 2007 Feb;188(2):547-52.

Liang T(1), Plaa N, Tashakkor AY, Nicolaou S. Imaging of blunt cerebrovascular injuries. *Semin Roentgenol.* 2012 Oct;47(4):306-19. doi: 10.1053/j.ro.2012.05.001.

Loewenhardt B(1), Buhl M, Gries A, Greim CA, Hellinger A, Hessmann M, Rathjen T, Reinert M,



### 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Manke C, Bernhard M. Radiation exposure in whole-body computed tomography of multiple trauma patients: bearing devices and patient positioning. *Injury*. 2012 Jan;43(1):67-72. doi: 10.1016/j.injury.2011.10.014. Epub 2011 Nov 4.

Naulet P, Wassel J, Gervaise A, et al. Evaluation of the value of abdominopelvic acquisition without contrast injection when performing a whole body CT scan in a patient who may have multiple trauma. *Diagn Interv Imaging* 2013;94(4):410-7.

Nguyen D(1), Platon A, Shanmuganathan K, Mirvis SE, Becker CD, Poletti PA. Evaluation of a single-pass continuous whole-body 16-MDCT protocol for patients with polytrauma. *Am J Roentgenol*. 2009 Jan;192(1):3-10. doi: 10.2214/AJR.07.3702.

Pinto A, Niola R, Tortora G, Ponticiello G, Russo G, Di Nuzzo L, Gagliardi N, Scaglione M, Mero la S, Stavo lo C, Maglione F, Romano L. Role of multidetector-row CT in assessing the source of arterial haemorrhage in patients with pelvic vascular trauma. Comparison with angiography. *Radiol Med*. 2010 Jun;115(4):648-67. doi: 10.1007/s11547-010-0494-0. Epub 2010 Jan 15.

Rieger M, Czermak B, El Attal R, Sumann G, Jaschke W, Freund M. Initial clinical experience with a 64-MDCT whole-body scanner in an emergency department: better time management and diagnostic quality? *J Trauma*. 2009 Mar;66(3):648-57. doi: 10.1097/TA.0b013e31816275f3.

Salim A, Sangthong B, Martin M, Brown C, Plurad D, Demetriades D. Whole body imaging in blunt multisystem trauma patients without obvious signs of injury: results of a prospective study. *Arch Surg*. 2006 May;141(5):468-73; discussion 473-5.

Schueller G, Scaglione M, Linsenmaier U, Schueller-Weidekamm C, Andreoli C, De Vargas Mac ciucca M, Gualdi G. The key role of the radiologist in the management of polytrauma patients: indications for MDCT imaging in emergency radiology. *Radiol Med*. 2015 Jul;120(7):641-54. doi: 10.1007/s11547-015-0500-x. Epub 2015 Jan 30.

Sierink JC, Treskes K, Edwards MJ, Beuker BJ, den Hartog D, Hohmann J, Dijkgraaf MG, Luitse JS, Beenen LF, Hollmann MW, Goslings JC; REACT-2 study group. Immediate total-body CT scanning versus conventional imaging and selective CT scanning in patients with severe trauma (REACT-2): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2016 Aug 13;388(10045):673-83. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30932-1. Epub 2016 Jun 28.

Treskes K, Saltzherr TP, Edwards MJR, Beuker BJA, Den Hartog D, Hohmann J, Luitse JS, Beenen LFM, Hollmann MW, Dijkgraaf MGW, Goslings JC; REACT-2 study group. Emergency bleeding control interventions after immediate total-body CT scans in trauma patients. *World J Surg*. 2019 Feb;43(2):490-496. doi: 10.1007/s00268-018-4818-0.

[www.nordictraumarad.com/guidelines/bc-vi-cerebrovasc-injury-13397469](http://www.nordictraumarad.com/guidelines/bc-vi-cerebrovasc-injury-13397469)

Yaniv G, Portnoy O, Simon D, Bader S, Konen E, Guranda L. Revised protocol for whole-body CT for multi-trauma patients applying triphasic injection followed by a single-pass scan on a 64-MDCT. *Clin Radiol*. 2013 Jul;68(7):668-75. doi: 10.1016/j.crad.2012.12.011. Epub 2013 Feb 28.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Jenni Kröger ja Marjo Niemelä, röntgenhoitajat, OYS*

## Lapsen thorax- röntgen, hyvän kuvan kriteerit

Keuhkokuvaus on yleisin lapselle tehtävä röntgentutkimus. Keuhkokuuvia otetaan röntgenosastoilla ja röntgenosastojen ulkopuolella, kuten teho-osastoilla. Pienellä sädeannoksella on mahdollista saada paljon informaatiota. Indikaatioina lasten keuhkokuville on muun muassa keuhkokuumeen, hengitysvaikeuden tai muiden sairauksien tutkiminen ja mahdollisen sydänvian selvittäminen.

Lapsen tullessa röntgeniin, hänet otetaan kii-reettömästi vastaan ja luodaan jutustelemalla mukava tunnelma kuvaushuoneeseen. Lasta kuvatessa on tärkeää ottaa huomioon hänen ikänsä ja mukana oleva saattaja huomioidaan kertomalla hänelle tutkimuksen kulusta ja ohjeistetaan kiinnipitämisestä. Lapsen röntgentutkimus suunnitellaan aina yksilöllisesti. Lapselle kerrotaan, mitä tehdään ja miten. Mitä pienempi lapsi on kyseessä, sitä todennäköisemmin saattaja jää kiinnipitäjäksi. Saattajalta vaaditaan taitoa pitää lasta napakasti kiinni. Saattaja ei saa olla raskaana ja hänen täytyy olla täysi-ikäinen.

Oikein suoritettu kuvaus vaikuttaa kuvan tul-kintaan. Teknisesti oikein otetussa kuvassa on hyvä sisäinhengitysvaihe, lapsi on suorassa, kuvausalue on oikein rajattu ja kuvausarvot on

valittu lapsen painon mukaan. Oikein rajattu kuva ja huolellisesti valitut kuvausarvot vähentävät lapsen saamaa sädeannosta sekä potilaasta ja pinnoista syntyvää sirontaa. Pienen lapsen rintakehän liikettä seurataan ja eksponointi tähdätään sisäinhengitysvaiheeseen. Isommalle lapselle annetaan hengitysohjeet.

Lapselta voidaan ottaa keuhkokuva maaten, istuen tai seisten, riippuen lapsen iästä ja voinnista. Etusuunnan keuhkokuva tulee ap- suunnassa, jos lapsi istuu tai makaa. Jos lapsi kuvataan seisten, kuva voidaan ottaa joko ap- tai pa- suunnassa. Röntgenhoitajilla on käytössä erilaisia fiksatiivälineitä, joiden avulla lapsi saadaan aseteltua kuvaukseen. Lapsen oikea asento kuvauksen aikana on edellytys hyvän kuvan kriteerien mukaiselle keuhkokuvalle.

Lapsen keuhkokuvatutkimuksen suorittaminen hyvän kuvan kriteerien mukaisesti voi olla haastavaa, ja se vaatii useiden asioiden huomioon ottamisen. Kaikkia hyvän kuvan kriteereitä täyttävää keuhkokuvausta ei välttämättä aina voi saada, esimerkiksi lapsen rakennepoikkeaman tai huonon kunnan vuoksi, mutta aina pyritään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen.



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Anna Föhr, lastenradiologi, HUS ULS

### Lapsen thorax; TT vai MK

Kuuhkojen natiivikuvaus on ensisijainen keuhkojen kuvausmenetelmä ja tavallisin jatkotutkimus on keuhkojen TT-kuvaus. Keuhkojen magneettikuvaus ei ole lyönyt itseään läpi kuten magneettikuvaus muissa elimissä.

Keuhkojen magneettikuvausta vaikeuttavat useat asiat. Keuhkoissa on vähän protoneja ja paljon ilmaa. Siitä johtuen keuhkoissa on vähän signaalia. Toisaalta mustan taustan vuoksi patologiset muutokset näkyvät hyvin. Keuhkoissa on myös paljon ilma/kudos rajapintoja aiheuttaen susceptibiliteetti artefaktia. Hengitys ja sydämen syke aiheuttavat liikeartefaktia.

Tietokonetomografialaitteet ja magneettikuvauslaitteet ovat viime aikoina kehittyneet teknisesti paljon. TT-laitteiden rotaatioajat sekä sädeannos ovat pienentyneet. Sädeannoksen lasku liittyy mA- ja kV-modulaatioon sekä iteratiiviseen rekonstruktioon, jolla voidaan vähentää matalampaan sädeannokseen liittyvää kohinaa. Nopea kuvaus mahdollistaa pienten lasten kuvaamisen hereillä. Osalla laitevalmistajista on kaksi röntgenputkea, mikä merkittävästi nopeuttaa kuvausta. Toinen ratkaisu osalla valmistajista on leveä jopa 16 cm detektor, jolloin yhdellä nopealla (0,28s) pyörähdyksellä pystytään kuvaamaan esimerkiksi vauvan keuhkot kokonaan.

Magneettikuvaussekvenssit on nopeutuneet ja EKG-triggaus, hengitystriggaus ja liikkeenkorjaus menetelmät mahdollistavat keuhkojen kuvauksen vapaassa hengityksessä, jolloin pienet lapset voidaan kuvata sedaatioissa ilman intubaatiota. Magneettikuvaussekvenssit kestävät kuitenkin sekunteja- useita minutteja. Lyhyimmillään asetteluineen keuhkojen magneettikuvaus kestää 15-20min.

TT-kuvauksen etuja ovatkin nopeus, uusimmilla laitteilla on mahdollista tehdä kuvaus ilman sedaatiota. Keuhkokudoksen rakenne kuvautuu hyvin TT:llä (hyvä spatiaalinen resoluutio). Lisäksi TT-kuvaus on helposti saatavilla ja se on halvempi. TT-kuvauksen huonoin puoli on sädeannos. Sen merkitys korostuu lapsilla varsinkin kroonisissa taudeissa, joiden seurannassa joudutaan kuvamaan lapsen keuhkot toistuvasti.

MK-kuvauksen etuja ovat säteettömyys, erinomainen pehmytkudoskontrasti ja funktionaa-

lisen kuvaamisen mahdollisuus. Usein voidaan tehdä kuvaus ilman tehosteainetta. MK-kuvaus on kalliimpaa, sen saatavuus on huonompi ja kuvaus kestää pidempään. Spatiaalinen resoluutio on huonompi. Alle 4-5mm keuhkonodulukset, perifeeriset bronkiektasiat ja ilmasalpaus voivat jäädä näkymättä.

TT-kuvaus voidaan usein tehdä ilman varjoainetta esimerkiksi metastaaseja kuvattaessa. Mediastinum ja verisuonten kuvaaminen vaatii varjoaineen annon.

MK-kuvauksessa peruskuvauksessekvenssit ovat on SSFP sekvenssi aksiaali -ja/tai koronaalisuunnassa, liikekorjattu rasvasaturoitu T2 sekvenssi aksiaali- ja/tai koronaalisuunnassa, liikekorjattu T2 sekvenssi ilman saturaatiota (rasvojen kanssa) aksiaalisuunnassa ja liikekorjattu T1 ilman saturaatiota ja tarvittaessa rasvasaturoitu sekvenssi aksiaalisuunnassa. Tarvittaessa lisäsuuntia ja lisäsekvenssejä kuten T1 rasvasaturoitu sekvenssi tehosteaineella tai diffuusiosekvenssi.

Mediastinum kasvaimissa, kystisissä muutoksissa ja imusolmukkeissa on MK-kuvaus parempi kuin TT.

Keuhkojen infektioiden MK-kuvaus on parempi tai yhtä hyvä kuin TT.

Perifeeristen ilmasteiden sairauksissa kuten kystinen fibroosi voidaan seurantaan käyttää myös MK-kuvausta.

Synnynnäisissä keuhkojen malformaatioissa MK-kuvaus on yhtä hyvä kuin TT, paitsi ilmaonteloita sisältävissä malformaatioissa.

Keuhkometastaaseissa ja interstitielleissa keuhkosairauksissa TT-kuvaus on parempi kuin MK.

Ilmasteiden kuvaamisessa on TT-kuvaus parempi kuin MK, paitsi trakeomalasiassa. Siinä MK-kuvaus voidaan tehdä cinekuvauksena vapaassa hengityksessä.

Mediastinum verisuonten kuvaamisessa MK-kuvaus on yhtä hyvä kuin TT paitsi keuhkoemboliassa.

Rintakehän kasvaimissa ja absesseissa MK-kuvaus on parempi kuin TT.

Magneettikuvausta kannattaisi käyttää enemmän rintakehän alueen kuvauksissa.





## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Merja Wirtanen, kliininen asiantuntija, HUS kuvantaminen*

# Nilkan natiiviröntgen röntgenhoitajan näkökulmasta

Vuonna 2011 tehtiin Suomessa tavanomaisia natiiviröntgentutkimuksia 3 246 875 kappaletta (vuonna 2015 vastaava lukumäärä oli 3 333 710). Vuonna 2011 nilkan natiiviröntgentutkimuksia tehtiin aikuisille ja lapsille 123 797, kirjaten k uudella erilaisella tutkimusnimikkeellä. Erikoisempia tutkimuksia olivat nilkan vääntökuvat (722 kpl), rasiuskuvat (516 kpl) ja nilkan erityisprojektiot (6 kpl). Kaikista natiiviröntgentutkimuksista nilkan osuus oli alle 4 %, ja ranteita kuvattiin lähes saman verran. Vertailun vuoksi polven natiiviröntgeniä kuvattiin n. 6 % ja olkapäitä noin 3 % kaikista natiivitutkimuksista.

Natiiviröntgentutkimuksessa otetaan yleensä kaksi toisiinsa kohtisuoraa kuvaa. Nilkan tavanomaisia projektioita on kolme, AP, sivu ja mortise-viisto. Nämä kolme projektiota otetaan myös ACR Appropriateness Criteria®n mukaan sekä traumaissa että kroonisissa kiputiloissa, joissa kipu on kestänyt yli 6 viikkoa. Se, mitkä projektiot ja millä tavoin kuvat otetaan, on määriteltävä röntgenin ohjeissa. Tavanomaisten projektioiden lisäksi voidaan ottaa nilkan vääntökuvia joko laitteella tai käsin vääntämällä, mutta kuten vuoden 2011 tilastosta voi huomata, niiden määrä on lähes olematon (0,5 % nilkkakuvauksista). Hiukan uudempina projektiona, ensin vuonna 1995[1], vaikka tälläkin kuvauksella on tausta jo 1960-luvulla[2], on esitelty useampiakin erilaista projektiota jalkaterän takaosan ja säären linjan arviointiin – nimityksinä on esim. hindfoot alignment view ja long axial view[3]. Nimellä 'gravity stress' oleva kuvaustapa on väistymässä seisten otettavan AP-kuvan tieltä[4,9] selvitettyä nilkkamurtuman stabiileettia.

**AP-kuvaa** otettaessa potilas joko istuu tai on selinmakuulla, alaraaja suorana. Jalkaterä on koukistettuna eli dorsifleksiossa niin, että sääri ja jalkaterä muodostavat 90 asteen kulman; jalkapohja on kohtisuoraan kuvailmaisimeen, luonnollisesti kivun sallimissa rajoissa. Muista kirjoista poiketen Bontrager ei suosittele dorsifleksiota. Alaraaja on pienessä sisärotaatiassa niin, että jalkaterän pituus akseli on kohtisuoraan ilmaisimeen. Tällöin mediaalimalleoli on hiukan

kauempana ilmaisimesta kuin lateraalinen; malleolien välinen linja on 15-20 astetta kuvailmaisimeen. Sädesuunta on kohtisuoraan ilmaisimeen, keskisäde malleolien välissä. Jos kuva otetaan seisten, varmistetaan, että distaalinen alaraaja on ilmaisimen suuntainen.

Optimaalisessa AP-kuvassa mediaalimalleolin ja taluksen välinen nivel (mediaalinen mortise) on avoin, mutta tibiofibulaarinen nivel ei. Tibia peittää noin puolet fibulasta ja tibiotalaarinivel on avoin. Jos alaraaja on liikaa ulkorotaatiassa, mediaalinen mortise ei kuvaudu avoimena ja tibia peittää enemmän kuin ½ fibulasta. Jos alaraaja on liiaksi sisärotaatiassa, tilanne on päinvastainen, jolloin tibia peittää vähemmän kuin ½ fibulasta.

**Mortise-viistossa** alaraaja käännetään sisärotaatioon niin, että malleolien välille kuviteltu linja on saman suuntainen kuin kuvailmaisimissa[6]. Sisärotaation määrä voi vaihdella potilaasta (ja projektion kuvaavasta lähteestä riippuen), ollen tyypillisesti 15-20 astetta[5,7,8]. Kun alaraajaa kääntää sisärotaatioon, saattaa potilas samalla kääntää jalkaterää inversion, jonka välttämiseen on syytä kiinnittää huomiota.

Mortise-kuvassa distaalinen fibula ja talus eivät kuvaudu päällekkäin, eli lateraalinen mortis avoin. Myös tibian ja taluksen välinen nivel on avoin, joten koko 'mortise-nivel' on avoin. Tibia peittää noin ¼ fibulasta, eivätkä talus ja tibia kuvaudu päällekkäin. Jos sisärotaatio on liian pieni, peittää tibian enemmän kuin ¼ fibulaa ja eikä lateraalinen ja mediaalinen mortise ole avoimet. Jos sisärotaatio on liian suuri, kuvautuu tibia vähemmän kuin ¼ fibulan päälle samalla kun lateraalinen mortise on avoin. Jos jalkaterä on inversiossa (eikä alaraaja sisärotaatiassa) ei lateraalinen mortise ole avoin.

Sekä AP- että mortise -projektioiden distaalisen alaraajan tulee olla ilmaisimen suuntainen. Jos tibiotalaarinivel ei ole avoin, korjataan distaalisen alaraajan suunta saman suuntaiseksi kuvailmaisimen kanssa. Jos proksimaalinen alaraaja on koholla (tai seistessä kantapäätä liian lähellä ilmaisinta), kuvautuu tibian anteriorinen



## 43. Sadedeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadedeturvapaivat.fi>

reuna ditaalisesti kaventaen tai peittäen tibiotalariniveltä. Jos distaalinen alaraaja on koholla, tibian anteriorinen reuna kuvautuu posteriorista reunaa proksimaalisemmin, jolloin tibian nivelpinta kuvautuu.

**Sivuprojektiossa** potilas kääntää alaraajaa ulkorotaatioon niin, että jalan ulkosyrjä on ilmaismiseen päin (medio-lateraalin). Kuva voidaan tietysti ottaa myös latero-mediaalisesti. Alaraaja on joko suorana[6,7] tai 45 astetta polvesta koukussa[5]. Mediaalinen ja lateraalinen malleoli ovat päällekkäin ja kohtisuoraan kuvailmaismiseen. Jalkaterä on dorsifleksiossa, muodostaen noin 90 asteen kulman säären kanssa. Dorsifleksio vähentää nilkan mahdollista lateraalirotaatiota. Asettelua voi auttaa pienen kiilatyynyn käyttäminen jalkaterän etuosan alla. Sädesuunta on kohtisuoraan ilmaismiseen, keskisäde medialimalleolin kohdalla.

Sivukuvassa distaalinen fibula kuvautuu tibian posteriorisen puoliskon päälle, taluksen proksimaaliset kupolit ovat päällekkäin ja tibiotalarinivel avoin. Jos alaraaja on liiaksi sisärotaatioissa, kuvautuu fibula liiaksi tibian eteen eli anteriorisesti. Vastaavasti, jos alaraaja on liiaksi ulkorotaatioissa, kuvautuu fibula liiaksi tibian takapuolelle (posteriorisesti). Jos alaraajan distaaliosa on koholla proksimaaliseen osaan nähden, kuvautuu taluksen lateraalinen kupoli distaalisesti mediaaliseen kupoliin nähden. Vastaavasti, jos proksimaalinen alaraaja on kauempana kuvaustasosta kuin distaalinen alaraaja, kuvautuu taluksen lateraalinen kupoli proksimaalisesti mediaaliseen kupoliin nähden.

Jokainen kuvaustilanne on ainutlaatuinen, eikä 'perusasetteluja' pysty aina käyttämään. Silloin röntgenhoitaja käyttää kolmiulotteista anatomian tuntemustaan, ja kuvantamislaitteita sekä apuvälineitä hyödyntäen pyrkii mahdollisimman lähelle optimaalia kuvaa. Oppikirjamaisen täydelliset kuvat ilahduttavat aina, mutta valitettavasti niitä ei synny kuin liukuhihnalta. Röntgenhoitajan on tunnistettava, milloin kuva on riittävä, tai onko se tarpeen uusia – juuri kyseisessä tilanteessa. Uusittaessa on tiedettävä, kuinka projektiota on muutettava halutun lopputuloksen saamiseksi.

### Lähteitä

[1] Saltzman CL, el-Khoury GY. 1995. The hindfoot alignment view. *Foot Ankle Int.* 1995 Sep;16(9):572-6.

[2] Kleiger B, Mankin HJ: A roentgenographic study of development of the calcaneus by means of the posterior tangential view. *J Bone Joint Surg Am* 43: 961, 1961.

[3] Reilingh ML, Beimers L, Tuijthof GJM, Stufkens SAS, Maas M & van Dijk CN. 2010. Measuring hindfoot alignment radiographically: the long axial view is more reliable than the hindfoot alignment view. *Skeletal Radiol.* November; 39(11): 1103-1108.

[4] Lampridis V, Gougoulas N, Sakellariou A. 2018. Stability in ankle fractures: Diagnosis and treatment. *EFORT Open Rev.* 2018 May 21;3(5):294-303.

[5] Bontrager Kenneth L ym. 2014. *Textbook of Radiographic positioning and related anatomy.* Mosby.

[6] Carver & Carver. 2012. *Medical Imaging technique, reflection & evaluation.* Mosby.

[7] Frank Eugene D ym. 2011. *Merrill's Atlas of Radiographic Positioning & Procedures.* Elsevier.

[8] McQuillen Martensen K. 2019. *Radiographic Image Analysis.* Saunders.

[9] Weber M, Burmeister H, Flueckiger G, Krause FG. 2010. The use of weightbearing radiographs to assess the stability of supination-external rotation fractures of the ankle. *Arch Orthop Trauma Surg.* 130(5):693-8.

American College of Radiology ACR Appropriateness Criteria® <https://acsearch.acr.org/docs/69436/Narrative/>

Hardy & Snaith. 2011 *Musculoskeletal Trauma. A guide to assessment and diagnosis.* Churchill Livingstone.

Helasvuo T. 2013. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden lukumäärät vuonna 2011. *STUK B-161.*

Suutari J. 2016. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015. *STUK B: 207.*



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Mirva Vainio, röntgenhoitaja, HUS

# Alaraajan KKTT röntgenhoitajan toteuttamana

Toistaiseksi ainoa KKTT-laite HUS Kuvantamisella, jolla kuvataan niveliä, on Töölön sairaalassa. Planmed Verity kartiokeilalaite sijaitsee 2 krs. tapaturma-aseman röntgenissä. Pienemmän kokonsa ja vähäisemmän säteilytuotonsa ansiosta laite voidaan sijoittaa tavalliseen luukuvaushuoneeseen (Töölön Sairaalassa UÄ-huoneessa). Laitteella kuvataan ajanvaraustutkimuksia ja laite palvelee myös tapaturma-aseman ja Töölön poliklinikoiden päivystyspotilaita. Polven, nilkan ja jalkaterän KKTT-tutkimukset voidaan suorittaa levossa (istuen), rasituksessa (seisten) tai artrografiana nivelensisäisen varjoaneen kanssa levossa ja/tai rasituksessa.

**Nilkan ja jalkaterän KKTT-tutkimusten indikaatiot:** Trauma, luuston muutokset, artroosi, irtokappaleet, pehmytosat, tuumorit ja trauman jälkitila. **Rasituskuvauksen indikaatioita ovat:** Nivelen instabiliteetti, toiminnallinen "malalignment", OCD (Osteochondritis dissecans) stabiileitin arviointi, hallux valgus ja lättäjalkaisuus. **Polven KKTT-tutkimusten indikaatiot:** Trauma, artroosi, irtokappaleet, pehmytosat, tuumorit, luiset muutokset ja trauman jälkitila ja proteesi-komplikaatiot. **Rasituskuvauksen indikaatioita:** Nivelen instabiliteetti, toiminnallinen "malalignment", OCD (Osteochondritis dissecans) stabiileitin arviointi. **Artrografian indikaatiot nilkassa, jalkaterässä ja polvessa ovat:** Rustovauriot ja OCD.

**Tutkimuksen kulku:** 1. Lähetteen luku. 2. Vanhojen kuvien katsominen ja kuvausohjeen tarkastaminen (Lääkäri antaa kuvausohjeen), onko rautaa? Mahtuuko kuvausalueeseen mielenkiinnon alue ja mihin tulee keskitys? Iso-TT? 3. Kuvaushuoneen valmistelu 4. Valitse konsolilta oikea potilas, valitse kuvattava kohde. 5. Aja laite Preset Drivella kuvausasentoon. Jos kuvataan rasituksessa: Laita Weight bearing mode aktiiviseksi, jos rautaa, nosta mA + laita Metal Suppression päälle. Artroissa taas High Resolution mode 6. Kutsu potilas huoneeseen, tarkasta henkilöllisyys ja pyydä riisumaan riittävästi (kengät, avattavat kipsit, ortoosit jne.), Kerro tutkimuksen kulusta ja asettele potilas. 7. Ota suunnittelukuvat, tee tarvittavat muutokset / uu-

det suunnittelukuvat tai jatka kuvausvaiheeseen 8. Kuvausvaihe kestää noin 30s, ohjeista potilas olemaan liikkumatta 9. Kysy onko potilaalla jatkot selvillä.

**Nilkan ja jalkaterän kuvaus maaten.** Potilas pyritään asettelemaan niin, että kuvattava jalka on mahdollisimman suorana, nilkan kuvauksessa jalkaterä on suoraan ylöspäin. Maaten kuvauksessa käytetään laitteen "VERTICAL Positioning Tray 9" tai "LARGE positioning Tray 10" alustaa. **Kuvausalueen keskitys:** Nivelen keskelle tai mielenkiinnonalueen mukaan. Mahdolliset raudat pyritään saamaan kokonaan kuviin, ellei radiologi toisin ohjeista. **FOV:n koko:** Kuvaus alue "korkeussuunnassa" 13 cm.

Seisten: Nilkan ja jalkaterän kuvauksessa käytetään valkoista adapteria sekä jakkaraa, joka asetellaan gantryn sisälle. Laitteesta on vedettävissä "rasituskahva" esille josta potilas voi ottaa tukea. Gantryn sivut kestävät painoa 800 kg, joten toisella jalalla voi tukeutua gantryyn. Seisten kuvattaessa paino on kuvattavalla jalalla, keskitys nilkassa tai jalkaterässä mielenkiinnonkohteen mukaan. Mahdolliset raudat pyritään saamaan kokonaan kuviin, ellei radiologi toisin ohjeista. **FOV:n koko:** Korkeussuunnassa 13 cm. Pituussuunnassa 16 cm (jalkaterä). Gantrya voi hieman nostaa tarvittaessa. Asettelun jälkeen lisätään sädesuoja ja kuvaus suoritetaan normaalisti.

**Polven kuvaus maaten:** Kuvatessa käytetään laitteen "LARGE Positioning Tray 10" tai "SMALL Positioning Tray 4" alustaa. **Kuvausalue:** Polvilumpion yläpuolelta alas niin että fibulan pää myös näkyy. Seisten : Kuvauksessa käytetään isoa asettelutasoa (LARGE (10) [Ei suositella, mutta antaa kuvata myös ilman]). Potilas voi ottaa tukea rasituskahvasta ja paino pitää olla kuvattavalla jalalla. **Kuvausalue:** Polvilumpion yläpuolelta alas niin että fibulan pää myös näkyy (FOV 13cm).

**KKTT artrografiat:** Niveleen ruiskutettu jodipitoinen varjoaine raajaa nivelruston hyvin, ja pienetkin rustopinnan epätasaisuudet saadaan näkyviin. Kääntyvän telineen ansiosta polven, nilkan ja jalkaterän kuvaus pystytään suorittamaan potilaan seistessä. Artrografiat pistetään



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

samassa huoneessa (Varjoaine: Omnipaque 240 mgI/ml ja NaCl 0,9%, lääkärin toivomana sekoituksena.) Polven kuvauksessa laitetaan staassi polvilumpion yläpuolelle, jotta varjoaine pysyy nivelessä. Ensin kuvataan lepotilan kuvaus. Potilas siirtyy uä-pöydältä suoraan tuoliin (ei saa kävellä). Lepo- että rasi-tuskuvaukseen High resolution- kuvausmoodi. Kuvaus tulee 0,2mm leikkeinä, kun normaalisti 0,4mm. Lepokuvauksen jälkeen potilaan iholle voi tehdä merkinnän merkkauksilla kuvauksen aloitus- tai lopetuskohtaan joka helpottaa asetelua rasi-tuskuvauksessa. Lepokuvauksen jälkeen valitaan Acquire more ja ajetaan laite preset drivella rasi-tuskuvauksen asennoon. Potilaan tulee kävellä hetki ennen rasi-tuskuvauksen aloitusta.

**Reformaateista:** Tarvittaessa 3D-kuvat 5° pyörähdyksellä AW työasemalla. Reformaattien loppuun kirjataan WB jos kuvattu rasi-tuksessa.

**Polvi:** Nivelpinnansuuntainen Axial 2.00 mm (ylhäältä alas) , nivelpinnan-/kondylien takaosan suuntainen cor ja sag 2.0 mm

**Nilkka:** Nivelpinnansuuntainen 2.0 mm ax, malleolien suuntainen cor ja sag 2.0 mm

**Jalkaterä:** Metatarsaalien suuntainen ax, cor ja sag 1.2 mm

**Nilkan ja Jalkaterän KKT:n kirjaus:** Nilkan ja Jalkaterän KKT:n kirjaus: NH1AI Nilkan kartiokeila-TT, NH1BI Nilkan kartiokeila-TT, laaja tai (NH1CI Nilkan kartiokeila-TT, erittäin laaja) Nilkka + jalkaterä

**Polven KKT:n kirjaus:** NK6AI Muu kartiokeila-TT, NK6BI Muu kartiokeila-TT, laaja tai (NK6CI Muu kartiokeila-TT, erittäin laaja) Kun kuvataan sekä lepo- että rasi-tuskuvaukset, kirjataan kaksi käyntiä. Lepokuvaus kirjataan "normaalisti" ja rasi-tuskuvaukset laajana. Kirjauksen tarkenteisiin merkitään istuen / seisten sekä arthrografia. Uä-ohjatusta pistosta kirjataan tutkimus NK5AT, muu nivelinj. uä-ohj. ja tämän lisäksi kirjaus Uranukseen itse pistosta.

**Huomioitavaa:** Pidä työkaveri kuulomatkan päässä ja silmät potilaassa, sillä varsinkin nuoret miehet nilkan arthroissa pyörtyvät todella usein sen jälkeen, kun siirrytään kuvaukseen tai kun ovat nousseet ylös seisomaan tai kiivenneet laitteen päälle. Huomioi myös potilaan kunto, pystyykö kiipeämään rasi-tuskuvaukseen? Pystyykö olemaan liikkumatta? (yhteistyökykyisyys, muut vammat ja sairaudet). Kuva-alueen koko 13x16cm, riittääkö? Nilkan ja jalkaterän yhteiskuvauksessa mieluummin iso-TT ellei ole pyydetty rasi-tuksessa. Ison TT:n metalliartefaktanvähennysohjelmat tehokkaampia jos raajassa todella paljon rautaa tai levyt vastakkaisilla puolilla.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Kimmo Mattila, LT, dosentti, TYKS radiologia*

## Monienergiakuvantaminen akuuttiradiologiassa?

Tietokonetomografia on yli 40v kehityskaarensa aikana läpikäynyt useita teknisiä mullistuksia, on menty sekventiaalisista leikkeistä helikaalikuvaantumisen kautta moniriviseen detektoriin ja volyymikuvaantumiseen submillimetrikoon isotrooppiseen vokseliin. Monienergiakuvantaminen (spectral imaging, dual energy, DECT, GSI) on keksintönä vanha, jo Dr. Godfrey Hounsfield esitteli konseptin jo v. 1973. Sen mukaan CT-laitteella pystytään määrittämään leiketason materiaalin atominumero suunnilleen ottamalla kaksi kuvasta, 100 ja 140kV:lla. Se on tehnyt tuloaan käytännön kliiniseen CT-diagnostiikkaan vuosia. Ensimmäinen varsinainen tieteellinen artikkeli julkaistiin v.1979, seuraavana vuonna kaksi julkaisua, seuraavana kolme ja edelleen vahvasti nousten, niin että PubMedin mukaan 2018 mennessä dual energy hakusanalla löytyi jo 3152 artikkelia ja pelkästään 2018 julkaistiin jo yli 400 artikkelia. Menetelmä on teknisen kehityksen myötä kovassa nosteessa, vuosia vaivanneet "lastentaudit" on pääosin selätetty ja menetelmä aikaisemmin harvojen tekniikanörttien puuhastelun sijaan hyväksytty osaksi kliinistä CT-kuvausta jo maailmanlaajuisesti.

Päivytyskuvaantaminen, tarvitaanko DECT:tä osaksi sitä ja miksi juuri sitä? Mahdollisuuksia on innokkaasti tutkittu. Pelkästään 2018-2019 syyskuu hakusanalla "dual energy emergency" löytyy 48 artikkelia. Ideana siis on, että käyttämällä kuvauksessa samanaikaisesti (tai lähes) kahta eri energiaspektriä (n. 120-140 ja 80-100kV) saadaan kuvia, joissa voidaan erottaa eri kudoksia ja patologioita niiden eri energioihin liittyviin vaimenemisominaisuuksiin tai materiaaliitehyteen perustuen. Dataa prosessoimalla voidaan tuottaa virtuaalinatiivikuvia, tai korostettuja materiaaliitehyksuvia, kuten esim. jodikarttoja, myös laskea materiaaliipareja.

Mitkä sitten ovat teoreettiset hyödyt juuri päivystysradiologiassa, moderni monileike-CT:han pärjää pääsääntöisesti hyvin myös päivystyksessä. CT-diagnostiikka kuitenkin perustuu usein valittuun kuvausprotokollaan, usein tarvittaisiin

spesifisen ongelman ratkaisuun useamman faasin kuvaus ja räätelöityä varjoaineen käyttöä. Potilasmateriaali päivystyksessä on valikoitumatonta, kysymyksen asettelut ovat usein epä-määräisiä, oireenmukaisia monisairailta, huonokuntoisilla ja usein levottomilla potilailla, joiden hemodynamiikka vaihtelee. DECT:llä voidaan osana näistä ongelmista voittaa ja päästä kuvien jatko-prosesoinnin takia yksinkertaisempiin protokolleihin ja sitä kautta pienempään sädeannokseen. Monienergialla päästään vaikuttamaan kontrastiin, niin että patologia erottuisi mahdollisimman herkästi. Entä pystytäänkö vähentämään epäonnistuneen ruiskutuksen takia (keuhkoembolia) syntyviä uusintakuvaus- tai yllättävien/sattumalöydösten takia tarvittavia jatkokuvia vaikuttamalla kontrastiin tekemällä monoenergiakuvia, jodikarttoja tai hyödyntämällä virtuaalinatiivikuvia tai mahdollisuutta materiaaliierotteluun? Voidaanko DECT:tä käyttämällä varjoinemäärää mahdollisesti vähentää tai varjoinetta laimentaa (kustannukset, munuaisten toiminnanvajausta)? Voidaanko artefaktien määrään vaikuttaa?

Paitsi e.m., luennolla pyritään läpikäymään myös "kolikon kääntöpuoli", onko tapauksia, jotka eivät sovellu monienergiakuvaukseen, mitä tekniikalta vaaditaan, vaikuttaako menetelmän rutiininomainen käyttö itse työn kulkuun?

### **Kirjallisuutta:**

Aran et al. Applications of Dual-Energy CT in Emergency Radiology. *AJR* 2014; 202:W314-W324

Goo, et al. Dual-Energy CT: New Horizon in Medical Imaging. *Korean J Radiol* 2017;18(4):555-569

Punjabi. Multi-energy spectral CT: adding value in emergency body imaging. *Emergency Radiology* (2018) 25:197-204

Elster. Introduction to Dual-Energy Computed Tomography. *J Comput Assist Tomogr* • Volume 42, Number 6, November/December 2018



### 43. Sadedeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadedeturvapaivat.fi>

*Niko Sillanpää, radiologi, TAYS*

## Vatsan alueen GI-kanavan ulkopuolisten verenvuotojen endovaskulaarinen hoito

Vatsan alueen mahasuolikanavan ulkopuolisten valtimoverenvuotojen yleisimmät etiologiat ovat 1) traumaperäiset vuodot, 2) postoperatiiviset vuodot, 3) spontaanit retroperitoneaaliset vuodot ja 4) aneurysmavuodot. Viimeisestä ryhmästä aortta-aneurysmien ja muiden aortan seinämäpatologioiden aiheuttamat vuodot käsitellään yleensä omana kokonaisuutenaan.

Traumatotilailta yleisimpiä vuotokohteita ovat viskeraalielinten repeämät ja lantion alueen murtumiin liittyvät vuodot. Näiden hallinta endovaskulaarisin menetelmin ja REBOA-sulkupallolla on osana eurooppalaista hoitosuosituksista [1].

Postoperatiiviset vuodot liittyvät lähinnä suuriin onkologisiin leikkauksiin, esim. Whiplen operaatio, sekä munuaiskirurgiaan, joskus leikkauksavaukseen. Näitä voidaan hallita embolisoidulla tai viskeraalisuonten peittostenttauksella.

Spontaanit retroperitoneaalivuodot liittyvät veren hyytymisjärjestelmään vaikuttaviin hoitoihin ja sairauksiin. Menestyksellinen hoito edellyttää myös hyytymishäiriön korjaamista.

Viskeraalisuonten aneurysmat ovat harvinaisia, mutta vuotaessaan ne ovat usein kohtalokkaita. Suurin osa näistä aneurysmista löydetään sattumalta muista syistä tehdyissä kuvantamistutkimuksissa. Osa aneurysmista liittyy verisuonitukoksen vuoksi muuttuneisiin virtausolosuhteisiin.

Ennen endovaskulaarista hoitoa potilaalle tehdään vatsan alueen vuoto-TT-angiografia. Vuodon näkyminen edellyttää vähintään 0,3 ml/s vuoto nopeutta. Vuodot ovat usein intermittoivia. Vuotokohdan tarkempi paikantaminen DSA:ssa perustuu ekstravasaation tai tämän jälkitilan (distaalinen suonispasmi tai muu tukos, pseudoaneurysma, distaalinen AV-fisteli) havaitsemiseen.

Embolisaation ajatus on mahdollistaa vuodon lopettaminen mekaanisesti tukkimalla ja perfuusio painetta vähentämällä, mutta säilyttäen elimen paikallinen vitaliteetti. Embolisaatio voi olla vuodon sijainnin suhteen a) proksimaalinen, jolloin vaikutus on perfuusio painetta vähentävä, tai b) distaalinen, jolloin vuotokohtaan menevä terminaalin haara ja/tai itse vuotokohta tukitaan mekaanisesti. Proksimaalisen embolisaation onnistuminen vaatii toimivaa koagulaatiojärjestelmää. Myös osa tukkimismenetelmistä olettaa toimivan koagulaatiojärjestelmän: platina-coilit (paitsi ns. pakkaus-coilit), Amplatzer Vascular Plug®, suurempikokoiset partikkelit. Näitä yksin käytettäessä nähdään enemmän uusinta-vuotoepisodeja. Gelfoam-embolisaatio (esim. Spongostan®) on aina väliaikainen (12h-3vk). Sulun pituutta on vaikea ennustaa ja näin ollen yksin käytettäessä tähänkin tekniikkaan liittyy kohonnut uusintavuotoriski. Alle (300-)500µm partikkeleiden käyttöön taasen liittyy huomattava kohde-elimien iskemiariski. Syanoakrylaattiliimojen (esim. Glubran®) sulkuvaikutus on tehokkain, mutta nämä ovat teknisesti vaikeasti kontrolloitavia.

Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, Coats TJ, Duranteau J, Fernández-Mondéjar E, Filipescu D, Hunt BJ, Komadina R, Nardi G, Neugebauer EA, Ozier Y, Riddez L, Schultz A, Vincent JL, Spahn DR. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. Crit Care. 2016 Apr 12;20:100. doi: 10.1186/s13054-016-1265-x.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Irina Rinta-Kiikka, radiologi, TAYS*

## Akuutti maksa

### Yleistä, määritelmä

Maksan toiminnan äkillinen pettäminen on harvinainen tila, jossa aiemmin terveen maksan akuutti maksasoluvaurio voi johtaa maksakoomaan ja monielinvaurion kautta elimistön elintärkeiden toimintojen pettämiseen. Tila on nopeasti etenevä, henkeä uhkaava sairaus, jonka aiheuttajia ovat virusinfektio, lääkeaine (esim. parasetamoli), toksiini, alkoholi, raskauteen liittyvät ongelmat, metabolinen häiriö, iskemia tai maksalaskimotukos. Myös sydämen toiminnan äkillinen pettäminen voi johtaa akuuttiin maksan vajaatoimintaan. Akuutin maksan aiheuttaja voi olla usein myös tuntematon.

Äkillinen maksan toiminnan pettäminen voidaan jakaa etenemiseltään kolmeen luokkaan: 1. Hyper-akuuttiin, jolloin oireet kehittyvät alle viikossa, 2. Akuuttiin, jolloin oireet kehittyvät 1 – 4 viikossa ja 3. Subakuuttiin, jolloin oireet kehittyvät 4 – 12 viikossa. Maksan akuutin vajaatoiminnan ennuste on osittain riippuvainen aiheuttajasta, joten etiologian pikainen selvittäminen on tärkeää. Hoitona tärkein on maksansiirto, joka on parantanut näiden potilaiden eloonjäämisennustetta merkittävästi. Akuuttivaiheessa on tärkeintä tunnistaa potilaan tila ja lähettää nämä potilaat ajoissa ja pikaisesti maksansiirtoarvioon.

Akuuttia maksaa on luokiteltu eri tavoin mm. riippuen siitä, liittyykö potilaan taudinkuvaan enkefalopatiaa. Radiologisessa diagnostiikassa on tärkeää huomioida, että vaikka tässä keskitytään akuuttiin maksan vajaatoimintaan eri etiologioissa, on suurin osa maksan akuutista vajaatoiminnasta kärsivistä potilaista sellaisia, joilla on taustalla krooninen maksasairaus. Tällä potilasryhmällä akuutti vajaatoiminta johtuu maksan toiminnan äkillisestä huononemisesta.

### Kliininen taudinkuva

Potilaan kliiniset oireet ovat maksan akuutissa vajaatoiminnassa hyvin samankaltaisia etiologiasta riippumatta. Alkuvaiheen oireet ovat lisäksi varsin vähäisiä ja epäspesifisiä: eriasteista väsymystä, pahoinvointia ja oksentelua. Jos akuutti

maksan vajaatoiminta etenee, alkaa elimistöön kertyä haitallisia aineita, joita maksa ei enää pysty poistamaan tehokkaasti. Samaan aikaan joidenkin maksan tuottamien tärkeiden aineiden tuotanto häiriintyy. Tilan edetessä oireet pahe-nevat: enkefalopatian lisäksi oirekuvaan tulevat lisäksi ikterus, munuaisten vajaatoiminta ja sen systeemivaikutukset, hypoglykemia, verenvuoto-taipumus ja infektioherkkyys. Lisäksi elimistön happo- emästasapaino häiriintyy. Tilan edelleen edetessä se voi johtaa potilaan menehtymiseen, tavallisimmin aivopaineen nousun ja siitä joh-tuvan herniaation, monielinvaurion tai infektion vuoksi.

### Diagnostiikka ja kuvantaminen - yleistä

Neurologinen tutkimus ei aina erota hepaattista enkefalopatiaa muista. Seerumin albumiini ja hyytymistekijät ovat aina vaikeassa maksasai-raudessa vähentyneet, muutoinkin maksafunkti-oita voidaan seurata näiden laboratoriokokeiden lisäksi bilirubiinin ja aminotransferaasin mää-rityksellä. Laboratoriokokein pyritään lisäksi selvittämään onko kyseessä jokin virusperäinen hepatiitti5 Lumio J. Akuutit virushepatiitit. Kir-jassa: Miettinen T, Seppälä K, Sivula A, toim. Klii-ninen gastroenterologia. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim 1993;428-440..

Diagnostisissa selvittelyissä pyritään selvittä-mään paitsi maksavaurion etiologia, myös mak-san vajaatoiminnan aste ja arvioimaan näiden pohjalta taudin etenemistä.

Kuvantamisen menetelmin selvitetään, ovatko kaikki kolme maksalaskimoa ja porttilaskimo auki ja mikä on maksan koko; samalla varmis-tetaan, ettei potilaalla ole kasvainta. Näiden tut-kimiseksi riittää yleensä maksan kaikukuvaus ja dopplerkaikukuvaus sekä tietokonetomogra-fia. Tarvittaessa tehdään lisäksi maksan alueen magneettikuvaus.

Maksabiopsialla on oleellinen osuus arvioita-essa potilaan ennustetta. Biopsia selvittää tau-din etiologiaa. Näyte tulee ottaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, ennen kuin hyytymiste-kijät ovat romahtaneet tai runsas askites ei ole



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

vielä esteenä. Biopsian ajoitus on myös diagnostiikan osalta tärkeä; jos se otetaan taudin loppuvaiheessa, löydöksenä saattaa olla vain epäspesifistä maksanekroosia.

### Löydökset kuvantamisessa

Virukset, lääkeaineet, toksiinit, metaboliset ja autoimmuunisyyt aiheuttavat usein maksasoluvaurion, jonka kuvantamislöydökset ovat epäspesifisiä. On huomioitava myös, ettei kuvantamistutkimuksissa normaalilta näyttävä maksa poissulje näiden tekijöiden aiheuttamaa akuuttia hepatiittia.

Tavallisin löydös kaikissa kuvantamistutkimuksissa on hepatomegalia. Maksaparenkyymissä saattaa olla yleistä tai läiskäistä densiteetin laskua TT:ssä tai vaikutelmaa parenkyymin rasvoittumisesta kaikilla modaliteeteilla kuvattuna. Lisäksi etenkin A-hepatiitissa, mutta vaihtelevasti muissakin, todetaan sappirakon seinämän paksuuntumista. Periportaalisesti on tavallisesti ödeemaa. Suonirakenteet ovat tavallisesti avoimet. Virushepatiiteissa periportaalisesti tai hepatoduodenaalisesti on usein imusolmuke-suurentumia, mutta imusolmuke-suurentumia ei yleensä todeta autoimmuunihepatiiteissa.

Vaskulaariset syyt liittyvät yleensä johonkin predisponoivaan tekijään, sillä varsinainen maksan iskemia on harvinainen tila maksan kaksoisverenkierron johdosta. Maksainfarkti voi esiintyä, jos sekä arteria- että porttilaskimovirtaus ovat tukkeutuneet, mutta tavallisimmin iskeemiset muutokset johtuvat porttilaskimon tukkeutumisesta. Porttilaskimotukos voi liittyä myös laajempaan tromboosiin, jolloin myös v. mesenterica superior on usein affisioitunut ja kliininen taudinkuva matkii helposti akuuttia valtimopuolen suoli-iskemiaa.

Porttilaskimotromboosin taustalla voi olla joko porttilaskimon virtauksen hidastuminen, joka voi johtua mm. maksakirroosista tai porttilaskimoa komprimoivista hepatobiliaarisista tai mahalau-

kun maligniteeteista. Myös hyperkoagulaatiiviset tilat, kuten maligniteetit, myeloproliferatiiviset tilat, kuivuminen, raskaus ja trauma altistavat porttilaskimotromboosille. Tromboosin taustalla voi olla myös endoteelin vaurio, joka puolestaan aiheutuu mm. tulehduksista, kuten akuutista kolangiitista tai pankreatiitista. Tuumoreista etenkin hepatosellulaarinen karsinooma kasvaa erityisesti porttilaskimon luumeniin. On tärkeää erottaa suonen tukos, mutta samoin se, onko kyseessä hyyttymätukos vai tuumoritukos. Myös maksahiluksen imusolmukkeet ja tuumorit voivat matkia porttilaskimotukosta ja toki molemmat löydökset esiintyvät usein samalla potilaalla.

Maksavenojen tukos (Budd-Chiari) voi esiintyä yksinään tai porttilaskimotukoksen kanssa. Maksavenojen tukoksessa tavallisin löydös on sekä kirjavan maksaparenkyymin hepato- että splenomegalia. Maksavenat eivät erotu ollenkaan ja varjoainesarjoissa lobus caudatus ja maksan keskiosat vena cavan ympärillä tehostuvat muita osia, etenkin periferiaa, aikaisemmin ja paremmin.

Käydään yhdessä luennolla läpi joitakin tapauksia, joissa e.m. etiologiset tekijät johtivat akuuttiin maksan vajaatoimintaan.

### Lähteitä:

Isoniemi, H. Akuutti maksan toiminnan pettäminen. Teoksessa Färkkilä, M., Isoniemi, H., Kaukinen, K. & Puolakkainen, P. (toim.). Gastroenterologia ja hepatologia. Duodecim ss. 845 – 851.

Isoniemi, H. 2013b. Maksansiirto. Teoksessa Färkkilä, M., Isoniemi, H., Kaukinen, K. & Puolakkainen, P. (toim.). Gastroenterologia ja hepatologia. Duodecim ss. 880 – 902.

Terveyskirjasto Duodecim: [www.Terveyskirjasto.fi](http://www.Terveyskirjasto.fi)





## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Mohamed Fouda, radiologi, HUS

### Maksan varjoaine-uä

Ultraäänivarjoaineet ovat olleet käytössä jo vuodesta 1996. Pääosin niitä on käytetty Euroopassa ja Aasiassa. USA:ssa ne hyväksyttiin vasta v. 2016. UÄ-varjoaineet koostuvat mikrokuplista, jotka ovat läpimitaltaan 3-5 µm, eli pienempiä kuin punasolut. Kokonsa ansiosta kuplat kulkeutuvat ehjinä keuhko- ja systeemikierron läpi kohde-elimen verisuonistoon (menevät sinne minne punasolut menevät ja eivät mene sinne minne punasolutkaan eivät mene). Eli kuplat pysyvät intravaskulaaritulissa eikä interstitiumissa tapahdu tehostumista (toisin kuin TT- ja MRI-varjoaineilla). Kuplat parantavat veren kaiakuominaisuuksia ja lisäävät kontrastia veren ja ympäröivän kudoksen välillä.

Niin sanotuilla 1. sukupolven varjoaineilla oli galaktoosikuori, jonka sisällä oli ilmaa. Ilma kuitenkin diffundoitui kuoren läpi ja liukeni nopeasti vereen. 2. sukupolven varjoaineilla on stabiilimpi fosfolipidikuori ja ne sisältävät rikkiheksafluoridikaasia, joka on inertti, heikosti liukeneva, vaaraton kaasua. Se poistuu täydellisesti uloshengitysilman mukana (n. 80% poistuu 2 min:ssa injektion jälkeen). Suomessa käytettävä varjoaine on Sonovue (Bracco).

Mikrokuplat lisäävät siis veren kaikuisuutta mutta ne myös tuottavat itse signaalia värähellessään. Ultraäänin mekaaninen Indeks (MI) on arvio UÄ aallon paineen maksimaalisesta amplitudista kudoksissa. Kun MI on noin 0,05- 0,2 kuplat värähtelevät ja tuottavat epälineaarisia kaikuja, jotka vastaanotetaan uä:n anturilla. Kun MI on korkea (noin 0,2-1,9), kuplat hajoavat.

Maksan varjoaine UÄ:n etuja ovat halvempi hinta ylävatsan MRI:hin verrattuna, tutkimuksen nopea toteutus sekä helppo saatavuus. Varjoaineet ovat hyvin siedettyjä eikä tutkimus vaadi esivalmistelua tai labrakokeita. Tutkimuksen voi tehdä intraoperatiivisesti sekä bedside tutkimuksena (esim. tehoptilaille ja lapsille). Lisäksi se mahdollistaa maksapesäkkeiden reaaliaikaisen arvioinnin, jolloin voidaan havaita nopeat latautumismuutokset.

Varjoaine-uä:ssä maksapesäkkeet tehostuvat samalla tavalla kuin MRI:ssä ja CT:ssä. Maligneissa pesäkkeissä nähdään tyypillisesti wash-out-ilmiö, eli varjoaine häviää porta- tai myöhäisvaiheessa muuta maksaparenkyymiä nopeammin. Metastaaseissa wash out on yleensä nopea (alkaa arteriavaiheen lopussa tai portavai-

heesa) ja voimakas. HCC:ssa wash out alkaa myöhemmin porta-vaiheessa tai myöhäisvaiheessa.

Varjoaineen annos maksan tutkimuksessa on 1,5-2,4 ml. Yleensä käytetään konvekksi anturia. Pinta-anturiakin voi käyttää mutta se tuhoaa kuplat nopeammin. UÄ-focus laitetaan aivan alas. Tallennetaan koko arteriavaihe (15-25 sek), varhainen PV vaihe ja myöhäinen PV vaihe (3-5 sek videot). Myöhäisestä vaiheesta riittää yleensä yksittäiset pysäytyskuvat. Varjoaineen kulkua seurataan ainakin 4-5 minuuttia. Bolus toistetaan tarvittaessa.

Varjoaineiden haittavaikutukset ovat harvinaisia, yleensä lieviä ja häviävät nopeasti. Ne ovat turvallisia aikuisille ja lapsille sekä raskaana oleville ja imettäville. Imetys voi jatkua n. 1 t. tutkimuksen jälkeen. Anyfylyksian riski on hyvin matala, n. 1/7 000, vakava anafylaksia 1/10 000 (anafylaksian hoitovalmius!!! Hoitaja aina paikalla)

Mahdollisia haasteita ovat huono näkyvyys (obeesi potilas, pesäkkeen hankala sijainti) Rasvamaksa: (vinkit: nosta MI, vähennä frekvenssiä, focus alas, tavallinen annos). Myös tutkimuksen tulkinta voi olla haasteellista (tulehdusmuutokset kuten abskessit ja sieni-infektiot, epätyyppilliset hemangiomat, multipelit biliäariset hamartomat)

#### Lähteet

Guidelines and Good Clinical Practice Recommendations for Contrast Enhanced Ultrasound (CEUS) in the Liver- Update 2012 AW-FUMB-EFSUMB Initiative in Cooperation With Representatives of AFSUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS

Yong Eun Chung, Ki Whang Kim. Contrast-enhanced ultrasonography: advance and current status in abdominal imaging. Ultrasonography. 2015 Jan; 34(1): 3-18.

The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017.

Contrast-Enhanced Ultrasound. 2nd edition Hans-Peter Weskott.

International Course in Contrast Enhanced Ultrasound. Hepatic and Extrahepatic Indications. Munich Nov. 1.-3. 2018.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Heikki Hermunen, radiologi*

## Maksan elastografia

Maksan parenkyymien analysointi ei ole ihan helppoa. Selvä kirroosi kyllä erottuu ja rasvamaksan tuntevat kaikki. Elastografia on tekniikka joka pyrkii tuomaan lisäselvitystä maksan parenkyymien tillaan.

Tutkimus tehdään siihen varustetulla laitteistolla. Perus ultraäänikone tarvitsee ohjelmiston ja soveltuvan anturin. Esivalmisteluja ei juuri tarvita, tosin pieni paasto voi olla eduksi.

Elastografia tehdään mittaamalla sarja erillisiä mittauksia. Mittauskoko on maksan hyvin näkyvä trasainen parenkyymi, yleensä kulkiluväli oikealla. Mittauksia suositellaan tehtäväksi tusinan verran. Yksi mittaus vaatii hengityspidätyksen ja "poksautuksen" jälkeen anturi on sen verran kovilla että jäähdyttely jäähdyttely vie hetken.

Haittaavia tekijöitä on liike, hengityspidätys on käytännössä ehdoton, ilman ko-operaatiota ei onnistu. Askites haittaa selvästi. Mittaus antaa väärän tuloksen myös esim verisuonen kohdalta eli pitää hiukan katsoa mistä mitan ottaa. Ja katsoo niitä mittauksia maalaisjärjellä.

Elastografia antaa tietoa maksan fibroosin asteesta, ts kuinka pahasti ollaan menossa kirroosia kohti. Gastroenterologinen yksikkö ja infektiosairaudent ovat Mikkelissä pääasialliset käyttäjät. Mittaus on opittuna helppo ja suhteellisen nopea ja osamittaustakin voi hyvin käyttää maksan parenkyymien alalyysin tukena.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Juha Suutari, tarkastaja, STUK*

## **Mitä uudistuksia säteilylaki tuo auditointeihin ja itsearviointeihin?**

Uusi säteilylaki (859/2018) astui voimaan 15.12.2018. Säteilylainsäädännön uudistuksen yhteydessä annettiin myös Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä (1044/2018). Uudistuneessa säteilylaissa sekä STM:n asetuksessa on säädetty vaatimukset kliinisen auditoinnin järjestämisestä sekä auditointien sisällöstä.

Säteilylain 118 §:n mukaisesti toiminnanharjoittajan on järjestettävä lääketieteellistä altistusta aiheuttavien menettelyjen suunnitelmallinen arviointi, eli kliininen auditointi, jossa määrajoin:

- 1) selvitetään noudatettuja tutkimus- ja hoitokäytäntöjä, säteilyaltistuksia sekä tutkimus- ja hoitotuloksia;
- 2) vertaillaan niitä hyväksi todettuihin käytäntöihin;
- 3) esitetään tarpeelliseksi arvioituja toimenpiteitä käytäntöjen kehittämiseksi ja perusteettoman säteilyaltistuksen ehkäisemiseksi.

Muutos edellisen säteilylain vaatimukseen verrattuna on pieni, mutta se sisältää näkökulmallisen eron. Säteilylaissa on määritelty kolme altistusluokkaa: lääketieteellinen altistus, työperäinen altistus ja väestön altistus. Aikaisemmin kliininen auditointi on ollut säteilyn lääketieteellisen käytön auditointia keskittyen potilaaseen liittyviin seikkoihin. Uudessa säteilylaissa tämä käytäntö on kirjoitettu säädökseen, toisin sanoen auditoinneissa toimintaa arvioidaan lääketieteel-

lisen altistuksen näkökulmasta, joka voi ainakin teoriassa poiketa työperäisen altistuksen tai väestön altistuksen näkökulmasta. Toisaalta, kun toimintatavat ovat esimerkiksi toimenpideradiologiassa optimaalisia potilaan säteilysuojelun kannalta, niin myös työperäinen altistus työntekijöille on mahdollisimman pieni.

Kliinisten auditointien sisältövaatimuksista on säädetty Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 13 §:ssä. Aikaisemman STM:n asetuksen kymmenen kohdan listaa on täsmennetty, jotta kliinisissä auditoinneissa ja viranomaisvalvonassa vältettäisiin turhaa päällekkäisyyttä. Auditointien sisältöön lainsäädäntöuudistus ei tuonut suuria muutoksia.

Lainsäädäntöuudistuksen myötä kliinisen auditoinnin käsitettä laajennettiin Euroopan komission Radiation Protection -sarjan suosituksen 159 mukaisesti käsittämään yhtenä menettelynä myös sisäiset kliiniset auditoinnit. Sisäinen kliininen auditointi on tehtävä vähintään neljän vuoden välein toiminnassa, jossa lääketieteellisen altistuksen luokka on 1 tai 2. Sisällöltään sisäinen kliininen auditointi vastaa ulkoista kliinistä auditointia.

Uudistunut säteilylainsäädäntö korostaa toiminnan harjoittajan vastuuta ja osana kokonaisuutta ovat toiminnan omatoimiset arvioinnit. Toiminnan harjoittajan onkin tärkeää varata riittävät resurssit arviointien toteuttamiseen säädösten mukaisesti.



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Merja Wirtanen, kliininen asiantuntija (radiologia)*

# Miten sisäinen auditointi on toteutettu HUS Kuvantamisessa

Sisäisellä auditoinnilla tarkoitetaan määrävälein pidettävää riippumatonta laadunhallintajärjestelmään kohdistuvaa organisaation kehittämismenettelyä. Sisäisellä auditoinnilla selvitetään, miten sovitut toimintatavat, sidosryhmien odotukset ja viranomaisvelvoitteet toteutuvat käytännössä sekä tunnistetaan, missä on vielä kehitettävä toimintaa (Itä-Suomen yliopisto, 2019.). Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän suosituksen no 7 mukaan sisäisessä auditoinnissa arvioinnin tekevät 'auditoidavasta toiminnasta riippumattomat organisaation omat henkilöt tai organisaatiossa olevan rinnakkaisyksiyön edustajat'. Sisäisellä auditoinnilla täydennetään yksikön muita omatoimisia arvioiteja, kuten itsearviointia ja vertaisoppimista (vertaisarviointia). Säteilyä käyttäville yksiköille ovat tulleet jo tutuiksi ulkoiset arvioinnit ainakin säteilyn käytön osalta (säteilyn käytön kliiniset auditoinnit), ja osalle myös sertifiointi- tai akkreditointiauditoinnit.

Nykyisessä HUS Kuvantamisessa on tehty sisäisiä auditointeja ainakin 2000-luvun alkupuolelta. Tuolloin nykyinen HUS Kuvantaminen oli selvästi nykyistä pienempi organisaatio. Alkuvuosina sisäisten auditointien suunnittelusta vastasi laatuosasto. Nykyisin radiologian auditoinnit suunnittelee radiologian laatuosasto, yhteistyössä mm. laatuosaston kanssa. Suunnittelun aloittaa kuitenkin koko HUS Kuvantamisen laatuosasto, johon kuuluvat laatuosasto ja laatuosastot. Tiimi sopii yhteisiä laatuosastoita, joista sitten johdetaan vastuualueiden (radiologia, KNF, KFI) laatuosastot. Yhteisiä tavoitteita täydennetään vielä vastuualuekohtaisilla tavoitteilla. Radiologialla laaditaan tavoitteita myös kuvantamismenetelmäkohtaisesti. Kun laatuosastot valmistellaan, tiedustellaan eri alueiden vastuuhenkilöiltä toiveita tavoitteiksi. Kullekin tavoitteelle mietitään sopiva arviointitapa; sisäinen auditointi, itsearviointi tai toteutumisen seuranta.

Kun laatuosastoihin liitettyjä auditoitavia aiheita mietitään, käytetään apuna esimerkiksi tunnistettuja riskejä, poikkeavia tapahtumia,

aikaisempien auditointien havaintoja sekä ISO 9001- ja JCI-standardeja ja magneettisairaalan vaatimuksia. Jo ensi vuoden suunnittelussa otetaan huomioon säteilyn lääketieteelliseen käyttöön liittyvät sisäiset kliiniset auditoinnit. ISO 9001:n mukaisesti mukana on myös mm. asiakasnäkökulma, joka parina viime vuotena kohdistunut potilasasiakkaaseen. Tämän teeman alla on arvioitu potilastietoturvan toteutumista sekä esteettömyyttä ja kaatumisen ehkäisyä. Poikkeavien tilanteiden hallinnassa on arvioitu varautumista sanomaliikennekatkoihin ja sähköjakeluhäiriöihin.

Kun auditoidavat aiheet arviointitapoineen ovat tiedossa, tehdään tarvittaessa auditoiduille arviointilomakkeet. Lomakkeista tehdään sellaiset, että jatkossa yksiköt voivat hyödyntää niitä itsearvioinneissa.

Radiologialla on käytössä sisäisen auditoinnin yksikkökäynnit, joissa auditointiryhmät käyvät yksiköissä paikan päällä. Tällöin auditoidut tarkastelevat kaikista yksiköistä pääsääntöisesti samat asiat. Lisäksi yksikkö voi esittää oman toiveen, mitä arvioijat tarkastelisivat käydessään. Yksikkökäynnin vakioaiheena ovat aina aiempien auditointien ja arviointien jatkotoimenpiteet. Aiempiin arviointeihin kuuluvat myös yksikön itsearviointien tarkastelu.

Yksikkökäyntien lisäksi on parina viime vuonna tehty ns. 'erillisiä sisäisiä auditointeja', jossa yksi auditoidut tai auditointiryhmä tarkastelee saman asian kaikista yksiköistä. Käytännössä nämä ovat 'paperiauditointeja' eikä yksikössä käydä. Erillisellä tarkastelulla yksikkökäynti pysyy kohtuullisena. Etuna on sekin, että arvioinnin tekee sama auditoidut on arviointi tehty samoin kaikissa auditoiduissa yksiköissä. Tätä tapaa on käytetty esimerkiksi röntgenhoitajien lääkehoidon osamisen varmistamiseen, teknisen laadunvarmistuksen toteutumiseen sekä optimointiin. Myös näiden auditointien tulokset kirjataan yksiköiden auditointiraportteihin.

Yksikkökäyntien suunnittelu on melkoinen palapeli. Auditointien käytännön suunnittelussa on



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

radiologialla apuna projektisihteeri. Hän sopii auditoitavalla yksilölle sopivat päivät ja kyseiselle päivälle auditoidijat. Tämän jälkeen suunniteluvastuu siirtyy pääauditoidijalle. Pääauditoidija huolehtii siitä, että auditointisuunnitelma ja mahdollinen ennakkomateriaalipyynnö tulee tehdyksi ja toimitetuksi yksikölle. Auditoidijaryhmä jakaa auditoidavat teemat keskenään niin, että kukin tarkastelee omaa aihettaan tai aiheitaan sekä valmistautuessa että auditointikäynnillä.

Yksikkökäynnillä pääauditoidija toimii puheenjohtajana ja varmistaa aikataulussa pysymisen. Auditointi aloitetaan aloituskokouksella ja päätetään loppukokoukseen, jossa kerrotaan auditoidijien tekemät havainnot. Havainnot luokitellaan hyviin käytäntöihin, kehityskohteisiin ja korjattaviin poikkeamiin. Auditoidijat kirjoittavat auditointiraportin, johon yksikkö jatkaa omien toimenpiteidensä kirjaamista. Yksikkö määrittelee havainnoille vastuuhenkilöt, pohtii havainnon alkusyytä ja kuvaa jatkotoimenpiteet. Lisäksi havaintoihin tulisi palata myöhemmin, ja arvioida jatkotoimenpiteiden vaikuttavuutta.

Radiologian kaikista sisäisistä auditoinneista tehdään yhteenveto. Samoin kuin yksiköissä, myös koko radiologialla tarkastellaan mahdollista alkusyytä ja mietitään tarvittavia jatkotoimenpiteitä. Radiologian sisäisten auditointien tuloksia käsitellään johdon katselmuksen lisäksi mm. radiologian laatuyhdyshenkilöiden tapaamisissa. Laatuyhdyshenkilöt ovat röntgenyksiköiden röntgenhoitajia, jotka vievät tietoa osastoilleen ja toisaalta tuovat sieltä asioista yhteiseen keskusteluun.

Auditointeihin liittyvää osaamista vahvistetaan koulutuksella, jota HUS Kuvantaminen järjestää uusille auditoidijille. Koulutukseen kuuluu teoriapäivä, jonka jälkeen koulutettavat tekevät harjoituksen, yleensä osallistumalla sisäiseen auditointiin. Koulutukseen kuuluneet auditoinnit käydään läpi puolen päivän mittaisessa tilaisuudessa. Kuka tahansa kiinnostunut voi olla auditoidijana sisäisessä auditoinnissa, mutta pääauditoidijalla on oltava vähintään HUS Kuvantamisen omatoimisen arvioinnin koulutus. Käytännössä kuitenkin radiologian yksikkökäynnillä on yhtenä auditoidijana laatuvaastaava tai laatu päällikkö.

Sisäisissä auditoinneissa auditoidijilla on hyvä tilaisuus tutustua toiseen yksikköön. Auditoidijat näkevät erilaisia tapoja tehdä samaa asiaa, ja ovat myös saaneet hyviä ideoita vietäväksi omaan yksikkönsä. Tilaisuudet ovat myös hyviä tilaisuuksia kokemusten ja vinkkien vaihtamiseen, myös auditoidavien aiheiden ulkopuolelta. Auditoinnin tekemistä oppii auditoidimalla, ja auditoinneissa on mukava huomata, kuinka yksiköissä on kehitetty toimintaa.

### Lähteitä

Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä. 2011. Suositus no 7 Terveysturvallisuuden säteilyn käytön omatoimiset arvioinnit

Itä-Suomen yliopisto, 2019: <https://www.uef.fi/auditointi>

1044/2018 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Petra Tenkanen-Rautakoski, toimistopäällikkö, STUK*

# Uusia tuulia STUKin valvonnassa

## Säteilylainsäädännön kokonaisuudistus

Säteilylainsäädännön kokonaisuudistus saatiin valmiiksi kesällä 2019. Uusi säteilylaki ja neljä siihen liittyvää asetusta annettiin 15.12.2018. Säteilyturvakeskus on antanut lisäksi 13 määräystä, joista viimeiset tulivat voimaan 3.7.2019. Uudistuksella saatettiin voimaan EU:n säteilyturvallisuusdirektiivi.

## Muutokset STUKin valvontakäytännössä

Säteilylainsäädännön kokonaisuudistuksen periaatteena on ollut, että säteilyn käyttöä koskevat vaatimukset asetetaan riskiperusteisesti. STUKin määräyksissä annetaan pääasiassa yleisesti sovellettavia vaatimuksia, joilla varmistetaan säteilysuojelun tavoitteiden täyttyminen. Toiminnanharjoittaja voi nyt entistä paremmin suunnitella toimintaansa, mutta toisaalta myös toiminnanharjoittajan vastuu korostuu. Säteilyn käyttäjät huomaavat entistä riskiperusteisemman lähestymistavan siinä, että STUK keskittyy valvonnassa aiempaa enemmän tiettyyn teemaan ja pyrkii saamaan siitä tehokkaasti kattavan käsityksen. Apuna STUK käyttää aiempaa yleisemmin valvontakyselyitä, joiden avulla voidaan rakentaa tilannekuva ja jonka perusteella valvontaa voidaan suunnitella ja suunnata. Alkuvaiheessa kuvantamisen tarkastusten teemoja ovat oikeutusarvioinnin edellytysten toteutuminen käytännön työssä ja uusien säädösten myötä tarkentuneiden vastuiden ja tehtävien muutokset. Isotooppiiläketieteessä teemat ovat avolähteiden logistiikka ja turvallinen käsittely. STUK haluaa entistä enemmän vaikuttaa valvonnalla siihen, että toiminnanharjoittajille muodostuu hyvä turvallisuuskulttuuri ja sitä kautta varmistaa säteilyturvallisuuden.

Määräykset eroavat aiemmista STUKin ST-ohjeista myös siten, että kaikki määräyksissä annettavat vaatimukset ovat velvoittavia eikä niistä voida poiketa edes yksittäistapauksissa. Tämän vuoksi määräyksistä myös puuttuu suositus- ja ohjeluonteiset sisällöt, joita ST-ohjeissa oli paljon. STUKin aiemmin antamat ST-ohjeet sisältä-

vät monia hyviä käytäntöjä, joita voidaan suositteluonteisesti noudattaa jatkossakin. ST-ohjeita ei kuitenkaan pidetä enää ajan tasalla. Jos ST-ohjeiden vaatimukset ovat ristiriidassa uusien säädösten tai määräysten kanssa, noudatetaan voimassa olevia säädöksiä ja määräyksiä.

## Ensimmäiset valvontakyselyt ja tarkastukset on jo tehty

STUK on tehnyt ensimmäiset uuden mallin mukaiset valvontakyselyt isotooppiiläketieteen optimointikäytännöistä, kuljetettavien läpivalaisulaitteiden käytöstä leikkaussalien ulkopuolella sekä kuvantamisyksiköiden käytössä olevia henkilöstöresursseista sairaanhoitopiirin tasolla. Näiden kyselyjen alustavista tuloksista saadaan tietoa Sädeturvapäivillä erillisissä esityksissä.

Uuden mallin mukaiset tarkastukset STUK aloitti loppukesästä. Käyttöpaikoilla uusi valvontakäytäntö näkyy siinäkin, että STUK ei tee tarkastuksia käyttöpaikoille yhtä säännömukaisesti kuin tähän asti. Toisaalta STUK raportoi aiempaa laajemmin valvonnan tuloksista ja tätä kautta myös ne toiminnanharjoittajat ja säteilyn käyttöpaikat, joita ei ole tarkastettu, saavat tietoa tilanteesta ja voivat tarkastella omia toimintatapojaan.

## Turvallisuuskulttuurin merkitys ja valvonta

Toiminnanharjoittajat ovat pääosin vastuullisia ja osaavia. Siksikin valvonnassa ei tarvitse keskittyä pelkästään perusasioiden tarkastamiseen käyttöpaikoilla. Olennaista on, että vastedes tarkastuksen sisältö vaihtelee aiempaa enemmän, ja niissä keskitytään syvemmin valittuun tarkastettavaan asiaan ja varmistetaan olemassa olevan ohjeistuksen lisäksi säteilyturvallisuuden toteutuminen käytännössä. Uusi tapa valvoa on oppimisen paikka. Uudistetuissa säädöksissä painottuu turvallisuuskulttuuri ja parhaillaan on vasta muodostumassa käsitys siitä, miten turvallisuuskulttuuria valvotaan ja havainnoidaan. Läketieteellisen säteilyn käyttäjien joukko on kuitenkin melko monimuotoinen ja senkin takia



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

asiassa on pohdittavaa ja opittavaa. Yksi keino arvioida turvallisuuskulttuuria on toiminnanharjoittajan laatima turvallisuusarvio. Turvallisuusarvioissa toiminnanharjoittaja tarkastelee säteilytoimintaansa ja tunnistaa siitä aiheutuvan säteilyaltistuksen säteilyturvallisuuspoikkeamat huomioon ottaen. Turvallisuusarvioissa esitetään myös toimet säteilyturvallisuuden varmistamiseksi ja säteilysuojelun optimoimiseksi sekä tunnistettujen säteilyturvallisuuspoikkeamien osalta toimet niiden ennaltaehkäisemiseksi ja varautumiseksi. Turvallisuusarvion on esitettävä STUKille vahvistettavaksi 15.6.2020 mennessä.

### **Muutoksia lupakäytäntöihin**

Säteilylainsäädännön tuoma muutos on se, että ilmoituksella kerrottavat muutokset ja muutokset, jotka vaativat STUKin päätöksen, erotetaan entistä selvemmin toisistaan. Päätöstä on aina haettava etukäteen eikä toimintoa pidä aloittaa ilman päätöstä.

STUKin päätös tarvitaan esimerkiksi tilanteissa, joissa toiminnanharjoittaja tai säteilyturvallisuusvastaava vaihtuu. Päätöstä pitää hakea STUKilta myös ennen kuin toiminta siirretään uuteen paikkaan tai toiminnanharjoittaja ottaa käyttöön itselleen uuden tyyppisen röntgenlaitteen, alkaa käyttää laitteita uudessa tilassa tai tekee muita muutoksia säteilysuojausjärjestelyihin tai rakenteellisiin suojauksiin.

Ilmoituksen tekeminen STUKille riittää, jos toiminnanharjoittajan yhteystiedot muuttuvat, säteilyn käytöstä luovutaan tai säteilylähde tai -laite poistetaan käytöstä. Ilmoitus riittää siinäkin tapauksessa että uusi käyttöön otettava röntgenlaite on vastaava kuin toiminnanharjoittajalla on jo ollut käytössä, eikä säteilysuojausjärjestelyihin tai rakenteellisiin suojauksiin tarvitse tehdä muutoksia. Ilmoitus on tehtävä STUKille viimeistään kahden viikon kuluessa muutoksen toteuttamisesta.



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Elina Hallinen, Tarkastaja, STUK*

# Turvallisuusarvion laatiminen ja sisältö

## Turvallisuusarvio lainsäädännössä

Toiminnanharjoittajan tulee laatia turvallisuusarvio säteilytoimintaansa koskien. Turvallisuusarvion laatimisesta säädetään Säteilylain 26 §:ssä. Lisäksi valtioneuvoston asetuksen 1034/2018 18 § ja 19 §:ssä määritellään asiantuntijoiden rooli turvallisuusarvion laatimisessa. STUK:n määräyksessä S/6/2019 turvallisuuslupaa edellyttävästä toiminnasta on määritetty turvallisuusarvion sisältö. Siirtymäsäännöksen mukaan turvallisuusarvio on toimitettava STUK:een 15.6.2020 mennessä. Säteilyturvakeskus vahvistaa arvion ja siinä esitetyt altistuksen luokitukset.

## Mikä on turvallisuusarvio?

Turvallisuusarviossa tarkastellaan säteilytoimintaa ja tunnistetaan siitä aiheutuva säteilyaltistus säteilyturvallisuuspoikkeamat huomioon ottaen. Tarkastelu tehdään erikseen työperäiselle, väestön ja lääketieteelliselle altistukselle. Siihen dokumentoidaan myös toimet säteilyturvallisuuden varmistamiseksi ja säteilysuojelun optimoimiseksi sekä tunnistettujen säteilyturvallisuuspoikkeamien osalta toimet niiden ennaltaehkäisemiseksi ja varautumiseksi. Turvallisuusarviossa esitetään tarkasteltuun säteilytoimintaan liittyvät luokitukset ja määritetään toimintaan liittyvät annosrajoitukset.

## Turvallisuusarvio terveydenhuollon röntgentoiminnassa

Terveydenhuollon röntgentoiminnassa säteilytoimintoja voi olla tarkoituksenmukaista tarkastella osatoiminnoittain. Esimerkiksi työperäinen altistus on erilaista esim. toimenpideradiologiassa kuin tavanomaisessa röntgenkuvaustoiminnassa. Samoin lääketieteellinen altistus vaihtelee eri kuvausmodaliteeteissa. Luokittelemalla kukin tunnistettu osatoiminto erikseen voidaan varmistaa, että kuhunkin osatoimintaan sovelletaan oikein suhteutettuja vaatimuksia.

## Turvallisuusarvion laajuus ja potentiaalisen altistuksen tarkastelu

Turvallisuusarvion laajuutta voi suhteuttaa säteilytoiminnan laajuuteen. Tarkasteltavan altistuvan ryhmän sisällä voi olla tarpeen tarkastella eri ryhmien altistusta erikseen esim. potilaiden ja tukihenkilöiden altistusta lääketieteellisen altistuksen tapauksessa.

Turvallisuusarviossa on esitettävä merkittävimmät tunnistetut säteilyturvallisuuspoikkeamat. Esitettävä säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärä voidaan suhteuttaa toiminnan laatuun ja laajuuteen.

- Merkittävin suhteellisen korkean altistuksen tapahtuma, jolla on pieni mutta realistinen toteutumistodennäköisyys.
- Merkittäviä säteilyturvallisuuspoikkeamia voivat olla myös ne, joissa altistus on suhteellisen pientä, mutta jotka voivat koskea isompaa ihmisryhmää tai joiden toteutumisen todennäköisyys on suhteellisen suuri.

Altistuksen luokitusten osalla 2 tai 3 säteilyturvallisuuspoikkeamien todennäköisyydelle ei ole tarpeen esittää numeerista arvioita.

## Keskeisimmät käsitteet

Turvallisuusarvioon liittyy käsitteitä, jotka eivät välttämättä avaudu ensi kuulemalta. Turvallisuusarvion yhteydessä:

**Altistuksen luokka** tarkoittaa Vn asetuksen 1034/2018 liitteen 4 taulukon 1 mukaista luokiteltua. Luokka asetetaan erikseen työperäiselle ja väestön altistukselle sekä terveydenhuollossa myös lääketieteelliselle altistukselle. Luokka on 1 toiminnassa, jossa altistus tai potentiaalinen altistus on suuri, ja 3, jos altistus ja potentiaalinen altistus on pientä. Luokka voi olla myös E, jos altistusta ja potentiaalista altistusta ei toiminnassa ole.

**Työperäinen altistus** on työntekijöiden altistusta säteilylle työssään. Se kattaa myös muiden kuin säteilytyötä tekevien työntekijöiden mahdollisen työperäisen altistuksen.





## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

**Lääketieteellistä altistusta** on potilaan altistuksen lisäksi myös hänen tukihenkilönsä altistus.

Väestöä ovat ne, joiden altistusta ei lueta työperäiseksi tai lääketieteelliseksi. Väestön altistusta tarkastellaan **edustavan henkilön** altistuksena. Edustava henkilölle aiheutuu väestön eniten altistuneen henkilön annosta vastaava annos, kuitenkin niin, että edustavalla henkilöllä ei ole äärimmäisiä käyttäytymistapoja.

**Potentiaalinen altistus** (ks. lain määritelmä) on käytännössä suurin efektiivinen säteilyannos, joka arvioidaan aiheutuvan yksittäisestä säteilyturvallisuuspoikkeamasta, jolla on jonkinasteinen realistinen toteutumismahdollisuus.

**Annosrajoitus** (ks. lain määritelmä) on käytännössä se efektiivisen annoksen raja, jota pienemmäksi arvioidaan altistuksen maksimissaan jäävän, kun kyseessä on normaali toiminta, jossa säteilyturvallisuustoimet on toteutettu. Altistuksen luokassa 3 voidaan käyttää STUK:n

määräyksessä S/6/2019 yleisesti annettuja annosrajoituksia, mikäli ne soveltuvat tarkasteltavaan toimintaan. Annosrajoitus ei voi olla suurempi kuin lainsäädännössä annettu annosraja. Lääketieteellisen altistuksen tapauksessa annosrajoitus asetetaan ainoastaan tukihenkilölle.

**Potentiaalisen altistuksen rajoitus** on käytännössä se efektiivinen annos, jota pienemmäksi jää suurin arvioitu yksittäisessä säteilyturvallisuuspoikkeamassa aiheutunut altistus, kun toimenpiteet potentiaalisen altistuksen rajoittamiseksi on tehty.

**Potentiaalisen altistuksen todennäköisyyttä** ei tarvitse numeerisesti arvioida, kun altistuksen luokka on 2 tai 3. Muissa tapauksissa potentiaalisen altistuksen todennäköisyys on arvioitava lukumääränä vuotta tai henkilötyövuotta koskien. Arvioitua todennäköisyyttä on tarkoitus käyttää toiminnassa mittatikkuna arvioitaessa ennaltaehkäisevien toimenpiteiden riittävyyttä.



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Anniina Kajatkari, johtava fyysikko, Terveystalo-konserni*

# Terveystalon säteilytoiminnan turvallisuusarvio

Terveystalo on Suomen suurin yksityinen terveystalopalvelujen tuottaja, jolla on noin viisikymmentä kuvantamisyksikköä ja noin viisikymmentä suunterveyden yksikköä, joissa tarjotaan tavanomaisia röntgen- ja mammografiatutkimuksia, hammasröntgentutkimuksia, tietokonetomografiatutkimuksia, ultraäänitutkimuksia ja magneettitutkimuksia. Tämän lisäksi kalustoa täydentävät liikuteltavat magneetti- ja mammografiakuvauslaitteet. Terveystalossa asioi vuosittain noin 1,2 miljoonaa suomalaista ja vuosittainen kuvantamistutkimusten lukumäärä on yli 600 000.

Terveystalossa säteilyn käyttö on pääasiassa säteilyn lääketieteellistä käyttöä. Säteilyaltistusta aiheuttaa lääkärin läheteellä tehtävistä röntgen- ja tietokonetomografiatutkimuksista, leikkaustoiminnan röntgentutkimuksista, suunterveyden röntgentutkimuksista sekä oireettomien henkilöiden seulontaohjelman mukaisista rintasyöpäseulontatutkimuksista, joita Terveystalo tuottaa kunnille. Säteilyn lääketieteellinen käyttö aiheuttaa lääketieteellistä altistusta potilaalle/oireettomalle seulonta-asiakkaalle ja hänen mahdolliselle tukihenkilölleen, työperäistä altistusta säteilyä käyttävälle ja muulle henkilökunnalle sekä väestön altistusta Terveystalossa asioiville henkilöille sekä muille sivullisille.

Sekä työntekijöiden, että potilaiden säteily-suojelusta huolehditaan konserninlaajuisin, yhtenäisin toimintamallein. Tällaisia ovat esimerkiksi yhtenäisten oikeutusarvioinnin ohjeiden ja röntgenkuvausohjeiden noudattaminen, potilaan henkilöllisyyden varmistaminen ennen kuvausta kuvallisesta henkilökortista, täydennyskoulutustoteumien dokumentointi ja seuranta henkilöstöjärjestelmän ja koulutussuunnitelmien avulla, keskitetty tilasuunnitelmien katselmointi sekä teknisen laadunvarmistuksen ohjeistus ja seuranta. Laadunvarmistuksen suorittamisen vastuu on toimipaikassa. Lääketieteellisen fysiikan asiantuntijat seuraavat tuloksia sähköisen seurantaohjelmien kautta ja säännöllisillä toimipaikkakäynneillä. Suun terveyden laadunvarmistusta seuraa vastuuhammasradiologi. Kaikilla johtamisjärjestelmään nimetyillä henkilöillä on

pääsy valtakunnallisiin laadunvarmistustulosten dokumentoinnin järjestelmiin. Edellä mainitut tiedot yhdessä muodostavat kokonaisuuden, johon pohjautuen lääketieteellisen fysiikan asiantuntija ja säteilyturvallisuusvastaava määrittelevät annosoptimoinnin painopistealueet. Säteilysuojelun optimoinnin varmistamista varten järjestetään vuosittain kuvantamisyksikön röntgentoiminnan kokonaisuutta koskeva toimipaikkakohtainen palaveri, jossa arvioidaan säteilysuojelutoimia ja turvallisuuskulttuurin tilaa kokonaisuutena, ja joissa on mukana turvallisuusarviosta vastaava säteilyturvallisuusasiantuntija, lääketieteellisen fysiikan asiantuntija, säteilyturvallisuusvastaava, säteilyn käyttöpaikan vastuuhenkilö(t) ja kuvantamisen palvelupäällikkö/-koordinaattori.

Säteilytoimintojen on yhtenäisten toimintamallien ja säteilysuojelukäytänteiden vuoksi arvioitu olevan toimintokohtaisesti (röntgen- ja tietokonetomografia, leikkaussäteilynkäyttö ja suun terveys) niin yhdenmukaiset kaikissa konsernin toimipaikoissa, että konsernin turvallisuusarvio on koostettu yhdeksi kokonaisuudeksi. Väestön altistus on luokiteltu luokkaan kolme. Lääketieteellinen ja työperäinen altistus ovat luokkia kaksi ja kolme. Annosrajoitukset toiminnan luokittelussa noudattavat Säteilyturvakeskuksen määräystä S/6/2019.

Säteilyn käyttöön osallistuvia ammattiryhmiä ovat röntgenhoitajat, radiologit, leikkaussalihoitajat ja -lääkärit c-kaarityössä, hammaslääkärit, suuhygienistit sekä hammashoitajat. Työntekijöiden luokittelu on valtakunnallinen. Terveystalossa säteilytyöntekijät kuuluvat luokkaan B.

Yhtenäiset toimintatavat ja selkeät prosessit sekä pitkäjänteisesti rakennettu turvallisuuskulttuuri ovat säteilyturvallisuuspoikkeamien ennaltaehkäisyn kulmakivi. Toimii säteilyturvallisuuspoikkeamien varautumiseksi ja ennaltaehkäisemiseksi kuuluu oleellisesti säteilyä käyttävän henkilökunnan osaamisen varmistaminen, turvallisuusasenne ja vaaratapahtumien systemaattinen käsittely niistä oppimiseksi.

Säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittelyssä on konsernitason ohjaus. Johtamisjärjestelmässä nimetyt asiantuntijat ovat mukana poik-



## **43. Sädeturvapäivät** **31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo** <http://www.sadeturvapaivat.fi>

keamien käsittelyssä. Poikkeamailmoituksista kertyvää tietoa hyödynnetään toiminnan kehittämisessä, osana toimipaikkojen vuosittaista itsearviointia.

Potentiaalisen altistuksen arviointia varten on analysoitu aikaisemmin tapahtuneita poikkeavia tapahtumia ja läheltä piti -tilanteita sekä käytetty kirjallisuutta ja mittaustuloksia. Potentiaalisen altistuksen todennäköisyys tulee arvioida, jos työperäisen tai väestön altistuksen luokka on 1, joten todennäköisyystarkastelua Terveystalon turvallisuusarvio ei nykyisellään sisällä.

Turvallisuusjohtamisen toimintamalli kattaa koko konsernin säteilytoiminnan. Säteilyturvallisuus on tunnistettu yhdeksi keskeiseksi henkilöstön ja potilaiden turvallisuuteen vaikuttavaksi tekijäksi, ja ylin johto on sitoutunut säteilyturvallisuudelle asetettuihin tavoitteisiin. Säteilyturvallisuuskulttuuria edistetään konkreettisesti

kvartaaleittain kokoontuvassa Turvallisuusryhmässä, jossa turvallisuuden eri osa-alueita tarkastellaan kokonaisuutena ja turvallisuuspuutteisiin laaditaan toimenpidesuunnitelmat. Näin säteilyturvallisuuteen liittyvät asiat on integroitu osaksi koko toimintaa koskevaa johtamisjärjestelmää ja omavalvontaa. Turvallisuusjohtamista arvioidaan ja kehitetään jatkuvasti erityisesti vaaratapahtumailmoitusten ja yksiköistä saatavan palautteen perusteella, fyysikoiden toteuttamien toimipaikkakäyntien perusteella, säteilynkäyttö- ja laadunvarmistusasioiden palaverissa sekä osana investointisuunnittelua, jossa laitekanta käydään systemaattisesti läpi. Lisäksi turvallisuusjohtamista arvioidaan vuosittain kaikki organisaation tasot ja säteilytoiminnot kattavasti turvallisuusraportoinnin yhteydessä ja yksityiskohtaisesti vähintään kolmen vuoden välein päivitettäessä turvallisuusarviota.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Timo Helasvuo, tarkastaja, STUK*

## **Valtakunnallinen selvitys radiologian henkilöstöresursseista**

Säteilyturvakeskus teki kesällä 2019 valtakunnallisen selvityksen kuvantamisyksiköiden henkilöstöresursseista osana säteilylain 859/2018 mukaista valvontaa. Tämä valvontakysely oli kohdistettu julkisen terveydenhuollon turvallisuuslupien toiminnanharjoittajille ja palveluntarjoajille sairaanhoitopiiriakohtaisesti. Kyselyn vastausprosentti oli 100%.

Alustavia tuloksia raportoidaan sädeturvapäivien luennolla perjantaina 1.11.2019. Lopullinen Valvontaraportti julkaistaan vuoden 2020 alkupuoliskolla.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Juha Suutari, tarkastaja, STUK*

## **Miten uudet vaatimukset toteutuvat – kokemuksia tarkastuksilta**

Säteilyturvakeskus suuntaa valvontaansa säteilylain ja Säteilyturvakeskuksen strategian mukaisesti aiempaa enemmän riskiperusteisesti. Säteilyn käyttäjille tämä näkyy siten, että STUK keskittyy valvonnassa aiempaa enemmän tiettyihin teemoihin ja pyrkii saamaan niistä tehokkaasti kattavan kokonaiskuvan. Toisaalta STUK raportoi aiempaa laajemmin valvonnan tuloksista ja tätä kautta myös ne toiminnanharjoittajat, joita ei ole tarkastettu, saavat tietoa tilanteesta ja voivat tarkastella omia toimintatapojaan.

Käyttöpaikoilla tehtävissä tarkastuksissa perehdytään hiukan aiempaa syvemmin valittuihin teemoihin eikä tarkasteta toimintaa enää kerral-

la kaikenkattavasti. Säteilylainsäädännön uudistus on aiheuttanut paljon muutoksia ja valvontaa on pyritty nyt alkuvaiheessa suuntaamaan muutuneisiin osa-alueisiin.

Esityksessä käydään läpi alkusyksyn 2019 aikana tehtyjen ensimmäisten terveydenhuollon säteilynkäytön teematarkastusten havaintoja. Tarkastuksilla käsiteltyjä aiheita olivat mm. mahdolliset muutokset vastuuhenkilöiden tehtävissä vastaavien johtajien muuttuessa säteilyturvallisuusvastaaviksi, säteilyturvallisuusasiantuntijoiden käyttö, johtamisjärjestelmän ajantasaisuus, turvallisuusarvion laatiminen sekä turvallisuuslupien ajantasaisuus.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Atte Lajunen, tarkastaja, STUK*

## **Oikeutusarvioinnin edellytysten toteutuminen käytännön työssä**

Säteilyturvakeskuksen nykyisen käytännön mukaan toiminnantarkastuksia suunnataan enemmän projektiluontoisesti, keskittyen valittuihin aihealueisiin. Yhtenä aihealueena tämänhetkissä röntgenkuvantamisen tarkastuksissa on oikeutusarvioinnin edellytysten toteutuminen käytännön työssä. Tarkastuksissa keskitytään siihen miten toiminnanharjoittajan menetelmät ja ohjeistus mahdollistavat oikeutusarvioinnin laadukkaan toteuttamisen. Tarkastus on rajattu koskemaan ns. tavanomaista kuvantamista, missä lääkäri kirjoittaa lähetteen, röntgenhoitaja suorittaa tutkimuksen ja radiologi antaa lausunnon.

Tarkastus koostuu vastuuhenkilöiden haastatteluista ja toiminnanharjoittajan ohjeistuksiin ja dokumentaatioihin tutustumisesta. Lisäksi tarkastuksella käydään läpi satunnaisesti valittuja tutkimuslähetteitä.

Tarkastuksilla läpikäytäviä asioita ovat mm.:

- Oikeutusprosessin kuvaava ohjeistus, esim.
  - Lähetteen sisältö
  - Raskaudentilan selvittäminen
  - Potilaan informointi tutkimuksen hyödyistä ja haitoista
- Oikeutukseen osallistuvien henkilöiden vastuut
  - Lähettävä lääkäri
  - Lääketieteellisestä altistuksesta vastuussa oleva lääkäri
  - Röntgenhoitaja
- Lähetteen arviointi ennen tutkimuksen suorittamista
- Lähettämissuosituksen saatavuus ja käyttö

Lähetteen laadussa keskitytään lähetteen sisältöön. Varsinaisen pyydetyn tutkimuksen oikeutusta ei arvioida, koska se on itsearviointien ja kliinisen auditoinnin asiaa. Lähetteen sisällylle ei ole lainsäädännössä annettu yksityiskohtaisia vaatimuksia. Näin ollen sisältöä peilataan hyvin käytäntöihin, joita löytyy mm. Säteilyturvakeskuksen oppaasta "Oikeutus säteilylle altistavissa tutkimuksissa – opas hoitaville lääkäreille."

Esityksessä käydään läpi alustavia tuloksia tarkastuksilta. Tämän aihepiirin tarkastuksia on tarkoitus jatkaa vuoden 2020 puolelle. Lopulta tarkastusten pohjalta laaditaan anonymisoitu yhteenvetoraportti.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Verner Ruonala, tarkastaja, STUK*

## Säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittely

Säteilyturvallisuuspoikkeamia tapahtuu siellä missä toimintaa harjoitetaan. STUK on kerännyt tietoa toiminnanharjoittajien viipymättä ilmoitettavista säteilyturvallisuuspoikkeamista. Vuodesta 2015 alkaen pienemmät säteilyturvallisuuspoikkeamat on voinut ilmoittaa STUK:een vuosittaisina koonteina. Vuonna 2018 säteilyturvallisuuspoikkeamia vuosikoonti-ilmoituksen tekivät kaikki yliopistosairaalat, yli kaksi kolmannelta keskussairaaloista ja vajaa kolmannes terveyskeskuksista. Lisäksi merkittävä osa yksityisistä röntgentoimijoista ilmoitti säteilyturvallisuuspoikkeamia.

Säteilylaki (859/2018) antaa selkeitä vaatimuksia säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittelyyn. Kulmakivinä säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittelyssä ovat varautuminen, toimet säteilyturvallisuuspoikkeaman aikana ja säteilyturvallisuuspoikkeaman käsittely tapahtumasta oppimiseksi. Näistä kukin voidaan jakaa pienempiin osiin, joiden toteuttamiseen tuo selkeyttä STUK:n määräys säteilyturvallisuuspoikkeamista (S/2/2018).

Varautuminen alkaa toiminnassa mahdollisten säteilyturvallisuuspoikkeamien tunnistamisella. Tunnistettuihin säteilyturvallisuuspoikkeamia

voidaan välttää sisällyttämällä niiden ehkäisyä tukevat toimenpiteet toimintaohjeisiin ja toisaalta kirjaamalla ohjeet toimenpiteille poikkeaman aikana ja sen jälkeen. Henkilökunnan kouluttaminen poikkeamien varalle voi sisältää käytännön harjoituksia.

Säteilyturvallisuuspoikkeaman havaitseminen ja tunnistaminen ovat tärkeimmät osat välittömistä toimista. Näiden avulla säteilyturvallisuuspoikkeamaan voidaan puuttua ja siihen johtaneet syyt selvittää, mikä mahdollistaa säteilyturvallisuuden parantamisen jatkossa. Säteilyturvallisuuspoikkeaman havaitsemisen jälkeen tärkeimpänä toimenpiteenä on akuutin säteilyvaaran poistaminen. Röntgendiagnostiikassa säteilyturvallisuuspoikkeama voi olla usein ohi jo tapahtuman havaitsemishetkellä ja tapahtumien kulun kirjaamisen merkitys säteilyturvallisuuspoikkeaman käsittelyssä korostuu.

Säteilyturvallisuuspoikkeaman syiden selvittäminen on tärkeä osa käsittelyä. Tämä antaa eväitä pureutua mahdollisesti turvallisuuden kannalta haitallisiin käytäntöihin. Vakavien tai toistuvien säteilyturvallisuuspoikkeamien ehkäisyyn tulee kiinnittää huomiota. Oppiminen tapahtuu henkilökuntaa kouluttamalla.



## 43. Sädeturvapäivät 31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Toni Ihalainen, sairaalafysikko, HUS*

# Turvallisuusarviotyö isotooppilääketieteessä

Vuoden 2018 lopussa uudistuneeseen säteilylain-säädäntöön on lisätty turvallisuusarvion käsite. Säteilylain

(859/2018) 26 §:ssä säädetään, että turvallisuusarviossa

- tunnistetaan, miten toiminnasta voi aiheutua säteilyaltistusta ottaen huomioon mahdolliset säteilyturvallisuuspoikkeamat;
- arvioidaan toiminnasta aiheutuva työperäisen, väestön ja lääketieteellisen altistuksen suuruus sekä potentiaalisen altistuksen todennäköisyys ja suuruus;
- esitetään toimet säteilyturvallisuuden varmistamiseksi ja säteilysuojelun optimoimiseksi;
- esitetään toimet tunnistettujen säteilyturvallisuuspoikkeamien ennaltaehkäisemiseksi sekä niihin varautumiseksi;
- esitetään säteilytoimintoja koskevat luokitukset.

Toiminnanharjoittajan tulee laatia turvallisuusarvio 18 kuukauden kuluessa lain voimaantulosta. Tämä tarkoittaa, että turvallisuusarvioiden tulee olla laadittuina viimeistään 15.6.2020. Lainsäädännön lisäksi turvallisuusarvion laadimisessa tulee ottaa huomioon joukko tarkentavia Säteilyturvakeskuksen määräyksiä. Viranomaisen ei kuitenkaan ole antanut turvallisuusarvion laadimiseen valmista pohjaa tai muuta selkeää ohjeistusta, eikä soveltuvaa aiempaa käytäntöä asiassa ole.

Lääketieteellinen Radioisotooppiyhdistys ry:n fyysikkokerho on muodostanut jäsenistönsä keskuudesta kansallisen työryhmän turvallisuusarviokäytännön luomiseksi isotooppilääketieteen toimintaa varten. Työryhmä on ollut avoin kaikille halukkaille. Tiiviisti ryhmässä ovat olleet mukana Heidi Gröhn (PSSHP), Anna-Leena Manninen (PPSHP), Tommi Noponen (VSSHP), Virpi Tunninen (SatSHP), Heikki Yli-Ollila (KHSHP) ja Toni Ihalainen (HUS, pj). Ennen työryhmän työn käynnistymistä näkemyksiä on kyselty myös Säteilyturvakeskuksen isotooppitoiminnan tarkastajilta.

Työryhmä on laatinut malliarvion, jota toiminnanharjoittajat voivat halutessaan käyttää oman turvallisuusarvionsa laatimisen pohjana. Malliarviossa on käytetty samaa jaottelua kuin säteilylain 26 §:ssä.

Malliarvio koostuu seuraavista taulukoista:

1. Säteilyaltistukset (säteilylajit, säteilyn energiat, altistusreitit ja -tavat)
2. Työperäinen altistus
3. Väestön altistus
4. Lääketieteellinen altistus
5. Potentiaalisen altistuksen todennäköisyys ja suuruus
6. Toimet säteilyturvallisuuden varmistamiseksi ja säteilysuojelun optimoimiseksi
7. Toimet tunnistettujen säteilyturvallisuuspoikkeamien ennaltaehkäisemiseksi ja niihin varautumiseksi
8. Säteilytoimintoja koskevat luokitukset
9. Säteilylähteitä koskevat luokitukset
10. Kerralla käsiteltävät aktiivisuudet ja vastaavat valitun avolähdeluokan ylärajat

Johtajatus malliarvion laadinnassa on ollut, että turvallisuusarvio olisi mahdollisimman hyödyllinen toiminnanharjoittajille ja säteilyn käyttäjille, emmekä laatisi arvioita vain viranomaisvaatimusten täyttämistä silmällä pitäen. Lisäksi kansallisen yhtenäisen turvallisuusarviokäytännön löytäminen heti alussa todennäköisesti yksinkertaistaisi turvallisuuskuultuurin kehittämiseen ja viranomaisvalvontaan liittyviä asioita tulevaisuudessa. Työryhmä esittelee malliarvion ajankohtaista versiota Sädeturvapäivillä ja toivoo keskustelua aiheesta niin toiminnanharjoittajien ja säteilyn käyttäjien kesken kuin toiminnanharjoittajien ja viranomaisen välilläkin.





**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Antti Sohlberg, sairaalafyysikko, HUS*

## Annossuunnittelu isotooppilääketieteessä

Isotooppihoidot ovat viime vuosien aikana kokeneet renessanssin neuroendokriinisten kasvainten Lutetium-177-hoitojen ansiosta. Hyvät hoitovasteet ovat innostaneet uusien hoitojen kehittämiseen, joista Lutetium-177 PSMA-hoito edenneeseen eturauhassyöpään on jo saatu kliiniseen käyttöön ja muita hoitoja, myös alfa-säteilyhoitoja, on kliinisissä testeissä. Uusien hoitojen myötä kiinnostus annoslaskentaa (dosimetria) kohti on herännyt talviunestaan. Isotooppihoidot ovat aiemmin olleet personoimattomia niin, että jokainen potilas on saanut saman hoitoaktiivisuuden. Uusiin hoitoihin liittyvä tutkimustyö ja uudet määräykset (EU direktiivi 2013/59/EURATOM Artikla 56), joiden mukaan isotooppihoidot tulee suunnitella ja antaa potilaskohtaisesti siten, että potilaan saama säteilyannos on määritettävissä, ovat synnyttäneet keskustelua annossuunnittelun tarpeellisuudesta isotooppihoidoissa.

Annossuunnittelulla tarkoitetaan prosessia, jossa annoslaskennan avulla määritetään hoitokohteeseen ja säteilyherkkiin elimiin absorboitunut annos (tai joku muu suure, joka korreloi hoitovasteen kanssa) potilaaseen injisoitua aktiivisuusyksikköä kohti. Tämän tiedon avulla laskeaan potilaaseen injisoitava hoitoaktiivisuus, jolla hoitokohteen absorboitunut annos on riittävä ja säteilyherkkien elinten annos on riittävän matala. Vaikka annossuunnittelu käsitteenä kuulostaa järkevältä sen käyttöönotto isotooppihoidoissa on ollut vaikeaa. Edes kilpirauhassyöpän radiojodihoidoissa, joita on annettu jo yli 70 vuotta ei käytetä rutiinisti annossuunnittelua, koska sen hyöty personoimattomaan hoitoon on ollut vaikea osoittaa.

Yksi syy annossuunnittelun toimimattomuuteen isotooppihoidoissa voi olla annoslaskentamenetelmien epätarkkuus. Pääasiassa tasokuvauksiin perustuvat menetelmät elinten

aktiivisuusmäärittäykseen ovat epätarkkoja samoin kuten MIRD-formalismiin perustuva dosimetria. Viime vuosien aikana erityisesti gammakameroilla suoritettavien tomografisten kuvausten kvantitatiivinen tarkkuus on parantanut merkittävästi, mikä on mahdollistanut potilaskohtaisten 3D dosimetria-menetelmien käyttöönoton. Näissä menetelmissä tomografiset SPECT/CT-kuvat toimivat annoslaskennan perusteena. Kaupalliset toimijat ovat myös nyt kiinnostuneet annoslaskentaohjelmistojen tarjoamisesta asiakkaille, joka tulee jatkossa helpottamaan dosimetrian yleistymistä isotooppihoitojen yhteydessä.

Toinen syy annossuunnittelun toimimattomuuteen saattaa olla annosvasteiden etsiminen vain elinten keskimääräisten absorboituneiden annoksien perusteella. Isotooppihoidoissa tuumorien ja normaalielinten annosjakaumat ovat usein hyvin heterogeenisiä. Tämän lisäksi isotooppihoitojen annosnopeudet ovat matalia ja hoitojen kestot pitkiä, jonka seurauksena soluvaurioiden korjaantumista tapahtuu itse hoidon aikana, joka poikkeaa ulkoisen sädehoidon tilanteesta, jossa vastearviointia on tehty paljon.

Yhteenvedona voisi todeta, että vaikka isotooppihoitojen annossuunnittelu on herättänyt suurta kiinnostusta viime vuosina sitä ei rutiinisti, maksan SIRT-hoitoja lukuunottamatta, kliinisesti harrasteta. Kvanttamistekniikoiden parantuesssa, uusien isotooppihoitojen ilmaantuessa, lainsäädännön puristuksessa ja muun lääketieteen siirtyessä entistä personoidumpaan suuntaan on välttämätöntä, että annoslaskenta isotooppihoidoissa tulee lisääntymään ja tarkentumaan. Tämä toivottavasti johtaa myös annossuunnittelun lisääntymiseen.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Katri Nousiainen, projektityöntekijä, STUK*

## **Magneettisimulaattoreiden valvonnan kehittäminen - alustavat tulokset tutkimusprojektista**

Magneettikuvauksessa (MK) on erinomainen pehmytkudoskontrasti verrattuna tietokone-tomografiaan (TT), minkä takia sädehoidon suunnittelussa käytetään usein MK-simulaatiota. Perinteisesti MK-simulaatio on yhdistetty TT-simulaatioon, sillä TT:stä saadaan annoslaskelemissa tarvittava tieto kudosten elektronitiheydestä. Lisäksi TT on geometrisesti tarkka modaliteetti, kun taas MK kärsii geometrisistä vääristymistä. Vääristymät voivat haitata sekä MK-TT-kuvafuusiota että annossuunnitelman kohdetilavuuden määrittystä. Sädehoitosuunnitelma on vain niin tarkka kuin suunnitteluketjun heikoin lenkki, ja esimerkiksi stereotaktisen sädehoidon kokonaistarkkuusvaatimus on 1 mm [1]. MK-simulaatioiden määrä sädehoidon suunnittelussa kasvaa jatkuvasti, mutta toistaiseksi MK-simulaattoreille ei ole yksiselitteisiä kansainvälisiä laatukriteerejä.

STUK on yhdessä HYKS Syöpäkeskuksen kanssa lanseerannut tutkimusprojektin MK-simulaattoreiden valvonnan kehittämiseksi. Projektin tiimoilta STUK on hankkinut GRADE-fantomia (Spectronic Medical AB, Helsingborg, Ruotsi),

joka mahdollistaa MK-simulaattorin geometristen vääristymien mittaamisen suurelta mielenkiintoalueelta. Valmistaja tarjoaa myös analyysiohjelmiston, jossa fantomikuvia verrataan geometrisesti tarkkaan digitaaliseen verrokkiin. Näin magneettikuvista saadaan määritettyä geometristen vääristymien suuruusluokka erisäteisistä pallomaisista tilavuuksista kuvauslaitteen isosentrin ympärillä.

Geometrisen tarkkuuden lisäksi tutkimusprojektimme pyrkii määrittämään kriteerit muille MK-simulaation laatuun liittyville tekijöille. Tässä sessiossa käydään läpi erilaisia laatutekijöitä ja esitellään alustavia tuloksia laadunvalvontamittauksista HYKS Syöpäkeskuksen MK-simulaattorilla. Lisäksi perehdytään MK-simulaatioiden nykytilanteeseen Suomessa.

[1] Seung, S.K., ym. (2013). American College of Radiology (ACR) and American Society for Radiation Oncology (ASTRO) practice guideline for the performance of stereotactic radiosurgery (SRS). American journal of clinical oncology, 36(3):310-315.



**43. Sädeturvapäivät**  
**31.10. - 1.11.2019, Tampere-talo**  
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Jukka Liukkonen, tarkastaja, STUK*

## **Optimointi isotooppikuvantamisessa selvityksen tuloksia ja johtopäätöksiä**

Optimointiperiaate on yksi säteilysuojelun periaatteista. Säteilyturvakeskus selvitti isotooppikuvantamisen optimointia protokollatasolla SPET- ja PET-kuvantamisessa Suomessa. Selvitys tehtiin isotooppikuvantamista tekeville toiminnanharjoittajille suunnatulla internet-kyseilyllä.

Kyselyyn saatiin vastaukset kaikilta 24 toiminnanharjoittajalta. Vastausten perusteella kuvausprotokollien optimointi on moniammatillinen tehtävä. Erityisesti isotooppilääkäreiden ja radiologien käytettävissä aika rajoittaa protokollien optimoimista joissakin yksiköissä. Tärkeimmät aloitteet optimoinnille ovat kansalliset ja kansainväliset suositukset ja ohjeet. Usein optimointi saa alkunsa myös itsearviointeista ja kollegoiden vinkeistä. Yllättävä tulos oli, ettei uuden laitteen käyttöönoton yhteydessä aina tehdä optimointia.

Keskimäärin kymmenen edellisen vuoden aikana yksittäisissä yksiköissä optimointiin muunaisfunktion tutkimuksia kaksi kertaa, koko kehon luustokuvantamista kerran sekä yläkehon ja koko kehon PET-tutkimuksia 1,5 ja kaksi kertaa.

Optimoinnin päätavoite oli useimmiten kuvanlaatu ja sen ei ilmoitettu ratkaisevasti heikenneen yhdessäkään tapauksessa. Toisaalta noin puolessa tapauksista kuvanlaatu tai aktiivisuus eivät muuttuneet.

Tulosten perusteella optimointiperiaate ei toteudu parhaalla mahdollisella tavalla kuvausprotokollien tasolla. Optimoinnin pitäisi olla systemaattinen ja dokumentoitu osa toimintaa. Sitä olisi tehtävä nykyistä taajemmin ja uusien laitteiden käyttöönoton yhteydessä. Itsearviointi, ammatillinen yhteistyö sekä kansalliset ja kansainväliset suositukset tarjoavat hyvän pohjan optimoinnille, mutta siihen tarvitaan myös moniammatillisia resursseja nykyistä enemmän. Säteilyturvakeskus kiinnittää jatkossa valvonnassaan nykyistä enemmän huomiota kuvausprotokollien optimointiin.

