



# SÄDETURVAPÄIVÄT

## 46. SÄDETURVAPÄIVÄT

2. – 3.11.2023

Tampere-Talo



SUOMEN RADIOLÖGIYHDISTYS  
RADIOLOGFÖRENINGEN I FINLAND  
RADIOLOGICAL SOCIETY OF FINLAND





# SÄDETURVAPÄIVÄT

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>Ohjelma</b> .....	<b>4-11</b>
<i>Kati Tolonen, OH, Päijät-Hämeen hyvinvointialue, Kuvantaminen</i>	
Natiivikuvauksesta kieltäytymisen perusteet. ....	<b>12</b>
<i>Janne Nurminen, el, TYKS Kuvantaminen</i>	
Koska natiivikuva tulee uusia? .....	<b>14</b>
<i>Jyrki Nieminen, Dos., ortopedi, ylilääkäri Tekonivelsairaala Coxa, Tampere</i>	
Mitä klinikko toivoo lonkan röntgenkuvalta.....	<b>16</b>
<i>Milja Holstila, LL, Tuki- ja liikuntaelimestön radiologi, TYKS, Turku</i>	
Proteesilonkan kuvantaminen.....	<b>17</b>
<i>Inkeri Peltonen</i>	
Röntgenhoitajan haasteet lapsen lantion natiivikuvauksessa.....	<b>18</b>
<i>Arne Lassila, radiologian el, HUS</i>	
Milloin lapsesta lonkkanatiivi? .....	<b>19</b>
<i>Tarja Tarkiainen, kliininen asiantuntija, FT, TtM, rh, Oys, Pohde</i>	
Näkökulmia kuvantamisen potilasturvallisuuteen. ....	<b>20</b>
<i>Juha Suutari (STUK)</i>	
Säteilyturvallisuuden toteutuminen ja turvallisuuskulttuuri kuvantamisessa – STUKin havaintoja.....	<b>22</b>
<i>Siru Kaartinen</i>	
Suositus potilaan suojaamisesta röntgentutkimuksissa .....	<b>23</b>
<i>Juha Peltonen, HUS</i>	
MRI Laadunvarmistus.....	<b>24</b>
<i>Lilli Lehtonen</i>	
MRI: Optimointi käytännössä.....	<b>25</b>
<i>Pia Oksanen, LT, TAYS, Pirha</i>	
Maksavaurion etiologia.....	<b>27</b>
<i>Johanna Kallio, LT, radiologi, TYKS</i>	
Maksan kuvantamisen perusteita. ....	<b>28</b>
<i>Dmitri Hmelnikov, HUS</i>	
LIRADS - mitä siitä?.....	<b>30</b>
<i>Jonte Markkanen</i>	
Maksatumoreiden toimenpideradiologiset hoidot.....	<b>31</b>



# SÄDETURVAPÄIVÄT

## SISÄLLYSLUETTELO

<i>Niklas Änäs, el, Tays päivystysradiologia</i>	
Appendisiitti; miten kuvataan ja avainlöydökset. ....	<b>32</b>
<i>Elina Järvenpää, Radiologi ja Pekka Peroja, gastrokirurgi</i>	
Leikattu vatsa, akuutit komplikaatiot. ....	<b>34</b>
<i>Jaakko Vanhatalo</i>	
Akuutti nivustyrä. ....	<b>35</b>
<i>Aino Jahkola, radiologiaan erikoistuva lääkäri, Meilahden tornisairaala, HUS Diagnostiikkakeskus</i>	
Akuutti kives. ....	<b>36</b>
<i>Kouva Leena &amp; Viittanen Emilia, Pohde OYS</i>	
Kuvantamistoimenpiteeseen tulevan potilaan esivalmistelut. ....	<b>37</b>
<i>Pekka Kerimaa, LT, Toimenpideradiologi, OYS</i>	
Pehmytkudosbiopsioiden perusteita yleisradiologeille. ....	<b>38</b>
<i>Anna Kelaranta, Sairaalafyysikko, Terveystalo</i>	
Natiivikuvauksen kuvanlaatu ja annokset. ....	<b>40</b>
<i>Sanni Raerinne, Radiologian erikoislääkäri, TAYS, Pirha</i>	
Virtuaalihila ja kuvanlaatu teho-osastolla. ....	<b>42</b>
<i>Tanja Kimpimäki, röntgenhoitaja, Pohde</i>	
Thorax-kuvan asettelu. ....	<b>43</b>
<i>Sami Väänänen, Pohjois-Savon hyvinvointialue</i>	
Lannerankakuvien AI-sovellukset. ....	<b>44</b>
<i>Verner Ruonala, Tarkastaja, STUK</i>	
Säteilytetäänkö suomalaisten sydämiä turvallisesti? ....	<b>46</b>
<i>Touko Kaasalainen, apulaisylifyysikko, HUS Diagnostiikkakeskus</i>	
Uudet kuvantamistekniikat leikkaussaleissa. ....	<b>47</b>
<i>Milja Keinänen</i>	
Kansallinen kuvien arkistointi osana Kanta-palveluja, tilannekatsaus. ....	<b>49</b>
<i>Kalle Kaapu, Evl</i>	
Kilpirauhanen - Diagnostiikka ja toimenpiteet. ....	<b>51</b>



# SÄDETURVAPÄIVÄT

## OHJELMA

### Sädeturvapäivät 2.-3.11.2023

Sädeturvapäivät järjestetään tänä vuonna 46. kerran. Koulutus järjestetään hybridi-mallilla, jossa sekä lähi- että etäosallistumien on mahdollista. Tallenteet ovat tapahtuman jälkeen katsottavissa sessioittain 3.12.2023 saakka.

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

Iltatilaisuus pidetään torstaina 3.11.2023 klo 18.30 – 23.00 Tampere-talossa.

Käytännön järjestelyistä vastaa kongressipäällikkö Karoliina Sunell, Tavicon, puh. 040 778 1770 sadeturva.paivat[at]tavicon.fi ja järjestelytoimikunnan sihteeri Marika Miinalainen, puh. 040 516 2261 marikamiinalainen[at]elisanet.fi.

### Teoreettinen koulutus

Koulutusta on anottu Tampereen yliopistolta teoreettiseksi kurssimuotoiseksi koulutukseksi seuraaville erikoisaloille;

10 t Radiologia

5 t Akuuttilääketiede, Endokrinologia, Erikoishammaslääkärikoulutukseen haettava tuntimäärä Hammaslääketieteellinen diagnostiikka/suurradiologia, Gastroenterologia, Gastroenterologinen kirurgia, Hallinnolliset koulutukset - Hallinnollinen koulutus kaikille aloille, Hammaslääketieteellinen diagnostiikka/suun mikrobiologia, Infektiosairaudet, Kardiologia, Keuhkosairaudet ja allergologia, Kirurgia / runkokoulutus, Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede, Kliininen neurofysiologia, Korva,- nenä- ja kurkkutaudit, Lastenkirurgia, Lastenneurologia, Lastentaudit, Liikuntalääketiede, Neurokirurgia, Neurologia, Ortopedia ja traumatologia, Sisätaudit / eriytyvä koulutus, Syöpätaudit, Terveystenhuolto (EHL), Yleiskirurgia sekä Yleislääketiede

Koulutus sisältää STM:n asetuksessa (1044/2018) liitteessä 5 tarkoitettua säteilysuojelun täydennyskoulutusta enintään 10 tuntia.

Todistukset lähetetään sähköpostitse maanantaina 6.11.2023.

### Näyttely

Näyttely on avoinna torstaina 2.11.2023 klo 9.30 - 15.00 ja perjantaina 3.11 klo 9.00 - 13.30.

Näyttelyn käytännön järjestelyt hoitaa Tavicon, sadeturva.paivat[at]tavicon.fi

### Sädeturvapäivien järjestelytoimikunta 2023

Roberto Blanco, puheenjohtaja  
Susanne Kapanen  
Sari Koistila  
Pasi Lepola  
Mikko Nyman  
Petra Tenkanen-Rautakoski  
Elias Vaattovaara  
Sari Virsula  
Aria Yar  
Marika Miinalainen, sihteeri



# SÄDETURVAPÄIVÄT

## OHJELMA

### Torstai 2.11.2023

8.30 - 9.30 Aamukahvit, 2 krs

#### ISO SALI

9.30 - 9.40 Avaussanat  
Järjestelytoimikunnan puheenjohtaja

9.40 - 10.10 Carl Wegelius -luento

10.10 - 11.00 Suorituskyky lähtee levosta  
Heikki Huovinen

11.00 - 12.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas

#### ISO SALI

##### Natiivien eit ja juut

Puheenjohtaja Janne Nurminen, Tyks

12.30 - 12.55 Natiivi -perusteet kuvauksesta kieltäytymiselle  
Osastonhoitaja Kati Tolonen

12.55 - 13.20 Koska natiivikuva tulee uusia?  
MSK-radiologi Janne Nurminen, Tyks

13.20 - 13.30 Keskustelu

13.30 - 14.00 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

##### Lonkan kivut ja kuvat

Puheenjohtaja Mika Nevalainen, Pohde

14.00 - 14.25 Mitä klinikko toivoo lonkan röntgenkuvalta  
Ylilääkäri Jyrki Nieminen, COXA

14.25 - 14.50 Degeneratiivinen lonkka  
Radiologi Tuomas Hulkko, Lapin keskussairaala

14.50 - 15.15 Proteesilonkan kuvantaminen  
Radiologi Milja Holstila, Tyks

15.15 - 15.40 milloin lapsesta lonkkanatiivi  
Radiologi Arne Lassila ja röntgenhoitaja Inkeri Peltonen, HUS

15.40 - 16.00 Keskustelu



# SÄDETURVAPÄIVÄT

## OHJELMA

**Torstai 2.11.2023**

### **PIENI SALI**

#### **Turvallisuuskulttuuri kuvantamisessa ja potilasturvallisuus**

Puheenjohtaja Roberto Blanco

- 12.30 - 12.55 Näkökulmia kuvantamisen potilasturvallisuuteen  
Kliininen asiantuntija Tarja Tarkiainen, Pohde
- 12.55 - 13.20 Säteilyturvallisuuden toteutuminen ja turvallisuuskulttuuri  
kuvantamisessa; STUKin havaintoja  
Tarkastaja Juha Suutari, STUK
- 13.20 - 13.45 Suositus potilaan suojaamisesta röntgentutkimuksissa  
Sairaalfyysikko Siru Kaartinen, PSHVA
- 13.45 - 14.00 Keskustelu
- 14.00 - 14.30 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

### **MRI Turvallisuus ja käytön optimointi**

Puheenjohtaja Pasi Lepola

- 14.30 - 14.55 MRI-turvallisuus  
Sairaalfyysikko Jani Saunavaara, Varha
- 14.55 - 15.20 MRI Laadunvarmistus  
Sairaalfyysikko Juha Peltonen, HUS
- 15.20 - 15.45 MRI Optimointi käytännössä  
Röntgenhoitaja Lilli Lehtonen, Tyks
- 15.45 - 16.00 Keskustelu
- 18.30 - 23.00 Iltajuhla, Tampere-talo



# SÄDETURVAPÄIVÄT

## OHJELMA

**Torstai 2.11.2023**

### **MAESTRO**

#### **Maksa vaivaa**

Puheenjohtaja Johanna Kallio, Tyks

- |               |   |
|---------------|---|
| 12.30 - 12.55 | Maksavaurion etiologia<br>Gastroenterologi Pia Oksanen, Pirha   |
| 12.55 - 13.20 | Maksankuvantamisen perusteita<br>Radiologi Johanna Kallio, Tyks |
| 13.20 - 13.45 | Kirroosi vai ei<br>Radiologi Irina Rinta-Kiikka, Pirha          |
| 13.45 - 14.00 | Keskustelu  |
| 14.00 - 14.30 | Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi                                |

### **Maligni maksa**

Puheenjohtaja Riikka Lindén

- |               |  |
|---------------|--|
| 14.30 - 14.55 | Lirads-mitä siitä?<br>Radiologi Dmitri Hmelnikov, HUS                                      |
| 14.55 - 15.20 | Maksatumoreiden toimenpideradiologiset hoidot<br>Radiologi Jonte Markkanen, Pirha          |
| 15.20 - 15.45 | Säteilyturvallisuutta yli yksikkörajojen Sir-hoidoissa<br>Tarkastaja Jukka Liukkonen, STUK |
| 15.45 - 16.00 | Keskustelu   |



# SÄDETURVAPÄIVÄT

## OHJELMA

**Perjantai 3.11.2023**

### **PIENISALI**

#### **Päivystys**

Puheenjohtaja Nina Hannuksela, Pirha

- 8.30 - 8.55      Appendisiitti; miten kuvataan ja avainlöydökset  
Radiologi Niklas Änäs, TAYS
- 8.55 - 9.40      Leikattu vatsa, akuutit komplikaatiot  
Radiologi Elina Järvenpää ja gastrokirurgi Pekka Peroja, Pohde
- 9.40 - 10.05      Milloin lapselle vatsan CT  
Radiologi Miia Salaspuro, ULS
- 10.05 - 10.15      Keskustelu
- 10.15 - 10.45      Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

### **Akuutti alakerta**

Puheenjohtaja Niklas Änäs, Pirha

- 10.45 - 11.10      Akuutti nivustyrä  
Jaakko Vanhatalo, Tyks
- 11.10 - 11.35      Akuutti kives  
Aino Jahkola, HUS
- 11.35 - 12.00      Akuuttia gynekologiaa radiologille  
Gynekologi Pekka Pinola, Pohde
- 12.00 - 13.00      Näyttelyyn tutustuminen ja lounas

### **Toimenpiteet**

Puheenjohtaja Niko Sillanpää, Pirha

- 13.00 - 13.55      Kuvantamistoimenpiteeseen tulevan potilaan esivalmistelut  
Röntgenhoitajat Leena Kouva ja Emilia Viittanen, Pohde
- 13.55 - 14.20      Biopsioiden perusteet yleisradiologeille  
Toimenpideradiologi Pekka Kerimaa, Pohde
- 14.20 - 14.30      Keskustelu





# SÄDETURVAPÄIVÄT

## OHJELMA

**Perjantai 3.11.2023**

### **DUETTO 1 -2**

#### **Natiivikuvantaminen**

Puheenjohtaja Jyrki Ruohonen, Etelä-Pohjanmaan hyvinvointialue

- 8.30 - 8.55 Natiivikuvauksen kuvanlaatu ja annokset  
Sairaalfyysikko Anna Kelaranta, Terveystalo
- 8.55 - 9.20 Virtuaalihila ja kuvanlaatu teho-osastolla  
Radiologi Sanni Raerinne, Pirha
- 9.20 - 9.45 Thorax-kuvan asettelu  
Röntgenhoitaja Tanja Kimpimäki, Pohde
- 9.45 - 10.10 Lannerankakuvien AI-sovellukset  
Sairaalfyysikko Sami Väänänen PSHVA
- 10.10 - 10.20 Keskustelu
- 10.20 - 10.50 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

### **Säteilyturvallisuus radiologisen yksikön ulkopuolella**

Puheenjohtaja Ullamari Hakulinen, Pirha

- 10.50 - 11.15 Säteilytetäänkö suomalaisten sydämiä turvallisesti?  
Tarkastaja Verner Ruonala, STUK
- 11.15 - 11.40 Optimointi 3D kuvantamisessa  
Verisuonikirurgi Pekka Aho, HUS
- 11.40 - 12.05 Uudet kuvantamistekniikat leikkaussaleissa  
Sairaalfyysikko Touko Kaasalainen, HUS
- 12.05 - 12.15 Keskustelu
- 12.15 - 13.15 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas



## SÄDETURVAPÄIVÄT

### OHJELMA

**Perjantai 3.11.2023**

#### **DUETTO 1 -2**

##### **SOTE ja Kanta, missä mennään**

puheenjohtaja Roberto Blanco

- |               |  |
|---------------|--|
| 13.15 - 13.40 | Kuva-aineistojen arkistointi osana Kanta-palveluja, tilannekatsaus<br>Liiketoiminnan asiantuntija Milja Keinänen, Kela |
| 13.40 - 14.05 | Soteintegraation ohjaus ja toteutus hyvinvointialueilla<br>Andreas Blanco Sequeiros, STM                               |
| 14.05 - 14.30 | Paneelikeskustelu  |

#### **MAESTRO**

##### **Aivotuumorien kuvantaminen ja hoito**

Puheenjohtaja Antti Korvenoja

- |               |  |
|---------------|--|
| 8.30 - 8.55   | Aivotuumoreiden kuvantaminen<br>Neuroradiologi Mikko Nyman, Tyks, Varha        |
| 8.55 - 9.20   | Glioomien onkologinen hoito<br>Sanna Palovaara, Tyks, Varha                    |
| 9.20 - 9.45   | Aivotuumoreiden post-op kuvantaminen<br>Neuroradiologi Jari Karhu, Tyks, Varha |
| 9.45 - 10.00  | Keskustelu   |
| 10.00 - 10.30 | Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi   |



# SÄDETURVAPÄIVÄT

## OHJELMA

**Perjantai 3.11.2023**

### **MAESTRO**

#### **Kaula**

Puheenjohtaja Mikko Nyman

- |               |   |
|---------------|---|
| 10.30 - 10.55 | Kilpirauhanen – diagnostiikka ja toimenpiteet<br>evl Kalle Kaapu, Pirha |
| 10.55 - 11.20 | Syvät kaulainfektiot?<br>Professori Jussi Hirvonen, Tampereen yliopisto |
| 11.20 - 11.30 | Keskustelu  |
| 11.30 - 12.30 | Näyttelyyn tutustuminen ja lounas                                       |

### **Neurodegeneratiivisten tautien diagnostiikka**

Puheenjohtaja Michaela Bode, Pohde

- |               |  |
|---------------|--|
| 12.30 - 12.55 | Neurodegeneratiivisten tautien kuvatamislöydökset<br>Radiologi Pekka Virtanen HUS                        |
| 12.55 - 13.20 | PET neurodegeneratiivisten sairauksien diagnostiikassa<br>Professori Juha Rinne, Tyks, Varha             |
| 13.20 - 13.45 | AI-sovellukset neurodegeneratiivisissa taudeissa<br>Tieteellinen johtaja Jyrki Lötjönen, Combinostics Oy |
| 13.45 - 14.00 | Keskustelu   |



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*OH Kati Tolonen, Päijät-Hämeen hyvinvointialue, Kuvantaminen*

# Natiivikuvauksesta kieltäytymisen perusteet

Säteilysuojelun tarkoituksena on suojella potilasta turhalta säteilyltä. Kun käytössä on lähete, joka täyttää hyvän röntgenlähetteen kriteerit, röntgenhoitajan on mahdollista suorittaa tutkimus potilaan säteilyannos optimoiden ja oikeutus harkiten.

Optimaalisessa tilanteessa röntgenhoitaja siis pääsee tekemään tutkimuksen lähetteessä pyydetyllä tavalla. Röntgenhoitaja vastaa siitä, ettei tee tutkimusta puutteellisen lähetteen perusteella. Jos lähete on puutteellinen, röntgenhoitaja tarkentaa useimmiten tietoja radiologilta tai lähettävältä lääkäriltä. Joskus kuitenkin joutuu kyseenalaistamaan koko tutkimuksen tarpeellisuuden. Tällaisissa tilanteissa voi konsultoida radiologia sopivamman kuvantamismenetelmän tai kuvausprotokollan valinnassa, pyytää tukea säteilyturvallisuusasiantuntijalta, selvittää näkökantaansa lähettäneelle lääkärille ja kieltäytyä tutkimuksen toteuttamisesta oikeutusarviointiin perustuen. Tällöin röntgenhoitaja kirjaa syyn potilastietoihin ja kertoo potilaalle perusteet tutkimuksen peruuttamiselle.

Röntgenhoitajan oma etiikka ja ammattitaito vaikuttavat toimintaan oikeutusta vastuullisesti arvioitaessa. Oman työyhteisön toimintakäsikirjan ohjeistukset ja ongelmatilanteiden toimintamenetelmät ovat vahva tuki oikeutusarvioinnille. Vastuullisuus on näiden ohjeistusten noudattamista ja hyvää ammattitaitoa.

Tutkimusten mukaan suuresta työmäärästä johtuva kiire, työpaineet ja väsymys koetaan hyväksyttävänä syinä ammatillisten arvojen noudattamatta jättämiselle. Tällaisissa tilanteissa tehdään röntgentutkimus, joka olisi vaatinut arvojen mukaisesti tarkempaa oikeutusharkintaa. Epäily oman ammattitaidon riittävydestä tutkimuksesta kieltäytymiselle voi myös vaikuttaa oikeutusarviointiin. Hoitajan arkuus ja taustatuen puute voivat olla myös esteenä oikeutusarvioinnille. Myös aikaisempi kokemus vastaavanlaisista tilanteista, joissa onkin päädytty tutkimus tekemään, ohjaavat myös tulevia oikeutusarviointeja.

Muuttuva terveydenhuollon toimintaympäristö asettaa myös uusia haasteita tutkimuksen

oikeutuksen arvioinnin etiikkaan. Säteilylaki ohjaa puuttumaan puutteellisiin lähetteisiin ja valtakunnallinen taloustilanne ohjaa kriittisesti arvioimaan tarvetta ja vähentämään tutkimuksia. Samaan aikaan radiologeilla ja röntgenhoitajilla on useissa paikoissa käytössään kannustava tulospalkkaus, joka ohjaa tekemään tutkimuksia. Natiivikuvauksen suorittamisesta tilille tulee rahaa, tekemättä jättämisestä ja selvittelyyn kuluva aikaa ei sen sijaan palkkanauhassa näy. Kuvantavien organisaatioiden tulos perustuu tehtyihin tutkimuksiin. Toinen ongelmansa on se, jos työyhteisöissä toimitaan keskenään eettisesti eri tavoin. Tällöin on olemassa se joustava hoitaja, joka kuvaa ketä vain ja sitten se oikeutusta tiukasti arvioiva hoitaja, joka soittelee ja vaatii täydennystä, kieltäytyy kuvaamasta.

Viimeisten viiden vuoden aikana etälääkäreiden tekemät läheteet ovat lisääntyneet, samoin toimintakenttien laajuus, erilaiset tiimimallit lähettävissä yksiköissä ja lähettävien organisaatioiden määrä. Lähettävien lääkäreiden kontaktien löytäminen voi yrityksistä huolimatta osoittautua mahdottomaksi, jolloin lisätietojen saaminen muodostuu myös mahdottomaksi.

Miten oikeutuksen arviointia voisi työyhteisöissä helpottaa? Yhteiset selkeät ohjeet, kollegoiden, radiologien ja säteilyturvallisuusvastaavan tuki ja johdon tuki, vahva moniammatillinen yhteistyö, hyvä avoin vuorovaikutus lähettävien lääkäreiden kanssa. Nopeimpien ja helpoimpien vuorovaikutuskanavien löytyminen kuvantamisen ja kaikkien lähettävien yksiköiden välille ja sitä kautta tavoitettavuuden varmennus.

Kieltäytymisen perusteet: Lähete puutteellinen - ei hyötyä potilaan hoidon kannalta - tutkimus tehty hiljattain - lähete suositusten vastainen - kontrollitutkimus liian aikaisin

Läheteitä, joista vaikea kieltäytyä: lähettävä lääkäri vaatii - erikoislääkärin pyyntö - vakuutusyhtiötä varten vamma täytyy todentaa röntgentutkimuksella - potilaan/omaisen vaatimus lääkäriltä ja tämän hoidon saatavuuden takaaminen.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

### LÄHTEET:

European Commission (EC). 2000. Referral guidelines for imaging. Radiation Protection 118. Luettu 3.9.2023.

European Directive 2013/59/Euratom

Kämäräinen, Johanna:2012, Röntgenhoitajan toteuttaman oikeutusarvioinnin hyvä käytäntö natiiviröntgentutkimuksissa. Opinnäytetyö. Oulun seudun AMK.

Paalimäki-Paakki, K. 2008. "Ei sitä työtä pysty aina tekemään niin hyvin kuin haluaisi." Eettiset ongelmat röntgenhoitajan työssä diagnostiikassa. Oulu: Oulun yliopisto. Terveystieteiden laitos. Pro-gradu -tutkielma.

Röntgentutkimukset terveydenhuollossa 8.12.2014 ST 3.3 | Säännöstö | STUKlex, luettu 3.10.2023

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus N:o 423/2000.

STUK-opastaa Oikeutus säteilylle altistavissa tutkimuksissa -opas hoitaville lääkäreille. Maa-liskuu 2015. STUK-opastaa-oikeutus-2015.pdf (julkari.fi)

Stukin määräys (STUK S/4/2019) <https://www.stuklex.fi/fi/maarays/stuk-s-4-2019> (luettu 4.10.2023)

Suominen, Tiina 2016, Röntgenhoitaja potilaan röntgentutkimuksen oikeutuksen arvioijana"... me halutaan tehdä oikein ja hyvin." Opinnäytetyö. Turku AMK

Säteilylaki 859/2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180859#Pidm46494959213616> luettu 3.10.2023



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Janne Nurminen, el., TYKS Kuvantaminen*

### Koska natiivikuva tulee uusia?

Tavallisen röntgenkuvauksen eli natiivikuvauksen kuvausmäärät ovat valtakunnallisesti olleet viime vuosina hitaassa, mutta järjestelmällisessä laskussa. Suuntausta selittävät kuvausindikaatioiden täsmentyminen esimerkiksi rangan natiivikuvauksia koskien sekä magneettikuvauksen (MRI) ja tietokonetomografiakuvauksen (TT) saatavuuden parantuminen. Natiivikuvaus on kuitenkin edelleen tärkein kuvantamismenetelmä ylä- sekä alaraajojen nivelten trauma- ja artroosimuutosten selvittelyssä.

Tässä luennossa käsitellään natiivikuvauksen roolia nykyajan kuvantamisi diagnostiikassa sekä pohditaan hyvän kuvan kriteereitä. Painotus on nivelten kuvauksissa.

Selkeät ja moniammatillisesti laaditut kuvausohjeet sekä ohjeiden jalkauttaminen ovat laadukkaiden natiivikuvien edellytys. Ohjeet on syytä laatia röntgenhoitajien, radiologien ja sairaalafyysikkojen yhteistyönä unohtamatta kliinisten alojen, etenkin ortopedien, toiveita. Hyvinvointialueisiin siirtyminen on lisännyt kuvausohjeiden yhtenäistämisen tarvetta. Lisäksi, vaikka tietoliikenneyhteydet eri instituutioiden välillä ovat vuosien saatossa parantuneet, erityisesti päivystystilanteissa potilas saatetaan joutua kuvaamaan lyhyen ajan sisällä uudelleen, koska "kuvat eivät seuraa potilasta".

Kuvausohjeiden yhtenäisyyden ja ajantasaisuuden lisäksi on syytä kiinnittää huomiota hukkakuviin (uusintakuviin) ja näiden taustalla olevien syiden analyysiin. Hukkakuvalla tarkoitetaan natiivikuvauksessa otettua röntgenkuvaa, joka hylätään eikä se päädy kuva-arkistoon. Vuonna 2022 TYKS Kuvantamisen toimialueella kaikkien natiivikuvauskuvaushuoneiden hukkaprocentti oli 3,6, mikä tarkoittaa, että noin joka 28. röntgenkuva oli hukkakuva. Lukema on hieman vähemmän kuin Kansainvälisen atomienergiäjärjestön (IAEA, 2023) raportoima 4–8 % osuus. Samankaltaiseen hukkaprocenttiin (3,8) päädyttiin myös TAYSin Kuvantamiskeskuksen vuoden 2013 natiivikuvausten osalta (Lindholm ja Saarimäki, 2014). Useana tarkasteluvuotena TYKSin korkeimmat hukkaprocentit ovat liittyneet polven (NG1AA) ja ranteen (ND1AA) röntgen-

kuvauksiin. Vastaavasti hukkakuvien yleisin syy oli vuonna 2022 asetteluvirhe noin 58 % osuudella, kun toiseksi yleisin syy oli virheellinen rajausta 19 % osuudella. TYKSin Radussa on mahdollisuus myös välittömään kuvanlaadun arviointiin numeerisella asteikolla sekä vapaamuotoisella tekstillä.

Nivelkuvauksissa tärkein kysymys on usein, onko nivel kongruentti. Laadukkaat, standardoidut kuvausprojektiot antavat tähän kysymykseen vastauksen lähes poikkeuksetta. Haasteena voivat kuitenkin olla potilaasta riippuvat syyt, eikä kaikkia haluttuja kuvausprojektioita välttämättä saada. Nivelen kongruenssia arvioitaessa täytyy saada projektiot, jossa nivelpinnat näkyvät mahdollisimman samansuuntaisina röntgensäteiden kulkusuuntaan nähden. Esimerkiksi sormen, ranteen ja kyynärnivelen osalta tämä tarkoittaa hyvälaatuista sivukuvaa. Vastaavasti nilkan osalta mortise-projektion merkitys korostuu. Glenohumeraalinivelen osalta on keskeistä arvioida humeruksen caputini asentoa suhteessa glenoideumiin – tämä onnistuu AP-suunnan projektiosta ja Y-projektiosta.

Hyvälaatuisesta kuvasta on luotettavaa arvioida mm. nivelraon korkeutta ja symmetrisyyttä. Arthroosipotilailla nivelraon löydökset ovat keskeisiä tekonivelleikkausta harkittaessa. Vastaavasti traumapotilailla nivelen inkongruenssi on usein operatiivisen hoidon tai ainakin reposition indikaatio. Traumapotilaat kuvataan ymmärrettävästi usein maaten, mutta arthroosipotilaiden kohdalla kuormituskuvat / seisten otetut kuvat ovat lähes imperatiivi – vain kuormituskuvista nivelraon korkeuden arviointi on luotettavaa.

Kirjallisuudessa on näytetty siitä, että etenkin käden ja ranteen osalta vain kahden projektion (AP- ja sivukuva) kuvaaminen traumapotilailla ei murtumadiagnostiikassa riitä ja että 1–2 viisiprojektiota parantaa tutkimuksen herkkyyttä havaita murtuma. Natiivikuvauksen lisäprojektiosta tai kontrolloinnista ei kuitenkaan välttämättä saada lisähyötyä, mikäli rutiiniprojektiot on saatu ja ne ovat olleet hyvälaatuisia. Leike-tutkimusten saatavuus on Suomessa varsin hyvä, ja lisäksi perifeeristen nivelten osalta sädeannos



## SÄDETURVAPÄIVÄT

jää moderneilla TT-laitteilla varsin pieneksi. Mikäli traumapotilaan nivelstatukseen halutaan lisäselvyyttä natiivikuvauksen jälkeen, onkin syytä jatkaa selvittelyä TT- tai MRI-kuvauksella. Etenkin scaphoideumin, tarsometatarsaalini-velten, ns. Chopartin nivelen sekä kyynärnive-  
len vammoissa on syytä jatkaa TT-kuvauksella, mikäli natiivikuvaus ei anna riittävää varmuutta murtuman poissulkemiseksi. Myös lonkan vam-  
moissa on iäkkäillä potilailla perusteltua her-  
kästi edetä TT-kuvaukseen, jotta hyväasentoiset

murtumat saadaan diagnosoitua ja tätä myötä potilaat saatettua operatiiviseen hoidon piiriin. TT on toki hyödyllinen myös minkä tahansa pirs-  
taleisen murtuman operatiivisen hoidon suunnittelussa. Magneettikuvaus on vastaavasti hyvä tutkimus polvivammojen jatkoselvittelyssä sekä alaraajojen rasitusmurtumaepäilyissä. Kyynär-  
nive-  
len (murtuma)luksaatiot, saattavat vaatia natiivikuvauksen ja reposition jälkeen sekä TT- että MRI-kuvausta.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Dos. Jyrki Nieminen, ortopedi, ylilääkäri Tekonivelsairaala Coxa, Tampere*

# Mitä klinikko toivoo lonkan röntgenkuvalta

Natiiviröntgenkuvaus on edelleen lonkan alueen kuvantamisen kultainen standardi niin diagnostiikan kuin hoidon suunnittelun, toteutuksen ja seurannan näkökulmasta. Kuvauksen yhteydessä asetettu kalibraatiomerkki lisää kuvantamistutkimuksen käytettävyyttä digitaalisessa leikkaussuunnittelussa ja osaltaan välttää tarpeettomia uusintatutkimuksia.

Nivelrikkoon sairastuu elinaikana yli 20 % väestöstä. Toimintakyvyn heiketessä tekonivelleikkaus tulee harkittavaksi tilanteissa, joissa konservatiivisella hoidolla eli liikehoidoilla, painonpudotuksella ja kipulääkityksellä ei saavuteta riittävää tulosta. Vuonna 2021 Suomessa tehtiin noin 10 600 lonkan tekonivelten, noin 14 200 polven tekonivelten ja 800 olkapään tekonivelten ensileikkausta.

Radiologisia perustutkimuksia ovat lantion ja lonkan AP-kuva sekä lonkan läpiammuttu sivukuva. Lantio kuvassa keskitys tulisi kohdistaa symfyysiin ja lonkan AP-kuvassa keskitys puolestaan siten, että reisiluuta näkyy mahdollisimman paljon. Jos lonkassa on tekonivel, olisi sen lonkan AP-kuvassa näytävä kokonaan. Lantio kuvassa myös SI-nivel tulisi näkyä kokonaisuudessaan. Kuvattaessa käytetään nivelen tasoon sijoitettua kalibraatioesinettä, jonka halkaisija (mm) merkitään kuvaan. Mahdollinen korotus jalan alle tulisi niin ikään merkitä kuvaan. Lonkan AP-kuvassa optimaalinen keskitys tulisi sijoittaa alemmaksi trochanter minorin alapuolelle. Tämä vastaa parhaiten tulevan tai jo olemassa olevan tekonivelkokonaisuuden keskitasoa.

Läpiammutussa kuvassa potilas makaa selälleen terve jalka nostettuna jalkatuen päälle pois kuvattavan jalan edestä, lonkka noin 90 asteen fleksioon asetettuna. Keskisäde asemoidaan horisontaalisesti kohti reisiluun kaulaa noin 45 asteen kulmassa lantion keskilinjaan. Kuvattava jalka tulisi olla noin 15 asteen sisäkiertoa, jos mahdollista. Mahdollisen lonkkaproteesin tulisi kuvautua kokonaan. Jos proteesi ei kuvaudu kokonaan, on lisäksi kuvattava reisiluu horisontaalisesti. Kuvassa tulisi näkyä lonkkamalja, istuinkyhmy ja 1/3 reisiluuta.

Leikkaussuunnittelua varten ortopedi pyytää kuvat monesti ilman radiologin lausuntoa, ellei radiologin erityisasiantuntemusta erikseen tarvita. Ortopedi arvio kuvista luun laadun, jonka perusteella valitaan tekonivelen kiinnitystapa. Hyvälaatuisen luuhun pyritään asentamaan biologisesti kiinnittyvä tekonivel, jonka karhennettuun pintaan luu kasvaa kiinni ja muodostaa erittäin lujan ja kestävänsidoksen. Muussa tapauksessa käytetään luusementtiä (metyyliemakrylaatti) sitomaan luu ja asennettava tekonivel toisiinsa.

Digitaalisella suunnittelulla määritetään tulevan proteesin koko ja asemointi. Erityisesti kokoskaalan ääripää tulee tunnistaa ja tarvittaessa tilata proteesikomponentit yksilöllisesti, mikäli niitä ei ole implanttivarastossa käytettävissä. Samalla huomioidaan mahdolliset deformaatioit ja erityistarpeet niiden korjaamiseksi. Alaraajan pituusero pyritään myös korjaamaan tekonivelleikkauksen yhteydessä. Lisäksi huomioidaan riittävä reisiluun offset, jotta lonkkanivel on mahdollisimman stabiili leikkauksen jälkeen.

Tekonivelen seurannassa ortopedi arvioi kuvista mahdolliset muutokset luu/sementti/implantti-rajapinnassa sekä varsiosan tai kupin migraatiota. Lisäksi arvioidaan reisosan nupin sijainti suhteessa kupin muovilineriin. Jos siinä esiintyy asymmetriaa, on se epäsuora osoitus liukuparin kulumisesta. Myös mahdollinen osteolyysi lonkan alueella arvioidaan. Tarvittaessa kuvantamisia täydennetään MRI- tai CT-tutkimuksella.

Laadukkailla natiivikuville ja käyttämällä kalibraatioesinettä jo perusterveydenhuollossa kaikessa lonkan alueen kuvantamisessa voidaan saavuttaa koko hoitoketjun osalta kustannussäästöjä ja vähentää potilaalle aiheutuvaa sädeannosta välttämällä tarpeettomia uusintatutkimuksia.





# SÄDETURVAPÄIVÄT

LL Milja Holstila, Tuki- ja liikuntaelimestön radiologi, TYKS, Turku

## Proteesilonkan kuvantaminen

### Luennon tavoitteet:

1. Ymmärtää röntgenkuvien tarkoitus ja hyvien projektioiden kriteerit
2. Ymmärtää, mitä proteesilonkan röntgenkuvi- ta voi arvioida
  - Normaali postop tilanne
  - Ensi- ja myöhäisvaiheen komplikaatiot
3. Tietää muiden kuvantamismenetelmien ole- massaolosta

### Yleistä lonkkaproteesista

Lonkkaproteesin tärkeimmät indikaatiot ovat arthroosi ja murtuma. Puoliproteesissa on vain femur-komponentti, totaaliproteesissa myös acetabulum-komponentti. Elektiivisesti laitetaan käytännössä aina totaaliproteesi, murtumissa usein puoliproteesi (lonkkamurtuman saaneet ovat usein jo heikkokuntoisempia, ei tarvetta maksimaaliselle suorituskyvyllle). Totaaliproteesin liukupinnat voivat olla erilaisia: metallipinnat voivat olla vastaikkain, välissä voi olla muovi-liner, tai liukupinnat voivat olla keraamisia. Nykyisin yleisin on muovi-muovi-liukupinta. Proteesit voidaan kiinnittää sementillä, tai niiden pinta voi olla karhennettu, jolloin luutuu suoraan proteesin pintaan.

### Lonkkaproteesin röntgenkuvaus

Röntgenkuvaus on proteesilonkan perustutki- mus. Halutaan laadukkaat AP-kuva, tilanteesta riippuen lantiosta tai kohdistettuna, sekä läpiam- muttu projektiot. Varsinkin proteesin suunnitte- lukuvissa tarvitaan kalibraatiokuula. Murtunut lonkkaa ei yleensä pysty vääntelemään kovin paljon, mutta ”terve” puoli tulisi saada aseteltua mahdollisimman hyvin, proteesi suunnitellaan siihen.

Lonkka kuvataan ekstensiossa ja maksimaa- lisessa sisärotaatioissa, keskisäde lonkkaan. Tyksin ortopedit suosivat kuvausta seisten, jos vaan potilas voi varata, mutta kuvaus maaten on kirjallisuudessa suositettu. Riippuu siis paikalli- sista käytännöistä, kumpaa sovitaan käytettävän. Lauenstainia ei kuulu ottaa proteesilonkasta tai proteesileikkausta harkittaessa!

### Rtg-kuvan arviointi

Lonkan rtg-kuvista voidaan nähdä monia asioita. 1. postop kontrollissa arvioidaan ensisijaisesti vä- litöntä leikkaustulosta, eli asento ja mahdolliset operaatiokomplikaatiot. 3kk kontrolli kuvataan seisten, ja siinä arvioidaan lantion ryhti, alaraajojen pituusero ja varhaiset komplikaatiot. Seurantaku- vista arvioidaan, kehittykö osteolyysiiä, muuttuuko proteesin asento? Jatkossa voidaan lonkkaprotee- sia kuvata oireen tai trauman yhteydessä.

Asennosta arvioidaan varren varus/valgus- asento ja anteversio, sekä acetabulum-kupin inkлинаatio ja anteversio. Mikäli proteesi on se- menttikiinnitteinen, arvioidaan sementöinti. Off- set ja alaraajojen pituusero ovat tärkeitä ryhdin kannalta. Heterotooppisen luun muodostus on yleistä. Varsinaisia komplikaatioita ovat esim os- teolyysi, dislokaatiot, periproteettiset murtumat, proteesin failure ja kuluminen sekä infektioit.

### Muut kuvantamismenetelmät

Tietokonetomografia (TT) näyttää samoja asioita kuin rtg, mutta tarkemmin. Luu ja metalli näky- vät hyvin, mutta pehmytkudoskontrasti on heikko. Periproteettisten murtumien, proteesin rikkoutu- misen ja kulumisen sekä proteesia ympäröivän luun osteolyysin ja proteesin irtoamisen arvioin- nissa se on usein rtg-kuvaa parempi. Kuvaukses- sa on tärkeää, että koko proteesi, mahdollinen muu fiksaatiomateriaali ja sementöinti sekä riit- tävästi ympäröivää luuta otetaan kuvaus- alueelle. Jos toisessakin lonkassa on proteesi, voi metalliartefaktaa vähentää vinolla asennolla.

MRI-kuvauksen vahvuus on hyvä pehmytku- doskontrasti. Sen tärkeimmät indikaatiot ovat seurata metalliliukupintaisten (MoM) proteesien pehmytosakomplikaatioita sekä arvioida glute- usjänneiden kiinnittymistä leikkauksen jälkeen. Haittapuolena on voimakas metalliartefakta, eikä itse proteesia tai aivan sitä ympäröiviä kudoksia voi oikein arvioida.

Ultraäänellä erottaa nesteilyn proteesionte- lossa tai sen ympärillä. Hyödyllisin UÄ on infek- tioepäilyissä, niissä voi myös UÄ-ohjatusti ottaa tarvittaessa näytteen. Muuten UÄ:stä ei juuri ole hyötyä proteesikuvantamisessa.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Inkeri Peltonen*

### Röntgenhoitajan haasteet lapsen lantion natiivikuvauksessa

Röntgenhoitajan tulee huomioida erilaiset lapset ja lasten kehitysvaiheet kaikessa kuvantamisessa. Lantion alueen natiivikuvantamisessa haasteellisimmat lapsiryhmät ovat neurologiset potilaat ja liikkuvat lapset. Näiden lasten kanssa optimaalisen asennon ylläpitäminen voi olla vaikeaa ja kuvantaessa tarvitaan aina kiinnipitäjiä.

Lapsilla, joilla on jokin spastisuutta aiheuttava sairaus, on oman kokemukseni mukaan usein myös jonkinasteinen äänyliherkkyys. Röntgenlaitteen äänet voivat tuntua heistä pelottavilta, mikä aiheuttaa yleensä tahatonta liikettä. Tästä johtuen onkin hyvä valmistella kuvaushuone mahdollisimman valmiiksi, jotta laitteen tarpeeton liikuttaminen ei aiheuttaisi lapselle pelkoa. On myös hyvä huomioida, että nämä lapset yleensä tahattomasti hätkähtävät natiivikuvauslaitteen kuvausääntä.

Lasten lantion aluetta kuvatessa ei aina kuvata koko lantiota. Lasten lantion alueen kuvauspyyntöjen kanssa pitääkin olla tarkkana, sillä aina pyyntö, ”PK. lantion röntgen”, ei tarkoita lantion kuvantamista. Tietyissä tapauksissa lapsilta kuvataan pelkät lonkat, jolloin suoliluun harjut rajautuvat kuvan ulkopuolelle.

Toisinaan lapsia kuvatessa haastavinta on saada lapsi riisumaan vaatteensa ja asettumaan kuvausasentoon. Pääasiassa lasten kuvaaminen on kivaa ja hauskaa. Erilaiset haastavat potilaat tuovat päivään vaan vähän enemmän ajatustyötä.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Arne Lassila, radiologian el, HUS*

### Milloin lapsesta lonkkanatiivi?

Lapsella ilmenevien lonkkavaivojen etiologia vaihtelee lapsen iän ja anamneesiin perusteella, ja tämä vaikuttaa myös kuvantamismodaliteetin ja aikataulun valintaan. Tyypillisesti alle 5 päivää kestäneen hyvävointisen lapsen lonkkakipu, johon ei liity edeltävää vammaa, ei tarvitse kuvantaa. Kuvantamistutkimukset tulevat tarpeeseen vaivan pitkittyessä tai mikäli lapsella on yleisoireita tai muita vakavan sairauden epäilyn herättäviä oireita. Luustopatologiaa epäiltäessä natiiviröntgenkuva on ensisijainen kuvantamismodaliteetti.

Vastasyntyneen lonkkaluksaatioepäilyssä ensisijainen kuvantamistutkimus on ultraääni, johon liitetään myös provokaatiotesti. Yli 1-vuotiaalla tutkimiseen käytetään natiiviröntgenkuvaa. Tuolloin kuvasta arvioidaan kaputtumakkeiden kehitystä ja muotoa, lonkkamaljan kulmaa, Shentonin linjaa ja lonkkamaljan ulkopuolelle jäävän kaputin osan suuruutta.

Alle 10-vuotiailla lapsilla yleisin lonkkakivun aiheuttaja on transientti synoviitti, jossa ultraäänellä nähdään oireisen puolen niveleffuusio. Natiiviröntgenkuvaa ei käytetä diagnostiikassa.

Kuumeisella ja ontuvalla lapsella kivun syynä voi olla osteomyeliitti tai septinen artriitti. Natiiviröntgenkuvalöydökset ovat alkuvaiheessa usein normaaleja, mutta taudin edetessä yli viikon kohdalla voidaan nähdä osteolyyttistä muutosta tulehdusalueella. Osteomyeliitissä muutokset sijaitsevat tyypillisesti metafysialueella, jossa luun verenkierto on runsainta.

Perthesin tauti (Legg-Calvé-Perthesin tauti) on 5-8(-12) -vuotiaisiin painottuva, useammin pojilla esiintyvä reisiluun pään epifyysin idiopaattinen avaskulaarinen nekroosi. Sen oireena on tavallisin tulehduksia hitaammin alkava, pitkäkestoinen kipu ja ontuminen. Natiiviröntgenkuva on tässä hyvä kuvantamistutkimus. Radiologisina löydöksinä nähdään reisiluun pään litistymistä ja sklerosoitumista sekä subkondraalinen murta.

Juveniililla idiopaattisella artriitilla (JIA) tarkoitetaan alle 16-vuotiaana alkanutta pitkäaikaista niveltulehdusta, jolle ei löydy muuta selitystä. Natiiviröntgenkuva voi olla alkuvaiheessa normaali, löydöksinä voidaan nähdä pehmykdosturvotusta ja periartikulaarista osteopeniaa.

Reisiluun pään epifyseolyysi (SUFE) on yli 10-vuotiaalla lapsilla esiintyvä epifyysin postero-mediaalinen liukuma. Löydös näkyy natiiviröntgenkuvassa parhaiten Lauenstein-projektiossa, mutta löydökset voivat erityisesti alkuvaiheessa olla hyvin vähäiset. Ajan kuluessa hoitamaton dislokaatio voi huomattavasti lisääntyä.

Lantion ja lonkan alueella on useita apofyytitumakkeita, joiden avulsioita voi esiintyä liikkunnallisesti aktiivisilla kasvuikäisillä. Natiiviröntgenkuvassa nähdään tuolloin normaalista paikastaan dislokoitunut apofyytitumake oireisella alueella.

Harvinaisina kivun aiheuttajina voi lonkan tai lantion alueella esiintyä myös tuumoreita, jotka voivat olla maligneja tai benigejä. Näissä tilanteissa natiiviröntgenkuva on ensilinjan tutkimus, mutta jatkokuvantaminen leiketutkimuksella on aiheellista.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

Tarja Tarkiainen, kliininen asiantuntija, FT, TtM, rh, Oys, Pohde

# Näkökulmia kuvantamisen potilasturvallisuuteen

Terveydenhuolto kuuluu, ilmailun, kemianteollisuuden ja ydinvoiman ohella turvallisuuskriittisiin, korkean riskin organisaatioihin. Näillä aloilla henkilöturvallisuuden varmistaminen on erityisen tärkeää. Tämän vuoksi vaaratapahtumatietojen keräämiseen tarvitaan tehokkaat raportointijärjestelmät. Potilasturvallisuustrategialla ohjataan julkista ja yksityistä terveydenhuoltoa laadukkaaseen, asianmukaiseen ja oikea-aikaista hoitoa tuottavaan potilasturvallisuuskulttuuriin. Vuoden 2022 Asiakas- ja potilasturvallisuustrategiassa korostetaan asiakkaan/potilaan osallistamista sekä turvallisuuskulttuurin johtamisen ja turvallisuuden vahvistamista. Lääketieteellisen kuvantamisen tehtävänä on auttaa tautien diagnosoimisessa, seuloa syöpiä, osallistua potilaan hoidon suunnitteluun sekä hoitaa ja seurata taudin kulkua erilaisin lääketieteellisen tekniikan menetelmin. Kuvantamisessa käytettävä tekniikka on monimutkaista ja voi ongelmatilanteissa aiheuttaa potilaan vahingoittumisen. Vaaratilanteita aiheuttavat laitehäiriöt ja -viat, virheellinen käyttö, puutteellinen käyttäjäkoulutus tai riittämätön tarkastus, huolto ja ylläpito. Suomessa kuvantamisen säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavien vaaratapahtumien tietoa kerää Säteilyturvakeskus (STUK). Lääkitykseen ja laitteisiin liittyviä vaaratilanneilmoituksia tehdään Fimealle ja Valviraan. Potilasvakutuskeskus (PVK) tilastoi ja käsittelee potilaiden, omaisten ja hoitohenkilökunnan tekemiä potilasvahinkoilmoituksia. Potilasturvallisuuteen liittyviä vaara-, haitta- ja läheltä piti-tapahtumia kerätään erilaisiin sähköisiin vaaratapahtumajärjestelmiin mm. HaiPro. Suomessa tehdään vuosittain n. 6 milj. tutkimusta, joista hammadustutkimuksia 2,3milj. Natiiviröntgentutkimusten vuosittainen määrä on vähentynyt, kun taas TT-tutkimusten määrä on lisääntynyt.

Selvitin väitöskirjatyössäni lääketieteelliseen kuvantamiseen liittyviä vaara-, haitta- ja läheltä piti -tapahtumia Säteilyturvakeskuksetta (STUK), Potilasvakutuskeskuksetta (PVK) sekä sähköisestä vaaratilanneraportoinnista (HaiPro) saadun aineiston avulla. STUKin aineiston perusteella eniten ilmoituksia tehtiin TT-tutki-

muksiin liittyneistä poikkeavista tilanteista 68,3 % ja toiseksi eniten natiivitutkimuksista 27,6 %. Läpivalaisuun, mammografiaan, angiografiaan ja interventiotöimenpiteisiin liittyvien ilmoitusten määrä oli suhteellisen pieni, alle 5%. Potilas altistuu tarpeettomasti säteilylle, jos tutkimus joudutaan uusimaan. Uusinnan syitä voivat olla väärä potilas (nimi ja henkilötunnus tarkistamatta), väärä tutkimus tai ohjelma (TT-tutkimus), väärä puoli (vasen/oikea) tai väärä kohde (esim. polvi tai nilkka), potilaan liikkuminen tutkimuksen aikana, tehosteaineen käytön epäonnistuminen, kuvan katoaminen tai laitteisiin liittyvät ongelmat. Tutkimuksen perusteella suurin osa tarpeettomalle säteilylle altistuneista potilaista oli aikuisia. Heistä 86,5 % altistui tarpeettomalle tai liialliselle säteilylle TT-tutkimuksessa. TT:ssä tarpeettomien säteilyannosten määrä vaihteli 1 mSv:stä yli 20 mSv: iin. Mammo- ja angiografiatutkimuksissa annokset jäivät alle 1 mSv. Suurin efektiivinen annos 40 mSv johtui TT-tutkimuksen analyysitekniikan muuttamisesta kesken tutkimuksen EKG-tahdistuksen jäädessä voimaan ja aiheuttaen potilaalle lisäannoksen. Röntgen- ja TT-laitteiden viallinen toiminta aiheutti useille potilaille tarpeetonta säteilyaltistusta. Suurin altistuneiden määrä (n.14 000) liittyi keuhkojen röntgentutkimuksessa syntyneeseen ylimääräiseen annokseen. Tapahtuman syyinä oli röntgenlaitteen mittauskammion asennuksen aikainen virheellinen kytkentä. Vikaa ei havaittu ja laite ehti olla toiminnassa useita vuosia (v.2008-2015).

Säteilyturvallisuuspoikkeaman syy selvittämisen on tärkeää. Noin kolmasosassa tutkimuksista kuvattiin väärä potilas. Eniten ilmoituksia virheellisesti tunnistetuista potilaista oli TT:ssä (62,4 %) ja natiiviröntgentutkimuksissa (36,6 %). Suurimmat syyt olivat henkilötietojen tarkistamatta jääminen sekä läheteissä olleet virheet. TT:ssä tapahtui eniten laitevikoja ja laitteen käyttöön liittyviä ongelmia. Myös inhimilliseen ja osaamiseen liittyvistä virheistä suurin osa oli tapahtunut TT:ssä. Yleisimmin ilmoitetut syyt liittyivät varjoaineruiskun virheelliseen käyttöön, väärin valittuihin protokolleihin tai kuvattavan kohteena olevaan elimeen väärin sijoitettuihin leik-



## SÄDETURVAPÄIVÄT

keisiin. Natiivikuvauksessa yleisin raportoitu inhimillinen virhe oli kuvan ottaminen väärästä kohteesta (väärä raaja) tai väärältä puolelta (oikea/vasen).

Potilasvakuutuskeskukseen tehtiin eniten mammo- ja seulentamammografioihin, natiiviröntgenkuvauksiin ja magneettitutkimuksiin liittyviä potilasvahinkoilmoituksia. Vähiten ilmoituksia tehtiin ultraäänitutkimuksista.

Yleisimmät syyt mammo- ja seulentatutkimuksien vahinkoilmoituksiin olivat; viivästynyt diagnoosi, väärä tai puutteellinen diagnoosi ja virheellinen tai riittämätön tutkimus. Natiivitutkimuksiin kohdistuneissa ilmoituksissa yleisimpinä syinä olivat; viivästynyt, väärä tai puutteellinen diagnoosi ja hoitovahingosta johtunut infektio tai muu komplikaatio. Magneettitutkimuksissa yleisimpänä syynä oli väärä tai puutteellinen diagnoosi, toisena viivästynyt diagnoosi ja kolmantena hoitovirheestä johtunut infektio tai komplikaatio. Ultraäänitutkimuksesta tehtiin suhteessa muihin eniten ilmoituksia virheellisestä tai riittämättömästä tutkimuksesta. Pisimmät taudin toteamiseen liittyvät viiveet kestivät 1-3 vuotta. Näistä noin puolella oli vaikutusta potilaan ennusteen huonontumiseen, sairauden pahenemiseen, turhaan tai ylimääräiseen hoitoon, syövän tai muun hoidon viivästymiseen ja yhdellä tapauksella kuolemaan. Lopullisten diagnoosien saaminen kesti eri modaliteeteissa yhdestä päivästä yli viiteen vuoteen. Koko aineistosta noin kolmasosalla oli jonkin pituinen diagnostinen viive. Eniten viiveitä oli mammografia- (30%), röntgen- (21,6 %), magneetti- (18 %) ja TT- (14 %) tutkimuksissa. Suurin osa (91,3 %) korvattavista vahingoista liittyivät erilaisiin hoitovahinkoihin. Eniten (29 %) korvattiin natiivitutkimuksiin liittyneitä vahinkoja, magneettitutkimuksista korvattiin 19,7 % ja mammografioista 18,8 %. Röntgentutkimuksiin liittyvissä hoitovahingoissa korvattiin mm. luuston murtumadiagnoosien viivästymisiä ja keuhkokuvatulkinnoissa syöpien havaitsematta jäämisiä. TT-tutkimuksiin liittyvissä vahingoissa korvausta maksettiin hieman alle puolelle tapauksista (45,9 %). Korvauksiin johtaneista syistä yli puolet (55,3%) liittyi viivästymiseen, väärään tai virheelliseen diagnoosiin. Muut olivat ammattistandardin saavuttamatta jääminen, komplikaatiot (infektio, tapaturma), sekä varjoaineen liiallinen käyttö tai sen aiheuttama kudosaaurio.

Henkilökunnan vaaratilanneraportointi kohdistui useimmiten TT- (27 %), röntgen- (16,9 %) ja magneettitutkimuksiin (10,6 %). Haittatapah- tumien osuus ilmoitetuista vaaratapahtumista oli suurin (72,6 %). Noin kolmasosa oli läheltä piti -tapahtumia, kehittämisehdotuksia oli vain 1,2 %. Esihenkilöt arvioivat läheltä piti -tilanteiden seuraukset ja haitat vähäisiksi (37,2 %) tai 'ei haittaa' aiheuttaneiksi (27,9 %). Kohtalaiseksi haitaksi oli arvioitu 7,7% ja vakaviksi alle prosentti. Osassa tapauksista (10,5 %) seurauksia ei pystytty arvioimaan, sillä potilas oli kotiutunut tai siirtynyt toiseen yksikköön, eikä mahdollisista jälkiseuraamuksista ollut tietoa. Esihenkilöiden arvioiden mukaan potilaan riski oli todennäköisimmin vähäinen tai merkityksetön. Kohtalais- ta riskiä liittyi noin kolmasosaan tapauksista, merkittävän riskin ollessa alle 2 % ja vakavan riskin alle 1 %. Esihenkilöinä toimivat lääkärit arvioivat potilaaseen kohdistuneen riskin merkittäväksi 3,5 % ja vakavaksi 1,6 % tapauksista. Merkityksettömiksi riskeiksi oli luokiteltu mm. tiedonkulkuun ja tiedonhallintaan liittyvät tapahtumat, vähäisiksi riskeiksi laiteviat, kohtalaisiksi varjoaineeseen liittyvät ongelmat tai tapaturmat (potilaan kaatuminen tai putoaminen), merkittäväksi potilaan odottamaton allerginen reaktio ja vakavaksi esim. potilastapaturma.

Esityksessäni tuon esille erilaisia esimerkki- tapauksia tehdyistä potilasvahinkoilmoituksista.

### Lähteet:

1. Oedewald, P & Reiman, T. Turvallisuuskriit- tisten organisaatioiden toiminnan erityispiirteet Espoo 2006. VTT Publications 593.
2. STM, 2022:2. Asiakas- ja potilasturvalli- suusstrategia ja toimeenpanosuunnitelma 2022- 2026. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-8464-6>
3. Jabin SR, Schultz T, Hibbert P, Mandel C & Runciman W. Effectiveness of quality improve- ment interventions for patient safety in radiology: a systematic review protocol. JBI database of systematic reviews and implementation reports 2016; 14(9):65-78.
4. Ruonala V (ed.). Number of radiological exami- nations in Finland in 2018. STUK-B 242. October 2019. Helsinki. [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Juha Suutari (STUK)*

# Säteilyturvallisuuden toteutuminen ja turvallisuuskulttuuri kuvantamisessa – STUKin havaintoja

Säteilylain 859/2018 vaatimusten mukaisesti toiminnanharjoittajan johdon on huolehdittava siitä, että organisaation toiminnassa ylläpidetään ja kehitetään hyvää turvallisuuskulttuuria. Vastaavasti toiminnanharjoittajan on huolehdittava siitä, että sen käytettävissä on toiminnan luonteeseen ja laajuuteen katsoen tarpeellinen asiantuntemus sekä riittävät taloudelliset ja henkilöstövoimavarat toiminnan toteuttamiseksi turvallisesti.

Säteilyturvakeskus (STUK) on kohdistanut 2022–2023 valvontaa terveydenhuollon röntgentoiminnassa yliopisto- ja keskussairaaloiden turvallisuuskulttuurin ylläpitoon sekä henkilöresursseihin. Valvontamenetelmänä on ollut anonyymi koko kuvantamisyksikölle lähetetty

ennakkokysely sekä kyselyä seurannut käyttöpaikkatarkastus. Kyselyssä vastaajia on pyydetty arvioimaan, miten hyvin eri väittämät kuvaavat oman organisaation toimintaa. Väittämät käsittelivät mm. johdon toimintaa, turvallisuuden priorisointia päätöksenteossa, organisaation ilmapiiriä, turvallisuushuolien käsittelyä sekä työn tekemisen perusedellytyksiä. Tarkastuksilla on organisaation vastuuhenkilöiden sekä johdon kanssa käyty läpi kyselyn tuloksia sekä keskusteltu henkilöstöresursseista.

Esityksessä käydään läpi turvallisuuskulttuurivalvonnan tuloksia 13 sairaanhoitopiirin ja hyvinvointialueen osalta. Lisäksi esitetään muita Säteilyturvakeskuksen tekemiä valvontahavaintoja turvallisuuskulttuuriin liittyen.



# SÄDETURVAPÄIVÄT

Siru Kaartinen

## Suositus potilaan suojaamisesta röntgentutkimuksissa

Ulkoisia säteilysuojaimia on perinteisesti käytetty ionisoivaa säteilyä hyödyntävässä kuvantamisessa potilaan säteilyherkkien kudosten, elimien ja sikiön suojaamiseksi. Kuvantamistekniikoiden kehittymisen myötä säteilysuojaimien käytön tarve on vähentynyt. Tieteellisten tutkimusten myötä myös tieto kudosten ja elimien säteilyherkkyyksistä on parantunut. (1) Säteilysojainten käyttö terveydenhuollon yksiköissä tulee perustua ajankohtaisiin tieteellisiin tutkimustuloksiin ja niiden perusteella laadittuihin suosituksiin. Suojaukseen liittyvää ohjeistusta on näin ollen tarpeellista päivittää vastaamaan uusinta tieteellistä näyttöä. Suositus pohjautuu vuonna 2022 julkaistuu eurooppalaiseen konsensuseseen potilaiden suojaamisesta röntgentutkimuksissa (1) sekä muihin tieteellisiin julkaisuihin. Suosituksen taustalla on oletus, että kaikki säteilysojain oikeutus- ja optimointikeinot on tehty ennen kuin sojaimen käyttöä harkitaan. Tämä suositus tullaan julkaisemaan Säteilyturvakeskuksen STUK opastaa –julkaisusarjassa.

Säteilysojainten käyttö on kiinteästi yhteydessä säteilyriskiin sekä käytettävän kuvantamismenetelmän teknisiin ominaisuuksiin. Arvioitaessa suojauksen tarvetta on punnittava ulkoisten säteilysojainten käytön hyötyjä ja haittoja (1-3). Säteilysojaimia tulee STUK määräyksen (S/4/2019) mukaan käyttää, mikäli niillä voidaan olennaisesti pienentää potilaan tai sikiön säteilyaltistusta eivätkä sojaimet vaaranna tutkimuksen toteutusta. Hyötyjen ja haittojen arvioinnin kannalta keskeiset huomioitavat asiat ovat:

- Kuvakentän ulkopuolisella säteilysojaimella ei saavuteta olennaista säteilyaltistuksen pienentymistä.
- Kuvakentässä oleva säteilysojain voi vaarantaa tutkimuksen suorituksen joko teknisesti tai mielenkiintoalueen peittymisen takia.
- Vaikka yhdellä potilaalla vaikutus olisi huomattava, tarkastelu on kuitenkin tehtävä väestötasolla, jolloin riskit tyypillisesti kumoavat hyödyt.

Ulkoisen säteilysojain suojaa heikosti potilaan sisältä siroavalta säteilyltä, joten säteilysojai-

men käytöstä on hyötyä vain säteilykeilan lähellä (4). Tällöin myös riski kuvauksen epäonnistumiselle kasvaa, sillä väärin aseteltu säteilysojain voi vaatia kuvauksen uusimisen, aiheuttaa artefakteja kuvaan ja häiritä laitteen annosautomaatiikkaa. Säteilysojainten käytön sijasta säteilyherkkien elimien ja sikiön suojaamiseksi tulisikin keskittyä kuvan tehokkaaseen rajaamiseen. Lisäksi merkittävää hyötyä saadaan laitteen annosautomaatiikkaa käyttämällä, kuvausarvojen optimoinnilla, oikealla kuvaussuunnalla ja potilaan hyvällä valmistelulla tutkimukseen. Näiden keinojen merkitys potilaan suojaamisessa on huomattavasti suurempi kuin ulkoisten säteilysojainten käyttäminen.

Yllä mainittujen tekijöiden vuoksi säteilysojainten käytöllä ei saavuteta olennaista hyötyä eikä ulkoisia säteilysojaimia ole tarpeen käyttää potilaan suojaamiseksi missään modaliteetissa tai tutkimuskohteessa. Tämän suosituksen linjaus eroaa joiltakin osin suojauskäytännöistä, joihin sekä henkilökunta että potilaat ovat totuneet. Koska säteilysojaimen käyttö voi lisätä potilaan turvallisuuden tunnetta, riittävä tiedottaminen sojainten käytön vähentämisen perusteista on ensisijaisen tärkeää. Jos potilaan suojaamisesta arvioidaan kuitenkin olevan hyötyä tutkimuksen sujuvuuden kannalta, eikä samaan tulokseen päästä perustelemalla muiden keinojen riittävyyttä, voi tutkimuksen suorittaja oman arvionsa perusteella käyttää sojaimia, ellei se vaaranna tutkimuksen onnistumista.

1. Hiles P, Gilligan P, Damilakis J, Briers E, Candela-Juan C, Faj D, et al. European consensus on patient contact shielding. *Radiography* 2022 28:353-9
2. Marsh RM, Silosky M. Patient Shielding in Diagnostic Imaging: Discontinuing a Legacy Practice. *American Journal of Roentgenology* 2019 212:755-7
3. Kaplan SL, Magill D, Felice MA, Xiao R, Ali S, Zhu X. Female gonadal shielding with automatic exposure control increases radiation risks. *Pediatr Radiol* 2018 48:227-34
4. AAPM. AAPM Position Statement on the Use of Patient Gonadal and Fetal Shielding PP 32-A. 2019



# SÄDETURVAPÄIVÄT

Juha Peltonen, HUS

## MRI Laadunvarmistus

Magneettikuvaus on teknisesti erittäin vaativa kuvantamismodaliteetti, joka heijastuu myös laadunvarmistuksen toteuttamiseen. Kuvausteknologian kehittymisen aikana on julkaistu lukuisia erilaisia virallisia ja puolivirallisia standardeja erilaisten magneettikuvauslaitteiden suorituskykyä mittaavien käyttäjän testeistä ja näitä tukevista testikappaleista. Suosituksissa esitetyt laadunvarmistusohjelmat eivät ole yhteneviä, vaan niissä on merkittäviä eroja mittausten laajuuden ja suoritusvälin osalta. Suomessa magneettikuvaus laadunvalvonnan toteutuksesta ei ole säädetty kansallisin määräyksiin.

Magneettikuvausten kysynnän jatkuva lisääntyminen on asettanut paineita myös laadunvarmistuksen toteutukselle: laadunvalvontaan käytetty aika ei saisi merkittävästi kuluttaa potilastutkimuksiin käytettävää aikaa. Samalla tutkimukset ovat kehittyneet yhä monipuolisemmiksi ja tärkeämmäksi potilaan hoidon kannalta. Vaikka magneettikuvaus laadunvarmistusta ei käyttäjältä edellytetä, on se käytännössä välttämätöntä tutkimusten tarkkuuden takaamiseksi. Hyvän laadunvarmistusohjelman täytyy siis olla sellainen, jolla pystytään toteamaan laitteen virheellinen toiminta ennen vaikutusta potilastutkimuksiin, mutta joka ei vie ylimääräistä aikaa. Toisin sanoen laadunvarmistusohjelman tulee tavoitella mahdollisimman suurta vaikuttavuutta.

Juuri vaikuttavuus on monen perinteisen magneettikuvaus laadunvarmistustestin haaste. Erilaisilla testikappaleilla tehtävillä kuvauksilla voidaan hyvin tarkastikin havaita laitteen teknisessä toiminnassa tapahtuvia muutoksia. Ongelmana on, että nämä havaitut muutokset eivät välttämättä ole yhteydessä havaittuun kuvanlaatuun todellisissa potilaskuvissa. Syitä tähän lienee käytettyjen testikappaleiden rakenteiden suhteellinen yksinkertaisuus todelliseen anatomiaan verrattuna ja laitteiden

sisäinen optimointi potilaskuvauksiin. Laadunvalvonnan tehostamiseksi tulisivat tunnistaa ne mittaukset, joiden osalta todellinen yhteys potilaskuvien laatuun on tiedossa ja arvioida näille soveltuvat virherajat. Käyttäjän omien testien lisäksi kuvantamislaitteet sisältävät tyypillisesti laitevalmistajan omia testejä laitteen toiminnan ja vastaanottokelojen kunnon arvioimiseksi. Näiden testien etuna on yleensä selkeästi määritelty virherajat, mutta tarkka testin sisältö saattaa joskus jäädä käyttäjälle epäselväksi.

Laadunvalvonnan kehittämiseksi Suomen radiologiyhdistyksen fyysikot ovat julkaisseet oppaan "Magneettikuvaus laadunvalvonnan hyvän käytännön ohjeet". Opas on vapaasti ladattavissa SRY:n fyysikoiden internet sivuilta <https://fyysikot.sry.fi/>. Ohjeessa on esitelty suositeltava magneettikuvaus laadunvarmistusohjelma suoritusväleinen huomioiden laitteen mahdollinen käyttö erityisen vaativiin tutkimuksiin. Ohjeessa on myös kuvattu lyhyesti erilaisia mahdollisia teknisiä testejä sekä avattu testeihin liittyviä vaikutusmekanismeja. Ohjetta tullaan jatkossa päivittämään määrävälein sillä laitteiden ja laadunvalvonnan kehitys tulee todennäköisesti jatkumaan nopeana.

Laadunvalvonnan vaikuttavuuden parantamiseksi on kehitetty uusia menetelmiä kuvanlaadun arvioimiseksi, jossa laitteen suorituskykyä arvioidaan suoraan potilaskuvista. Näiden menetelmien perusajatuksena on muuttaa potilaskuvien kuvaparametrit, kuten kontrasti, kohina ja reunanterävyys, toistettavaksi numeroiksi, joiden muutosta voidaan seurata. Teknisesti potilaskuvista mitattuja parametrejä voidaan verrata radiologin havaitsemaan kuvanlaatuun, jolloin laadunvalvonnassa käytettyjen parametrien ja potilaskuvissa havaitun kuvanlaadun välille voidaan luoda suora yhteys.





## SÄDETURVAPÄIVÄT

Lilli Lehtonen

### MRI: Optimointi käytännössä

Magneettikuvantamisen optimointia voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Näitä ovat muun muassa: tutkimukseen käytettävä aika, kuvanlaatu/artefaktat, saavutettavuus ja keskevä kehitys. Oleellista käytännön magneettikuvantamisessa on se, että saavutetaan riittävän hyvä kuvanlaatu kohtuullisessa ajassa. Yhden kuvauskohteen kuvausaika vaihtelee yleensä 10 minuutista 45 minuuttiin. Kuvausajan keston kasvaessa, potilaasta johtuva liikeartefakta saattaa lisääntyä, jolla on yleensä merkittävä vaikutus kuvanlaatuun. Toisaalta magneettikuvauksen saavutettavuudessa myös aikapaineet ovat yleensä kovat, jotta tutkimuksia voidaan suorittaa mahdollisimman paljon. Tämän vuoksi kuvasarjojen laadukas optimointi on tärkeää.

Kenttävoimakkuudella on merkitystä optimoitaessa tutkimuksia potilaille. 3 Teslan kenttävoimakkuus rajoittaa jonkin verran potilasmateriaalia. Selkeitä vasta-aiheita 3T:n kenttävoimakkuudessa suoritettaville tutkimuksille, ovat potilaan kehossa oleva sisäinen implantti (stimulaattori), joka ei sovellu 3Teslan laitteelle tai metalliproteesi (lonkkaproteesi), joka tuottaa kuvausalueelle kohtuuttomat häiriöt. Tietyt potilasryhmät hyötyvät 3T:n laitteella tehdystä tutkimuksesta. Esimerkiksi prostata-kuvaukset kannattaa aina (kun mahdollista) suorittaa 3T laitteella, koska hyöty on merkittävä verrattuna 1,5T laitteella suoritettuun tutkimukseen. Myös pienet kohteet (ranne, sormet) on hyvä kuvata 3T:n laitteella. Myös neuroradiologisissa tutkimuksissa 3T:n kenttävoimakkuudesta saattaa olla hyötyä joissain tutkimuksissa, vaikka 1,5T:n ja 3T:n kuvanlaatu on ajansaotossa lähentynyt toisiaan.

Metalliarfaktat ovat magneettikuvantamisessa todellinen haaste. Tänä päivänä potilailla on lukuisia määriä erilaisia implantteja/protee-seja, jotka vaikuttavat magneettitutkimusten suorittamiseen. Mikäli kyseessä on pään alueen tutkimuksessa hammasraudat, kannattaa ne poistattaa ennen tutkimusta. Kiinteän metallin (lonkkaproteesi, tahdistin) ollessa kiinnostusalueella, joudutaan käyttämään erilaisia parametrejä/erityissekvenssejä, joilla voidaan vähentää metallin aiheuttamaa artefaktaa.

Rasvasaturaatiomenetelmät ovat erittäin tärkeitä ja käyttökelpoisia lähes jokaisessa magneettitutkimuksessa. Erilaisia rasvasaturaatiotekniikoita on useita erilaisia ja näiden käyttökohteet vaihtelevat kuvauskohteen mukaan. Rasvasaturoiduissa sekvensseissä rasvan signaali poistetaan. Näin voidaan esimerkiksi erottaa, onko kuvauskohteessa rasvaa vai jotain muuta.

Rinnakkaiskuvantamis-/kiihdytysmenetelmillä voidaan jonkin verran nopeuttaa magneettitutkimuksia. Näiden ongelmana on kuitenkin se, että niillä on aina jonkin verran vaikutusta kuvanlaatuun ja tätä tarvitsee yleensä kompensoida jollain tavalla tai joudutaan hyväksymään huonompi kuvanlaatu. Ajallinen säästö ei välttämättä ole kovinkaan merkittävä, mutta ne ovat käyttökelpoinen optimointimenetelmä.

Potilaan asettelulla on edelleen suuri merkitys röntgenhoitajan työssä. Isocentrissä (putken keskellä) kuvanlaatu on parempi kuin aseteltassa kuvauskohde off-centeriin (esim. ranne potilaan vartalon vieressä). Vaikka putken halkaisijat ovat vuosin saatossa kasvaneet, magneettikentät eivät ole yhtä homogeenisia putken reunoilla ja tällä on merkitystä kuvanlaatuun (esim. rasvasaturaation pettäminen). Myös kelavalinnoilla ja kelojen asemoinnilla on merkitystä kuvanlaatuun.

Tekoäly on uudempi innovaatio magneettikuvantamisessa ja sitä on voitu hyödyntää vasta muutaman vuoden ajan. Tällä hetkellä tekoäly toimii yleisesti TSE (turbo spin echo) -sarjoissa. Tutkimusten keston tekoälyllä on ollut iso vaikutus ja kuvausten kesto on voinut laskea ainakin noin puoleen, jos ei jopa kolmannekseen aiempaan verrattuna (esim. ranka-, polvi-, olkapää tutkimukset). Tekoälystä on jo nyt suuri hyöty, jos potilas on erittäin kivulias tai klaustrofobinen. Kun tutkimus voidaan suorittaa huomattavasti nopeammin aiempaan verrattuna, se mahdollistaa suuremman tutkimusflow:n ja tekee magneettitutkimuksista entistä saavutettavampia ja säästöjä syntyy, kun esim. anestesiaturkimukset eivät sido laitetta ja resursseja pitkiä aikoja.

SAR (specific absorption rate) -optimointi on keskeistä röntgenhoitaja työssä. SAR-arvo ku-



## SÄDETURVAPÄIVÄT

vaa elektromagneettisen energian imeytymistä kudoksiin. SAR-arvon laskentaan vaikuttavat mm. potilaan paino, sukupuoli, ikä. Magneettitutkimuksissa voidaan operoida ns. Normal Modessa (2W/kg) tai First Levelillä (4W/kg). Potilaan tarpeetonta lämmitystä tulisi aina välttää, mutta erityisryhmillä, kuten lapsi-, anestesia- tai sydämentahdistinpotilaat, Normal Moden käyttäminen on välttämätöntä. Lisäksi stimulaattoripotilaita kuvattaessa joudutaan usein noudattamaan edellä mainittuja huomattavasti alhaisempia raja-arvoja ja tässä korostuu parametrien optimointi ja moniammatillinen yhteistyö fyysikon kanssa.



# SÄDETURVAPÄIVÄT

Pia Oksanen, LT, TAYS, Pirha

## Maksavaurion etiologia

Epäily maksavauriosta syntyy joko poikkeavien laboratoriotestien, kuvantamisen, leikkauksessa todetun poikkeavan maksan tai potilaan kliinisen tilan perusteella. Pitkälle edenneessä maksavauriossa transaminaasit (ALAT, ASAT) saattavat olla viitetasossa tai ainoastaan lievästi koholla, mikä asettaa haasteita maksavaurion havaitsemiselle. Maksan toimintakokeet (INR tai TT, albumiini) antavat tuolloin paremman kuvan maksan tilasta. Mikäli laboratoriotestit ovat poikkeavat tai kuvantamisessa todetaan maksakirroosiin sopivat löydökset, suositellaan tutkittavaksi maksasairauksien etiologiset kokeet (Taulukko 1).

Yleisimmät syyt maksakirroosille ovat Suomessa alkoholin haitallinen käyttö ja metabolinen oireyhtymä. Muita syitä ovat krooniset virushepatiitit (B- ja C-hepatiitti), maksan autoimmuuni- ja kolestaattiset sairaudet (autoimmuunihepatiitti, primaarinen biliaarinen kolangiitti ja primaarinen sklerosoiva kolangiitti) sekä kertymäsairaudet (hemokromatoosi, antitrypsiinin puutos ja Wilsonin tauti). Akuutin maksavaurion voivat aiheuttaa myös lääkkeet ja luontaistuotteet.

Maksafibroosin arvioimiseksi on kehitetty indeksejä, jotka perustuvat tavallisiin labo-

ratoriotesteihin. Näitä käytetään esimerkiksi ei-alkoholiperäisen rasvamaksan seurannassa (FIB-4) ja C-hepatiitin hoitoarviossa (APRI). Mikäli ne ennustavat merkittävää fibroosia, potilaalle suositellaan tehtäväksi elastografia, jolla saadaan arvioitua tarkemmin fibroosin aste. Tulos vaikuttaa hoidon tai seurannan suunnitteluun ja sen kiireellisyyteen.

Maksakirroosi yleistyy Suomessa, samoin siihen liittyvä kuolleisuus. Poikkeavien maksan arvojen tai kuvantamislöydöksen tulisi johtaa syyn etsimiseen ja maksan tilan arvioimiseen, jotta maksakirroosi voidaan todeta mahdollisimman varhain ja estää komplikaatioiden kehittyminen.

### Kirjallisuutta:

Åberg F, Arkkila P. Maksakirroosi – tunnista yleistyvää kansantautimme varhain. Suom Lääkäril 2017;72:2002–7.

Newsome PN, Cramb R, Davison SM, et al. Guidelines on the management of abnormal liver blood tests. Gut 2018;67:6–19.

EASL CPG DILI. J Hepatol 2019;70:1222–61.

Ei-alkoholiperäinen rasvamaksatauti (NAFLD). Käypä hoito -suositus. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2020.

## Maksakirroosin etiologia ja keskeiset tutkimukset

Etiologia	Tutkimukset
Alkoholin haitallinen käyttö	Anamneesi, fosfatidyylietanoli (B-PEth), IgA, punasolujen keskitilavuus (MCV), glutamyyli transferaasi (GT), desialotransferiini (CDT)
Metabolinen oireyhtymä	Painoindeksi, vyötärönympäryys, verensokeri, hemoglobiini -A1c, lipidit, verenpaine, FIB -4
Krooninen virushepatiitti	B-hepatiitin s -antigeeni (HBsAg), B-hepatiitin s - ja c-antigeenien vasta-aineet (HBsAb, HBcAb), C-hepatiitivasta-aineet (HCVAb)
Autoimmuunihepatiitti	Tumavasta-aineet (ANAAb), sileälihasvasta-aineet (SiliAb), IgG
Primaarinen biliaarinen kolangiitti	Mitokondriovasta-aineet (MitoAb), IgM
Primaarinen sklerosoiva kolangiitti	Anamneesi (koliitti), alkalinen fosfataasi (AFOS), ANCA vasta-aineet (ANCAAb), magneettikolangiografia (MRC), tarvittaessa endoskooppinen retrogradinen kolangiografia (ERC)
Hemokromatoosi	Transferriniin rautakylläisyys (Trfesaat), ferritiini, (HFE-genotyypitys)
Antitrypsiinin puutos	Antitrypsiini, (alfa-1-antitrypsiinin genotyypitys)
Wilsonin tauti	Keruloplasmiini, vuorokausivirtsan kupari

Pirkanmaan  
hyvinvointialue

Åberg ja Arkkila SLL37/2017

Taulukko 1.



# SÄDETURVAPÄIVÄT

Johanna Kallio, LT, radiologi, TYKS

## Maksan kuvantamisen perusteita

Maksataudit ovat yleistyneet nopeasti viime vuosina, aiheuttaen jopa viidesosan työikäisten miesten kuolemista Suomessa. Rasvamaksakin on aikuisväestössä jo noin kolmanneksella. Luennolla tarkastellaan maksatautien näkökulmasta maksan kuvantamista, ja sitä miten pystymme parhaiten ja kustannustehokkaasti vastaamaan lisääntyvään kliiniseen tarpeeseen. Potilaan saama diagnoosi jo kehittyneestä maksasairaudesta tutkitusti lisää merkittävästi potilaan motivaatiota tehdä elintapamuutoksia. Non-invasiivinen diagnostiikka on oleellista, jotta taudin kehittymiseen ja potilaan ennusteeseen voidaan vaikuttaa.

Maksataudit ovat usein oireettomia tai vähäoireisia kunnes potentiaalisesti fataali komplikaatio ilmenee. Tämä asettaa kuvantamiselle haasteen seuloa ja löytää näitä tauteja oikea-aikaisesti, ja edelleen diagnosoida komplikaatiota hoidon avuksi. Kroonisten maksasairauksien komplikaatioita ovat mm. portahypertensio-kollateraalit, vuoto, tromboosit, maksatuumorit kuten HCC (hepatocellular carcinoma).

Luennolla arvioidaan eri modaaliteettien ominaisuuksia maksatautien selvittelyssä keskittyen erityisesti kroonisiin maksasairauksiin kuten rasvamaksaan, steatoheptaiittiin, kirroosiin ja niihin liittyviin löydöksiin. Arvioimme eri modaaliteettien käyttökelpoisuutta jokapäiväisessä diagnostiikassa, ja katsomme myös mahdollisia uudempiä menetelmiä, jotka voisivat parantaa diagnostiikkaa.

### Ultraääni

Ultraääni (UÄ) on matalaenergistä ääniaaltoa, ja käyttäytyy kuvannettaessa äänen tavoin. Se on turvallinen, säteetön, kustannustehokas, ja laajalti saatavilla oleva menetelmä. Se toimii hyvänä seulonta-tyyppisenä työkaluna, joka pystyy luotettavasti erottamaan normaalimaksan, erottaa luotettavasti myös kohtalaisen ja voimakasasteisen rasvamaksan visuaalisella kvalitatiivisella analyysillä missä maksan kaikuisuutta verrataan viereisen munuaiskorteksin kaikuisuuteen. Sillä on kuitenkin suuri inter-reader vaihtelu, tekijästä mutta myös potilaan ominaisuuksista johtuen.

Eikä sen spesifisyys ja sensitiivisyys riitä esim. rasvoittumisen vaikeusasteen arviointiin tai monitorointiin obeeseilla potilailla.

Maksatautien komplikaatioiden ja kirroosin arvioissa UÄ on tärkeä hyvän saatavuutensa ansiosta. Ultraäänen erityistekniikat, kuten elastografia, doppler ja varjoaine auttavat maksataudin vaikeusasteen arvioissa ja komplikaatioiden selvittämisessä. Ultraäänellä voidaan tarkastella tyyppisten portahypertension anatomisia löydöksiä (vena portaen leveneminen, portovenöosit kollateraalit, pernan suureneminen, ascites) sekä lisäksi dopplerilla päästään näkemään vena portaen ja hepaticojen virtausta sekä voidaan paremmin todentaa vena umbilikaliksen rekanalisaatiota. Varjoaineella voidaan taas saada esille esim biopsoitava kohde kuten adenooma tai HCC hypervaskulaarisena tai tarkastella yksittäisen maksaleesion käyttäytymistä dynaamisesti.

Elastografia maksafibroosin vaikeusasteen arvioissa tulee todennäköisesti lisääntymään tulevina vuosina. Potilaat, joilla on suuri fibroosiriski, tulisikin tehdä elastografia NAFLD -käypä hoito suosituksen mukaisesti. Elastografiassa seurataan paineaallon käyttäytymistä kudoksessa, ja päätellään tästä maksan kimmoisuutta. Mitä nopeammin paineaalto etenee sitä kovempi eli fibroottisempi on maksa. Nykyiset UÄ-elastografiatekniikat perustuvat ns leikkausaaltoon, näitä ovat pSWE (Point shear wave elastography) ja 2D-SWE (Two-dimensional shear wave elastography) -menetelmät. Mittaussuure voi olla jo kPa tai m/s. Isoimmilla laitevalmistajilla vähän erilaista samantyyppistä tekniikkaa ja myös valmiita raportointityökaluja olemassa.

### Tietokonetomografia

Tietokonetomografialla (TT) saadaan nopeasti korkean resoluution, toistettava kuvaus. Sädehygienian ja kuvausindikaatio vaikuttavat protokollan valintaan, mutta uusimmista tekniikoista esim. deep learning vähentää sädeannosta. Maksan omintakeinen verenkierto mahdollistaa moninaiset varjoainetehosteiset protokollat, ja maksatautien diagnostiikkaa laajalti.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

Natiivikuvauksesta voi, luotettavimmin kuin varjoainesarjoista, päätellä maksan rasvoittumista, mikä on kääntäen verrannollista maksan tiheyteen ja HU-arvoihin. Maksan HU natiivissa normaalisti n 60 ollen vähän pernaa tiiviimpi. TT:n kuvausmäärien lisääntyessä eri syistä, myös sattuimalöydöksenä esille tullut maksatauti, kirroosi, portahypertensio tai pelkästään maksan rasvoittuminen alkaa olla tavallista. Tästä syystä on tärkeää, että myös varjoainetehosteisista kuvista pyrimme arvioimaan maksan rasvoittumista ja muita maksatautien piirteitä. Portahypertensio verisuonimuutokset erottuvat TT:ssä hyvin, samoin muut kirroosin piirteet.

### Magneettikuvaus

Magneettikuvauksella (MK) saadaan jo ilman varjoainetta paljon tietoa maksasta, sillä magneetilla on paras pehmytkudoksen erottelukyky, T2-, T1- ja diffuusio-kontrastin takia. MK on säteetön mutta haasteena saatavuus ja ko-operaatio. Saatavuus on kuitenkin viime aikoina parantunut.

Rasvamaksan määrittäminen MK:lla perustuu maksan ja veden protonin Larmor-taajuuksien väliseen vaihe-eroon eli chemical shift-kuvaukseen. Visuaalisesti tämä on helposti erotettavissa 2D in-opp-sekvenssillä tai 3D dixon-menetelmällä. Mikäli maksassa on rasvaa, sen signaali laskee opposiittivaiheen kuvasarjassa, missä rasvan ja veden protonit ovat vastakkaisessa vaiheessa ja vähentävät toistensa signaalia. Kvantitatiivinen PDFF-kuvaus (proton density fat fraction) perustuu samaan magneettifysiikkaan kuin visuaalinen analyysi. Sitä pidetään tarkkana ja toistettavana mittauksena soveltuena myös hoidon monitorointiin, ja esimerkiksi tutkimuskäyttöön.

Maksan rautakuorman määrittäminen taas perustuu raudan magneettisuuden aiheuttamaan protonien epävaiheistumiseen, mikä nopeuttaa T2-relaksaatiota (R2 tai R2\*, relaksaationopeus) laskien magneettikuvan signaalia. Relaksaationopeus onkin suoraan verrannollinen maksan rautakonsentraatioon, ja voidaan kvantifioida. Mitä pidempi on magneettikuvan kaiku-aika (TE, time of echo), sitä enemmän raudan epävaiheistumista on ehtinyt tapahtua ja sitä tummempi eli niukkasignaalisempi on kuva. Tämä voidaan nähdä myös rautaherkän in-opp-sekvenssin pidemmän kaiun (TE) kuvassa, joka on kliinisillä laitteilla yleensä aina in-vaiheessa. Em. menetelmällä saadaan esille nopeasti lieväasteinenkin rautaylimäärä esim. hemokromatoosissa.

### Kirjallisuus

Barr RG, Wilson SR, Rubens D et al. MD. Update to the Society of Radiologists in Ultrasound Liver Elastography Consensus Statement Radiology 2020; 296:263–274

Dow-Mu Koh and Collins D. Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. AJR 2007; 188:1622–1635

Ei-alkoholiperäinen rasvamaksatauti (NAFLD). Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Yleislääketieteen yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2020. Saatavilla internetissä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Ferraioli G, Kumar V, Ozturk A. Attenuation for Liver Fat Quantification: An AIUM-RSNA QIBA Pulse-Echo Quantitative Ultrasound Initiative. Radiology 2022; 302:495–506

Hernaez R, Lazo M, Bonekamp S. Diagnostic Accuracy and Reliability of Ultrasonography for the Detection of Fatty Liver: A Meta-Analysis. Hepatology. 2011 September 2; 54(3): 1082–1090.

Nykänen P. Maksa pettä. Suom Lääkäril 2023; 39-40:1471

Qayyum A. Diffusion-weighted imaging in the abdomen and pelvis: concepts and applications. Radiographics. 2009 Oct;29(6):1797-810.

Starekova J, Hernando D, Pickhardt P et al. Quantification of Liver Fat Content with CT and MRI: State of the Art. Radiology 2021; 301:250–262

Shetty A, Sipe A, Zulfiqar M. In-Phase and Opposed-Phase Imaging: Applications of Chemical Shift and Magnetic Susceptibility in the Chest and Abdomen. RadioGraphics 2019; 39:115–13

Virtanen J, Pudas T, Ratilainen J. Iron overload: accuracy of in-phase and out-of-phase MRI as a quick method to evaluate liver iron load in hematological malignancies and chronic liver disease. The British Journal of Radiology, 85 (2012), e162–e167

Zhang YN, Fowler KJ, Hamilton G et al. Liver fat imaging—a clinical overview of ultrasound, CT, and MR imaging. Br J Radiol 2018; 91: 20170959

Åberg F, Männistö V, Mäkelä P. Maksatauti-kuoleisuus on kasvussa. Suom Lääkäril 2023; 78 : e37569 [www.laakarilehti.fi/e37569](http://www.laakarilehti.fi/e37569)



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Dmitri Hmelnikov, HUS*

### LIRADS - mitä siitä?

Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS) on kansainvälisessä moniammatillisessa työryhmässä kehitetty dynaaminen luokitusjärjestelmä maksaleesioiden radiologiseksi karakterisoimiseksi, joka on suunniteltu parantamaan viestintä eri ammattilaisryhmien välillä, potilaiden hoitoa, koulutusta ja tieteellistä tutkimusta.

Luokitusjärjestelmä on tarkoitettu käytettäväksi maksassa, jossa on HCC:n riskitekijöitä (esim. maksakirroosi, krooninen HBV ilman kirroosia, nykyinen tai aikaisempi HCC). LI-RADS:ia ei ole tarkoitettu käytettäväksi alle 18-vuotiailla potilailla, joilla on synnynnäisen maksafibroosin aiheuttama kirroosi tai verisuonisairauksista johtuva kirroosi (esimerkiksi Budd-Chiarin oireyhtymä).

LI-RADS pisteet vaihtelevat LR-1:stä (100 % benigni) LR-5:een (100 % definitiivinen HCC):

LR-1 (100 % benigni)

LR-2 (todennäköisesti benigni)

LR-3 (keskimääräinen todennäköisyys HCC:lle)

LR-4 (todennäköisesti HCC)

LR-5 (100 % definitiivinen HCC)

Kuvantamislöydösten pääkriteerit johtavat suoraan LI-RADS pisteiden määrittämiseen. Pääkriteerit (Major criteria) ovat seuraavat: ei-rengasmainen tehostuminen valtimovaiheessa, leesio-ko, ei-perifeerinen huuhtouma "wash-out", tehostuva kapseli/pseudokapseli, kynnyskasvu. Jos arviointi on epäselvää, liitännäislöydökset voivat olla hyödylliset. Liitännäislöydökset voivat parantaa diagnostista luottamusta ja muuttaa pahanlaatuisuuden todennäköisyyttä korottaen tai alentaen LI-RADS-luokkaa. Paitsi, että liitännäislöydöksiä ei voida käyttää LR-4:stä LR-5:een korottamiseen, koska niillä ei ole riittävää spesifisyyttä HCC:lle. Liitännäislöydökset ovat joko hyvänlaatuisuutta tai pahanlaatuisuutta suosivat löydökset ja tarkemmin näitä käsitellään esitelmässä.

LR-1 (100% benigni) ja LR-2 (todennäköisesti benigni) leesioiden esimerkit: kysta, heman-giooma, perfuusiohäiriö, hypertrofinen pseudomassa, konfluoiva maksafibroosi, fokaalinen arpi. Myös samaan kategoriaan kuuluu erillinen kyhmy ilman pahanlaatuisia kuvantamisominaisuuksia (nodulus alle 20 mm ja ilman HCC:n pääpiirteitä, ilman LR-M kuvantamisominaisuuksia, ilman pahanlaatuisuuden viittaavia liitännäislöydöksiä).

LI-RADS sisältää myös erikoisluokkia, kuten LR-M (malignant), jotka ovat todennäköisesti tai varmasti pahanlaatuisia, mutta ei tyypillisesti HCC:t, esimerkiksi epätyypillisillä kuvantamisominaisuuksilla HCC, iCCA (intrahepatic colangiocarcinoma), cHCC-CCA (combination HCC-CCA), muut primäärit tai metastaattiset pahanlaatuiset kasvaimet. Erotusdiagnostisesti samaan kategoriaan kuuluvat myös tietyt hyvänlaatuiset leesiot kuten sklerosoiva hemangiooma ja abskessit.

Toinen erikoisluokka on LR-TIV (tumor in vein) eli maligni pehmytkudos laskimossa riippumatta siitä, onko taustalla olevaa parenkymaalinen maligni tuumori erotettavissa tai ei. Muut pahanlaatuiset kasvaimet kuin HCC voivat tunkeutua porta- tai maksalaskimoihin.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Jonte Markkanen*

# Maksatumoreiden toimenpideradiologiset hoidot

Toimenpideradiologialla on merkittävä rooli maksatumoreiden ja -metastaasien hoidossa. Toimenpideradiologista hoitoa voidaan antaa mini-invasiivisesti ja perinteiseen kirurgiaan verrattuna vähäisemmällä riskellä sekä lyhyemmällä toipumisajalla. Toimenpideradiologisia hoitovaihtoehtoja ja -tekniikoita ovat mm:

**Transarteriaalinen kemoembolisaatio (TACE):** TACE-toimenpiteessä potilaalle annetaan sytostaattia lisäämällä se suoraan kasvainta syöttävään verisuoneen. Maksakasvaimet saavat valtaosan verenkierrostaan maksavaltimon kautta. Katetroimalla maksavaltimo tai sen kasvainta suonittava haara voidaan sytostaattia antaa kohdennetusti suoraan kasvaimen. Tämän jälkeen valtimo tukitaan embolisaatiolla, mikä johtaa kasvaimen iskemiaan ja edelleen nekroosiin. TACE-hoidot ovat erityisen hyödyllisiä hoidettaessa HCC:aa.

**Transarteriaalinen sädehoito-embolisaatio (TARE):** TARE-hoidossa (usein käytetään myös lyhennettä SIRT, Selective Internal Radiation Therapy), maksavaltimoon ruiskutetaan pieniä radioaktiivisia partikkeleita. Partikkelit kulkeutuvat kasvaimen pieniin valtimohaaroihin, jolloin sädeannos kohdistuu kasvainsoluihin terveiden maksan sijasta. TARE-hoitoa käytetään sekä primaaristen maksakasvainten että metastaasien hoidossa.

**Radioablaatio (RFA):** Radioablaatiossa kasvaimen viedään ohut neulamainen anturi, jonka kärki lähettää radiotaajuuksista energiaa, joka kuumentaa ja tuhoaa kasvainkudosta. RFA on hyödyllinen hoidettaessa pienikokoisia maksakasvaimia tai metastaaseja. Hoidon kohdistaminen oikeaan paikkaan edellyttää anturin viemistä kasvaimen UÄ- tai CT-ohjauksessa.

**Mikroaaltoablaatio (MWA):** Samankaltainen toimenpide kuin RFA mutta radioaaltojen sijaan käytetään mikroaaltoja anturin lämmittämiseen ja kasvaimen tuhoamiseen. Mikroaalloilla saadaan aikaan korkeampi lämpötila radioaaltoja nopeammin, minkä vuoksi mikroaaltoablaatio on usein RFA:ta nopeampi ja tehokkaampi hoitomuoto. Myös mikroaaltoablaatio edellyttää kuvantamisohjausta anturin tuumoriin viemiseksi.

**Kryoablaatio:** Kryoablaatiossa kasvainkudos tuhotaan jäädyttämällä se. Kasvaimen viedään erikoisvalmisteen neula, jonka kautta kierrätetään erittäin kylmiä kaasuja. Toimenpide on harvinaisempi kuin RFA tai MWA mutta joissain tapauksissa hyödyllinen.

**Irreversiibeli elektroporeesi (IRE):** Elektroporeesissa kasvaimen viedään elektrodit, joihin johdetaan lyhyitä, voimakkaita sähköpurkauksia. Sähköpurkausten seurauksena solukalvoihin muodostuu pysyviä kanavia, jotka johtavat soluvaurioon ja apoptoosiin. Elektroporeesi on työläs hoitomuoto mutta sillä voidaan hoitaa kohteita, joiden ympärillä olevien rakenteiden (esim. sappitiehyet) ei haluta vaurioituvan.

**Perkutaaninen etanoli-injektio (PEI):** Perkutaanisessa etanoli-injektiossa ruiskutetaan etanolia suoraan kasvaimen. Etanoli tuhoaa kasvainsoluja kuivattamalla niitä sekä aiheuttamalla soluvauriota.

**Yhdistelmähoidot:** Toisinaan toimenpideradiologisia hoitoja yhdistämällä saavutetaan parempi lopputulos kuin yksittäisellä hoitomuodolla. Esimerkiksi TACE-hoito vähentää tuumorin verenkiertoa, mikä johtaa parempaan polttojälkeen mikroaaltoablaatiossa.

Käytettävä hoitomuoto riippuu monesta asiasta, mukaan lukien kasvaimen tyyppi, sen koko ja sijainti sekä mahdollinen leviäminen. Myös potilaan voinnilla on suuri merkitys hoitomuotoa valittaessa. Toimenpideradiologit tekevät tiivistä yhteistyötä kirurgien ja onkologien kanssa parhaan mahdollisen hoitomuodon valitsemisessa.



# SÄDETURVAPÄIVÄT

El Niklas Ånäs, Tays päivystysradiologia

## Appendisiitti; miten kuvataan ja avainlöydökset

### Appendixin anatomiaa

- caecumin pohjasta lähtevä 2–20 cm pitkä putki, 2–13 mm paksu (aikuiset) ja 3–9 mm (lapset)
- Caecumin pohja sijaitsee tyypillisesti Mc Burney'n pisteen tienoilla, mutta variaatiota on varsin paljon
- Raskaana kohtu nostaa tyypillisesti caecumin pohjaa lähemmäs maksaa

### Komplisoitumattoman appendisiitin kuvantamislöydökset

- 7-9 mm cutoff CT:ssä standardi, UÄ:ssä 6 mm
  - Kuitenkin yli 6 mm appendix 42 % aikuisista, eli 6–10 mm välimaastossa löydös on tasoa epäilyttävä pelkän poikkimitan perusteella
- Seinämän paksuuntuminen > 3 mm
- Seinämän voimakas tehostuminen / hyperemia dopplerissa
- Periappendikulaarisen rasvan ödeema
- UÄ:ssä tulehtunut appendix ei ole kompromitavissa lyttyyn ja kipu osuu samaan kohtaan
- APPAC kriteerit: >6 mm, + 1 yllä olevista

### Komplisoivia tekijöitä: Fekoliitti

- APPAC piti > 3 mm fekoliittia appendixin tyvessä merkittävänä
- Vähentää selvästi konservatiivisen hoidon onnistumisen mahdollisuutta

### Komplisoivia tekijöitä: Perforaatio

- Tehostuvan seinämän katkeama
- Ei välttämättä tarkoita lumenin ulkopuolista kaasua, vaikka se onkin merkki perforaatiosta
- Useimmiten paikallinen peittynyt perforaatio ilman laajempaa perforaatiokaasua

### Komplisoivia tekijöitä: Abskessi

- Muuttaa hoidon linjaa mahdollisesti
  - Ensimmäisen abskessin dreneeraus
  - Leikkaus mahdollisesti myöhemmin
- Usein umpilisäketä vaikea löytää abskessin seasta, lokaatio johtaa oikeille raiteille
- Käytännössä perforaation komplikaatio

### Komplisoivia tekijöitä: Tuumori

- Suurin osa menee ohi kuvantamisen, kun epäillään akuuttia appendisiittiä

### Kuvantamisprotokollat

- CT venavaiheessa on hyvin sensitiivinen ja spesifinen
  - Myös CT ilman varjoainetta on varsin hyvä. Juotosta ei ole apua
- UÄ on tekijäriippuvainen tutkimus
  - Lapsilla ja nuorilla hoikilla aikuisilla usein hyvä osoittamaan appendisiitin
    - Perus vatsa-anturi usein turhan karkea – Acutassa käytössä L9 lineaari, johon suolisto-ohjelma rakennettuna aikuisille, lapsille vastaava L10-12
- MRI raskaina oleville Taysin tyyliin:
  - 1. T2 trufi, cor 2. T2 haste ax, cor 3. ax diffuusio 4. T2 fs ax 5. T1 ax

### Gastrokirurgin terveiset

- APPAC-tutkimus ei käytännössä ole vienyt hoitoa konservatiivisempaan suuntaan
- Uusinta riski on suuri -> leikkaamalla kerralla kuntoon
- Appendixin tuumorit jäävät hoitamatta konservatiivisella lähestymisellä, nämä harvoin näkyvät CT:ssä
- CT on hyvä, mutta ei täydellinen komplisoivien tekijöiden osoittamisessa
- Täydellisessä maailmassa aina ensin UÄ < 60 v, reaali maailmassa kuvantamisresurssi ei riitä, joten UÄ ensin lapsille ja hoikille nuorille aikuisille
- Raskaana olevilla UÄ -> MRI

### Lastenkirurgin terveiset

- Yli 95 % kuvataan ennen leikkausta, nykyään viattomia umpisuolia menee poistoon yksittäisiä vuodessa
- UÄ on primaarikuvantamisen menetelmä ja ensisijainen menetelmä komplikaatioiden hakuun, yleensä lapsilla CRP > 70 -> komplisoitunut tauti
- Harvoin tarvitaan CT esimerkiksi periappendikulaariabskessin osoittamiseen, yleensä





# SÄDETURVAPÄIVÄT

teinejä, joilla UÄ näkyvyys ei riitä

- MRI tekee tuloaan diagnostiikkaan lapsilla, ei vielä meillä rutiinikäytössä

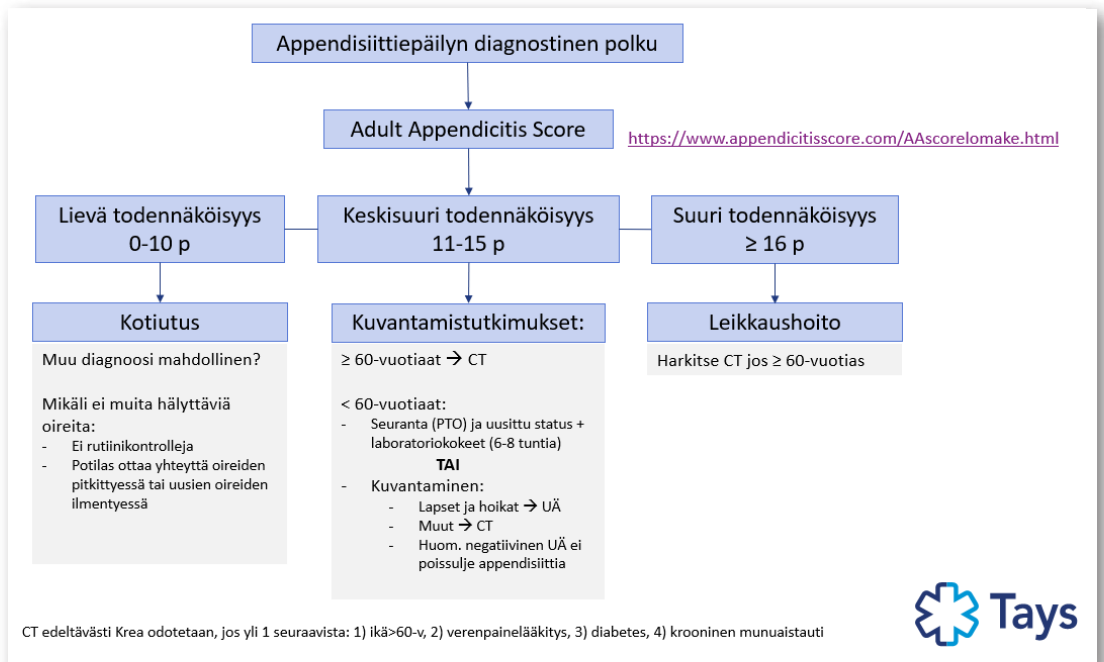
## Yhteenveto

- CT:llä, UÄ:llä ja MRI:llä on paikkansa appendisiitin diagnostiikassa
  - CT on työjuhta ja riittää valtaosaan tapauksista
  - UÄ lapsilla, nuorilla hoikilla aikuisilla ja raskaana olevilla primaaritutkimus
- MRI raskaana oleville
- Tyypilöydöksiin kuuluu komplisoitumattomassa appendisiitissa turvonnut appendix ja periappendikulaarinen ödeema
  - Komplisoivina tekijöinä fekoliitit, perforaatio ja abskessi

## Lähteet

- Kiitokset Gastrokirurgi Mika Ukkoselle ja lastenkirurgi Topi Luodolle kommenteista
- APPAC-tutkimus
- Tays Appendisiitin hoitoketju
- Paajanen Hannu; Umpilisäketulehduksen hoito on muuttunut konservatiivisemmaksi; Suom Lääkäril; 2023;78:e37032
- Nuno Pinto Leite, José M. Pereira, Rui Cunha, Pedro Pinto, and Claude Sirlin CT Evaluation of Appendicitis and Its Complications: Imaging Techniques and Key Diagnostic Findings AJR vol 185, issue 2;
- Kangaspunta H, Tahkola K, Wirta EV, Kotaluoto S, Laukkarinen J, Ukkonen M. Preoperative computed tomography is poor in detecting tumors of the appendix among patients with acute appendicitis: A cohort study of 5,224 appendectomies. J Trauma Acute Care Surg. 2020 mar;88(3):396-401

## Liitteet





## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Elina Järvenpää, Radiologi ja Pekka Peroja, gastrokirurgi*

### Leikattu vatsa, akuutit komplikaatiot

Vatsan alueen leikkausten akuutit komplikaatiot voivat olla henkeä uhkaavia, mutta tavanomaisimmat komplikaatiot eivät uhkaa. Tavallisia komplikaatioita ovat pienet haavainfektiot/abskessit sekä verenvuodot. Vakavimpia komplikaatioita on mm leikkauksen jälkeinen suuri vuoto, sauman vuodot eli lekaasit ja perforaatiot. Varsinkin vakavissa komplikaatioissa klinikon ja radiologin yhteistyö on ensiarvoisen tärkeää. Kliinikko voi hyötyä, jos hän arvioi kuvat yhdessä radiologin kanssa ja tämän avulla voi valita optimaalisen leikkaus-/hoitosuunnitelman potilaalle. Yhteistyön avulla voidaan arvioida mahdollisen per oraalisen tai rektaalisen varjoaineen käyttöä.

Paiseita voi tulla jokaisen vatsa-alueen leikkauksen jälkeen, mutta riski on korostunut potilailla, joilla tehdään suolileikkauksia tai jos leikkaus tehdään infektiotilanteessa. Paise muodostuu tulehduspesäkkeen rajautuessa. Paiseiden hoidossa radiologian rooli on äärimmäisen tärkeää, jotta tulehduspesäkkeen saneerauksen voi tehdä mini-invasiivisesti uä- tai TT-ohjatulla dreneerauksella. Tästä huolimatta joissain tapauksissa joudutaan paise hoitamaan kirurgisesti.

Tyräleikkauksien jälkeisissä komplikaatioissa harvoin vaaditaan radiologisia tutkimuksia, poikkeuksena tässä ryhmässä on suolentoimintomuus eli epäselvä ileus leikkauksen jälkeen. Joskus ileuksen taustalla voi olla tyrän uusiutuminen siten, että pinnallisesti ei nähdä poikkeavaa ja tällöin radiologinen tutkimus on ainut ei-invasiivinen menetelmä sen toteamiseen.

Suoliperforaatiot voivat syntyä iatrogeenisesti minkä tahansa leikkauksen yhteydessä, jossa ollaan vatsaontelossa. Mikäli vaurio on havaittu leikkauksen aikana, korjataan vaurio samantien, mutta osa vaurioista jää huomaamatta ja täten huomataan jälkikäteen. Perforaatio huomataan yleensä joko poikkeavasta vatsakivusta tai infektiioireilun taustalta. Tällöin kuvantaminen tuo selvyyttä tilanteeseen ja voi helpottaa korjaavaa leikkausta.

Saumalekaasit ovat yksi vakavimmista komplikaatioista vatsa-alueen leikkauksen jälkeen. Lekaasien syntymekanismit ovat tuntemattomat, mutta esimerkiksi tupakointi ja kortisonin käyttö lisäävät lekaasin riskiä. Lekaasien määrät vaihtelevat myös leikkauskohtaisesti yleisesti lekaasiriski on pieni ohutsuoli-ohutsuolisaumalla ja suurin paksusuoli-paksusuolisaumalla. Lekaasia epäillessä varmistetaan epäilyä kuvantamisella. Yleisesti lekaasin hoito on kirurginen, mutta joskus vaihtoehtoiset menetelmät tulevat kyseeseen. Varsinkin pientä yläruuansulatuskanavan lekaasia epäillessä po varjoaine on hyödyllinen. Alaruuansulatuskanavan lekaasissa po varjoaine voi joskus paljastaa lekaasin.

Radiologia on erittäin tärkeää leikatun vatsan akuuttia komplikaatioita epäiltäessä. Yleensä vasta kuvantaminen varmistaa lekaasiepäilyä, voi paljastaa paiseen tai löytää infektiofokuksen. Radiologin ja klinikon yhteistyö voi auttaa potilasta saamaan parempaa hoitoa.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Jaakko Vanhatalo*

### Akuutti nivustyrä

Nivustyrä on vatsan sisällön pullistuma alavatsan seinämän heikon kohdan läpi. Nivusalueen tyrät luokitellaan kolmeen alatyyppiin: suora ja epäsuora nivustyrä sekä femoraalihernia. Nivustyrät ovat yleisempiä miehillä, mutta femoraalihernia on yleisempi naisilla. Epäsuoranivustyrä voi olla kongenitaalinen eli se on yleisempi lasten keskuudessa. Suora nivustyräaukko kehittyy Hesselbachin kolmioon ja kyseessä on epigastriica verisuonten suhteen mediaalinen nivustyrä. Epäsuoranivustyrä kehittyy nivuskanavan sisäsuulle ja kyseessä on epigastriica verisuonten suhteen lateraalinen nivustyrä. Femoraalityrä eli reisityrä kehittyy femoraalikanavaan inguinaaliligamentin alapuolelle.

Yleensä nivustyrät ovat varsin oireettomia, aiheuttaen lähinnä kosmeettista haittaa. Nivustyrät voivat komplisoitua, koska niillä on taipumus kasvaa jolloin tyräpussiin ajautunut suolenmutka

voi kureutua eli ajautua iskemiaan tai aiheuttaa suoliokluusion. Nivustyrien kureutumisriski on pieni, sillä vain noin 4 % kaikista nivustyristä hoidetaan päivystyksellisesti. Korkein komplikaatio-riski assosioituu femoraaliherniaan. Komplisoituneen nivustyrän korjaaminen saattaa edellyttää leikkausta, mikäli tyräpussia ei saada reponoitua takaisin vatsaonteloon tai mikäli suoli on mennyt kuolioon.

Nivustyrän diagnoosi on yleensä kliininen ja harvoin diagnostiikassa tarvitaan radiologista kuvantamista. Epäselvissä tapauksissa nivustyrän olemassa oloa voidaan selvittää UÄ:l-lä rauhallisessa vaiheessa. Lievästi oireilevat nivustyrät pyritään operoimaan elektiivisesti verkkoplastialla. TT antaa kookkaiden ja komplisoituneiden tyrien kohdalla hyödyllistä tietoa tyräporttien määrästä ja koosta sekä siitä, mitkä elimet ovat kureutuneena.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Aino Jahkola, radiologiaan erikoistuva lääkäri, Meilahden tornisairaala ja Aria Yar, radiologian erikoislääkäri, vatsaelinradiologia, Meilahden tornisairaala, HUS Diagnostiikkakeskus*

### Akuutti kives

Arviolta 0,5–2,5 % miesten ja poikien päivystyskänneistä johtuu urogenitaalialueen vaivoista. Kiveskipu on yleisin kivesperäinen syy hakeutua päivystykseen. Kives kivun taustalla olevista syistä on tärkein tunnistaa ja hoitaa nopeasti kivesten kiertymä eli testistorsio. Muita yleisiä syitä kives kivun taustalla ovat kiveslisäkkeen (appendix testis / appendix epididymis) kiertymä, kiveksen tai lisäkiveksen tulehdukset ja kivestraumat.

#### Kuvantaminen

Ultraääni eli kaikukuvaus on ensilinjan kuvantamistutkimus aina kiveksiä, nivusia tai kivespussia tutkittaessa. Se on kuvantamismodaliteeteista tarkin ja herkin kivesperäisten syiden selvittelyyn. Lisäksi sen etuina ovat säderasitukseettomuus, yleensä hyvä saatavuus päivystyksessä, nopeus ja matala hinta muihin modaliteetteihin nähden. Kivespussin MRI:tä käytetään lisätutkimuksena vai erityistapauksessa, lähinnä epäselvien muutosten jatkoselvittelynä virka-aikaan. Tietokonetomografialla ei ole roolia kivesten diagnostiikassa, joskin TT:ssä nähdään ajoittain muun kuvantamisen yhteydessä kivespussin alueella löydöksiä, jotka johtavat kivespussin jatkotutkimuksiin.

Kivespussin ultraääni suoritetaan potilaan ollessa selinmakuulla käyttäen lineaarianturia, jossa taajuus on 7,5 MHz tai suurempi. Potilasta tutkittaessa oireeton puoli tulisi arvioida ensin varmistamaan asianmukaisia virtausparametreja, näkyvyyttä, sekä minimoimaan kipua sekä jännitystä etenkin pediatrisilla potilailla. Molemmat kivekset arvioidaan sekä pitkittäisessä että poikittaisessa suunnassa, ja kivesten verenkiertoaktiiviteettia arvioidaan väri-doppleria hyödyntäen. Tutkimuksessa arvioidaan myös lisäkivekset ja muut kivistä ympäröivät rakenteet.

#### Diagnostiikka

Kiveskiertymällä tarkoitetaan tilannetta, jossa kives kääntyy kivespussin sisällä ympäri niin että siemennuoraa pitkin kivekseen tuleva verenkierto häiriintyy. Kiertymän aste voi vaihdella 180°

ja yli 720° välillä. Torsion esiintymishuippu on 10–20 vuoden iässä. Toinen vähäisempi esiintymishuippu on 0–1 vuoden iässä.

Kiveskiertymä on medisiininen hätätilanne, joka hoitamattomana johtaa kiveksen kudoskuhoon. Kiveskiertymän todennäköisyyden kliinisessä arvioissa käytetään TWIST-scorea (Testicular Workup for Ischemia and Suspected Torsion score), joka perustuu potilaan oireisiin ja kliinisiin löydöksiin. Kiveskiertymän hoito on kirurginen. Jos kiveskiertymän diagnoosi on todennäköinen, potilaat operoidaan välittömästi ilman radiologisia kuvantamistutkimuksia. Epävarmaksi etiologialtaan jäävät potilaat ohjataan röntgeniin päivystykselliseen kivespussin doppler-ultraäänen. Mikäli kuvauksen jälkeen tilanne on edelleen epäselvä, edetään tutkimusleikkaukseen. Potilaan ennusten on sitä parempi mitä nopeammin kiveksen kiertymä saadaan korjattua. Mikäli tilanne pitkittyy, on vaarana kiveksen kuolio.

Erotusdiagnostisena vaihtoehtona kiveksen kiertymälle päivystyksellisesti ovat kiveslisäkkeen kiertymä, lisäkiveksen ja kiveksen tulehdukset ja kiveksen traumaattiset löydökset.

Muita vähemmän yleisiä erotusdiagnostisia vaihtoehtoja kivesperäisille oireille voivat olla nivustyrä, pienillä lapsilla esiintyvä idiopaattinen skrotaaliödeema, vesikives eli hydroseele, siemennuoran vesikohju eli funikoseele tai kivevessuonikohju eli varikoseele. On hyvä muistaa, että alavatsan muut patologiset tilat kuten divertikuliitti, appendisiitti, virtsatiekivet jne. voivat säteillä nivusiin tai kiveksiin.

Esitelmässä käymme läpi kivesten anatomiaa, päivystyksellisten kivesten kuvantamistutkimusten kuvantamistekniikkaa, kuvantamislöydöksiä ja potilastapauksia.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Kouva Leena & Viittanen Emilia, Pohde OYS*

# Kuvantamistoimenpiteeseen tulevan potilaan esivalmistelut

Oulun yliopistollisen sairaalan kuvantamisen toimialueella palvellaan koko Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointialueen sekä osittain myös YTA-alueen asiakkaita. Kuvantamisella tehdään toimenpiteitä tietokonetomografia-, läpivalaisu-, ultraääni- ja MRI-ohjauksessa. Yleisimpiä toimenpiteitä ovat erilaiset verisuonitoimenpiteet, maksa- ja munuaistoimenpiteet, keuhkokudoksen toimenpiteet sekä hermojuuripuudutukset ja luubiopiat.

Toimenpiteet tehdään pääosin erikoislääkärin läheteellä. Ajanvaraus tehdään joko suoraan lähettävästä yksiköstä tai kuvantamisen yksiköstä. Osassa toimenpiteistä toimenpidelääkäri tarkistaa lähetteen ennen ajanvarausta. Usein toimenpidearvio ja päätös toimenpidetarpeesta tehdään yhteistyössä eri erikoisalojen lääkäreiden kanssa.

Toimenpidepotilaan esivalmisteluohjeet on kirjattu kuvantamisen ohjeisiin. Jokaisesta kuvantamisen toimenpiteestä on olemassa tilaaja-, potilas- ja menetelmäohjeet. Kaikki ohjeet ovat rakennettu ohjeen käyttötarkoituksen mukaan. Tilaajaohjeet sisältävät tilaavalle yksikölle huomioitavat asiat, potilasohje potilaalle itselleen tiedoksi tulevasta toimenpiteestä ja esivalmisteluista sekä menetelmäohje kuvantamisen yksikössä työskenteleville tiedoksi toimenpiteen esivalmisteluista ja toimenpiteen suorittamisesta. Tilaaja-, potilas-, ja menetelmäohjeet ovat kaikkien saatavilla avoimessa verkossa OYS:n verkkosivuilla ja siten palvelevat tarvittaessa koko YTA-alueen kuvantamisen yksiköitä.

Kuvantamisen toimenpiteiden esivalmisteluita ja etukäteen selvitettäviä asioita ovat toimenpidekohtaisesti veriarvot, allergiat ja muut riskitiedot, säteilyä käytettäessä raskauden mahdollisuus, verenohennuslääkitys, valmistelu- ja seurantapaikka sekä muita tapauskohtaisia asioita kuten keuhkofunktiot, verenpaine, muiden kuvantamistutkimusten tarve, anestesian tai tulkin tarve. Lähettävän yksikön on huolehdittava kuvantamisen toimenpiteeseen tulevan potilaan esivalmisteluiden ohjelmoinnista ja tilaamisesta. Kuvantamisella toimenpiteeseen tulevan potilaan esivalmisteluita selvitetään yleensä 1-3- päivää ennen toimenpidettä joko röntgenhoitajan tai lähihoitajan toimesta. Potilaalle voidaan määrätä ennen toimenpidettä annettavaksi esimerkiksi allergiaestolääkitys, nesteytys tai antibioottiprofylaksia.

Ennen toimenpidettä potilas haastatellaan, selvitetään ravinnotta olo, lääkitykset, allergiat ja tarvittaessa raskauden mahdollisuus. Potilaalle vaihdetaan useisiin toimenpiteisiin sairaalanvaatteet. Yleensä laitetaan myös kanyyli mahdollista toimenpiteen aikaista lääkitystä varten. Potilaalle annetaan tarvittaessa esilääkitys ja tehdään mahdolliset muut mittaukset. Ennen toimenpidettä tehtävät haastattelut ja mittaukset tehdään yleensä valmisteleavassa yksikössä, mutta joissain tilanteissa myös kuvantamisen yksikössä.



# SÄDETURVAPÄIVÄT

*Pekka Kerimaa, LT, Toimenpideradiologi, OYS*

## Pehmytkudosbiopsioiden perusteita yleisradiologeille

### Minkälainen biopsia?

- ONB on erittäin turvallinen ja mahdollistaa sytologisen tutkimuksen
- Sytologinen aspiraatti < 1mm neulalla
- Maligni vai benigni?
- Viljelynäyte, kemiallinen analyysi yms.
- PNB on hieman riskialttiimpi, mutta mahdollistaa histologisen tutkimuksen
- Kudoslieriö > 1mm neulalla
- Maligni/benigni, kudoksen alkuperä, kudosaarkkitehtuuri, molekyylipatologiset tutkimukset, erikoisvärjäykset
- PNBn yhteydessä otettu täydentävä ONB voi pelastaa tilanteen, jos PNB ei jostain syystä olekaan diagnostinen

### Mikä ohjausmenetelmä?

- Kohdekudoksen pitää erottua tai kohde pystyä identifioimaan anatomisten maamerkkien perusteella
- UÄ on dynaaminen, halvin, nopein, mobiili ja hyvin saatavilla eli keskimäärin paras ohjausmenetelmä
- UÄ-ohjausta ei yleensä kannata sulkea pois ennen kuin kohdetta on yritetty katsoa UÄ:llä
- Luissa tai keuhkossa muualla kuin pleuraa vasten sijaitsevat kohteet eivät yleensä sovellu uä-ohjattuun biopsiaan

### Minkälainen neula?

- Front cutting eli full core
- Biopince, Corvocet
- Paras näyte vs reiän koko
- Side cutting
- Magnum, Trucut, Supercore yms.
- Magnum antaa parhaan iskuvoiman ja on siksi joskus paras tiiviissä kohteessa
- Automaattinen vs puoliautomaattinen neula
- Käytä puoliautomaattista, jos neulan kärjen pitää olla koko ajan täysin hallinnassa

### Koaksiaalineula ja punktioreitin tulppaaminen

- Koaksiaali- eli ulkoneula(?) antaa mahdollisuuden ottaa lukuisia näytteitä yksittäisen

piston kautta ja sulkea punktioreitti

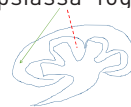
- Huono puoli on se, että reikä on 1g eli n 0,1 – 0,15 mm isompi
- Sulkuun voi käyttää melkein mitä tahansa materiaalia, Huntergelatiiniplugi on dedikoitu väline
- Jos kohteena on kookas tuumori, suunnittele biopsian kohdealue huolellisesti ja ota useita PNB:ta koaksiaalineulan kautta

### Vuotoriskin hallinta

- Pinnallisissa biopsioissa ei tarvita esivalmisteluja, paitsi Marevan-potilailla tt-inr saisi olla enintään hoitotasolla
- Pleura- tai akitesdreenien yhteydessä sama kuin edellä
- Syvissä biopsioissa pvk + tt-inr (< 1.5) ja lääkkeiden tauottaminen
- Kaikki tautetaan paitsi ASA
- Potilaan informointi vuoto- ym. riskeistä vähentää jälkipyykin määrää kaikkien toimenpiteiden yhteydessä

### munuaisbiopsia

- Munuainen melko herkkä vuotamaan, 6h vuodelepo on perusteltu
- Parenkymibiopsiassa 16q neula ok, myös siirteestä



### maksabiopsia

- Parenkymibiopsia: kaksi PNB-lieriötä oik lohkosta syvältä 16g neulalla
- Kapselinalainen kudosis on antanut fibroosias- teesta väärän kuvan, erityisesti vas. lohkossa
- Taudin jakautuminen maksassa voi olla epäta- saista (erityisesti PSC ja PBC)
- Maksapesäkkeen biopsia: mukaan ympäröivää maksaa ja herkästi myös täydentävä ONB
- Biopsia mieluiten ison pesäkkeen reunalta, koska keskellä voi olla nekroosia (tehostus)
- Taustaparenkymia mukaan etenkin mak- sasolualkuisten muutosten epäilyissä (HCC,



## SÄDETURVAPÄIVÄT

FNH, adenooma, epätasainen rasvoittuminen), melko varmassa metastaasissa ei niin tärkeä

- Täydentävä ONB voi pelastaa, jos PNB jää riittämättömäksi – ota ainakin uusintabiopsiassa
- Vuodelepo 3h, ellei erityistä vuotoriskiä

### **Onko pernabiopsia ok?**

- Pernasta voi ottaa ONB:n tai PNB:n (max 16g), kun se on tarpeen komplikaatiot
- Verenvuoto on selvästi yleisin hoitoa vaativa komplikaatio
- Vuoto ei tarkoita, että olisi tapahtunut virhe
- Komplikaation havaitsematta ja varsinkin hoitamatta jättäminen voi olla virhe
- Isokin vuoto uhkaa potilaan henkeä vain, jos se jää havaitsematta
- Pieni reikä jossain reitille osuvassa rakenteessa ei yleensä haittaa
- Infektio on erittäin harvinainen

### **Lähetä patologille**

- Tee patologille erinomainen lähete, jossa kerrot olennaiset kliiniset tiedot, kuvalöydöksen ja diagnostiset vaihtoehdot ja pyydät kohteliaasti haluamaasi tutkimusta asianmukaisella kysymyksenasettelulla
- Jos sinulla on selkeä kanta jatkotoimista, kerro se rohkeasti
- Esim. jos riittämätön näyte -> kirurginen biopsia/seuranta/uusi biopsia

### **muuta**

- Tee pieni ihoviilto kudoksetutkimusta varten
- Optimoimoi ergonomian ja näkyvyyden
- Ota asiantuntijan roolisi ja kannan vastuusi potilaan kohtalosta



## SÄDETURVAPÄIVÄT

Anna Kelaranta, Sairaala fyysikko, Terveystalo

### Natiivikuvauksen kuvanlaatu ja annokset

Natiivikuvauksella tarkoitetaan tavanomaista röntgenkuvausta, jossa kaksiulotteinen kuva muodostuu detektorille tai kuvalevyille kohteen läpi kulkeneista röntgensäteistä. Kuvaukseen käytetään yleensä pystykuvaustelinettä tai bucky-pöytää, ja röntgenputki on joko lattiapiilarimallinen tai kattokiskoilla liikkuva. Tietokonetomografiakuvauksessa natiivikuvauksella tarkoitetaan, että kuvauksessa ei ole käytetty suonensisäistä kontrastia. Tässä esityksessä keskitytään tavanomaisten röntgenkuvauksen kuvanlaatuun ja säteilyannoksiin.

Natiivikuvauksessa kuvanlaatuun ja annokseen vaikuttavat monet asiat, ja kuvanlaadun ja annoksen optimoinnissa ALARA-periaatteen (As Low As Reasonably Achievable) mukaisesti pyritään löytämään mahdollisimman matala annostaso, jolla saadaan diagnostisesti riittävän hyvän kuvanlaatu. Alla on listattu tärkeimpiä kuvanlaatuun ja annokseen vaikuttavia tekijöitä.

Kuvanlaatuun vaikuttavat mm. seuraavat asiat:

- Säteilyannos
- Kuvaustekniikka ja kuvausparametrit
- Kvantamislaitteen ominaisuudet
- Kuvankäsittely ja jälkikäsittely
- Potilaan ominaisuudet

Annokseen vaikuttavat mm. seuraavat asiat:

- Kuvanlaadun vaatimukset
- Kuvaustekniikka ja kuvausparametrit
- Kvantamislaitteen ominaisuudet
- Uusien tekniikoiden tuomat annossäästämismahdollisuudet
- Potilaan ominaisuudet

Onnistunut natiivikuva on hyvin monen asian summa, ja tämä tekee natiivikuvauksesta varsin haastavan kuvausmodaliteetin. Potilas tulee ohjeistaa toimimaan kuvauksessa oikealla tavalla ja pysymään tietyssä asennossa, ja tähän liittyy omat haasteensa esimerkiksi lapsipotilaiden ja hyvin kivuliaiden potilaiden osalta. Röntgenhoitajan ammattitaitoa vaaditaan erityisesti, jotta potilas saadaan aseteltua oikein kuvausta varten, ja sen jälkeen otettua oikealla kuvausohjelmalla

tarvittavat kuvat. Röntgenhoitajan ja radiologin välinen kommunikaatio on tärkeää, jotta otetuista kuvista saadaan palautetta kuvanlaadun arvioinnin kautta. Röntgenhoitajan, radiologin ja fyysikon välinen yhteistyö taas on keskeisessä osassa kuvanlaadun ja annoksen optimoinnissa. Optimointi on jatkuvaa ja pitkäjänteistä työtä, ja sitä tulisi tehdä aina uusien kuvantamislaitteiden käyttöönoton yhteydessä sekä jatkuvasti laitteen elinkaaren ajan.

Natiivikuvauksen säteilyannoksia verrataan vuosittain STUKin asettamiin vertailutasoihin, jotka on annettu STUKin määräyksessä S/4/2019: Säteilyturvakeskuksen määräys oikeutusarvioinnista ja säteilysuojelun optimoinnista lääketieteellisessä altistuksessa. Natiivikuvauksia koskevat vertailutasot ja saavutettavissa olevat annostasot (vain osalle tutkimuksista) on annettu määräyksen liitteissä 6 ja 7 seuraaville tutkimuksille:

- Aikuisten thorax (PA ja LAT), lanneranka (AP tai PA ja LAT), natiivivatsa (AP tai PA), nenän sivuonteloiden natiiviröntgen (yksi suunta, esim. kuutamokuva)
- Lasten thorax (AP/PA ja LAT), vertailutasokäyrät ja saavutettavissa olevien annostasojen käyrät on annettu potilaan painon funktiona

Potilaiden annosten mediaania verrataan vertailutasoihin, ja tätä varten aikuispotilaat valitaan niin, että paino on välillä 55–85 kg ja painojen keskiarvo on noin 70 kg. Painorajotus rajaa varsinkin lannerankatutkimuksissa paljon potilaita pois. Perinteisesti potilaiden annokset on kerätty kymmeneltä painorajoihin osuvalta potilaalta, mutta viime vuosina esimerkiksi PACSin dataa louhivat annoskeräysohjelmistot ovat tulleet yleisemmin käyttöön ja mahdollistaneet laajemman annosten seurannan ja tarjonneet uusia välineitä säteilyannosten optimointiin. Tämän datan hyödyntäminen toiminnanharjoittajan omien vertailutasojen määrittämisessä on mahdollista ja laajemmin sitä voitaisiin hyödyntää kansallisten vertailutasojen päivittämisessä ja laajentamisessa. Kansallisten vertailutasojen päivittäminen tarvittavilta osin vastaamaan paremmin





## SÄDETURVAPÄIVÄT

nykyistä potilasmateriaalia ja laajentaminen kattamaan useampia tutkimus- ja laitetyyppejä tukisivat optimoinnin onnistumista.

Kuvanlaadun arvioinnilla tarkoitetaan ohjeen ST 3.3 mukaan säännöllisesti tehtävää diagnostisten potilaskuvien arviointia, jossa dokumentoidusti käydään läpi esimerkiksi tietyllä aikavälillä otetut potilaskuvat tietyistä tutkimustyyppistä ja verrataan niitä yleisesti hyväksytyihin hyvän kuvan kriteereihin. Hyvän kuvan kriteerien taustalla on oletus siitä, että kuvassa on erotettavissa normaalit anatomiset rakenteet ja mahdollinen patologia erottuu. Kuvanlaadun arvioinnin tavoitteena on varmistaa, että kuvien diagnostinen laatu on riittävä. Arviointiin tulee ottaa mukaan mahdollisimman edustavat otokset eri tutkimuksista ja kuvien katselumenetelmien ja -olosuhteiden tulee vastata paikallista kliinistä käytäntöä. Lisäksi on varmistuttava siitä, että kuvainformaatio ei heikkene oleellisesti kuvan arkistoinnin tai kuvan siirron yhteydessä. Kuvanlaadun arvio on aina jossain määrin radiologin subjektiivinen näkemys. Kuvanlaadun arvioon vaikuttavat myös radiologin kokemus ja harjaantuneisuus sekä kuvankatseluolosuhteet. Hukkakuva-analyysi ja radiologin antama säännöllinen palaute kuvanlaadusta kuuluvat oleellisesti kuvanlaadun ja annosten optimointiin.

Esimerkkitapaukseksi haastavasta natiivikuvauksesta otetaan lonkan läpiammuttu -kuvaus. Siinä on haasteena, että kuvausasento (kuvattava

jalka suorana sisärotaatioissa, ei kuvattava reisi 90° fleksioon tuettuna tyynyllä, telineellä tai potilaan itse pitelemänä) on vaikea erityisesti iäkkäille ja kivuliaalle potilaille, joille kuvaus usein tarvitsee tehdä. Lisäksi kuvauksessa joko potilas itse pitelee detektoria tietyssä asennossa kädelään tai sitten detektori kiinnitetään detektoritelineeseen. Yksi annoksen ja kuvanlaadun kannalta optimaalinen kuvaustekniikka on ilmahilalla kuvaaminen. Se tarkoittaa, että detektorin ja röntgenputken välinen etäisyys on 170 cm, josta ilmahilan osuus (detektorin ja lonkan pehmytsien välinen etäisyys) on 30 cm. Kaikilla laitteilla ja kaikissa natiivikuvaushuoneissa ei kuitenkaan ole välttämättä mahdollista toteuttaa ilmahilaa laitteen ominaisuuksista tai kuvaushuoneen tilarajoitteista johtuen. Kuvanlaadun osalta haasteena on usein, että vatsa peittää reisiluun pään alueen, ja hyvän kuvan kriteerien mukaan esimerkiksi lonkkamaljan tulee näkyä kokonaan.

Lapsipotilaat ovat natiiviröntgentutkimuksissa erityisen huomion kohteena johtuen lasten aikuisia korkeammasta säteilyriskistä. Lapsen kuvaustilanne on usein ei-rutiininomainen, ja pelkästään lapsen sekä mahdollisen kiinnipitäjän ohjeistaminen onnistuneen kuvan saamiseksi vaatii monen asian hallitsemista ja huomioon ottamista. Optimaalisten kuvausparametrien valinta sekä parhaan kuvaustekniikan löytäminen voivat myös tuoda omat haasteensa lasten kuvaukseen.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Sanni Raerinne, Radiologian erikoislääkäri, TAYS, Pirha*

### Virtuaalihila ja kuvanlaatu teho-osastolla

Röntgenkuvan kontrastia heikentävän hajasäteilyn pääsyä detektorille on perinteisesti rajoitettu mekaanisella hilalla. Hila asetetaan potilaan ja detektorin väliin. Se päästää lävitseen pääosan potilaan suoraan läpäisseestä primaarisuunnasta röntgenputkelta tulevasta säteilystä, mutta absorboi potilaasta viistosti siroavan hajasäteilyn. Samanaikaisesti se myös vaimentaa osan primaarisäteilystä, joten muodostuvan kuvan kohina kasvaa. Hila lisää detektorin painoa, mikä voi heikentää laitteen käytettävyyttä kuvaustilanteissa. Mikäli hilan asettaa vinoon röntgenputkeen nähden, röntgenkuvaan voi tulla näkyviin kuvanlaatua heikentävät hilaraidat.

Virtuaalihila on hajasäteilyä poistava algoritmipohjainen menetelmä. Kuvanmuodostukseen käytetään kaikkea potilaan läpäissyttä säteilyä ja lopullinen kuva saadaan vähentämällä hajasäteilylle luotu malli detektorille tallentuneesta kuvasta. Koska virtuaalihilaa käytettäessä ei ole säteilyä absorboivaa fyysistä hilaa, potilaan kuvauksesta saama säteilyannos jää noin kolmanneksen pienemmäksi. Matalammasta säteilyannoksesta huolimatta virtuaalihilalla päästään laitevalmistajien mukaan vastaavaan kuvanlaatuun kuin perinteisellä hilalla. Valmistajien mukaan virtuaalihilan etuna on myös kevyempi ja siten käytettävämpi detektori eikä siihen liity perinteisen hilan käyttöön liittyviä asetteluongelmia.

Päijät-Hämeen keskussairaalaossa tehdyssä tutkimuksessa verrattiin virtuaalihilan ja perinteisen hilan kuvanlaatua ja säteilyannosta teho-osastopotilailla. Röntgenhoitajat kuvasivat potilaat käyttämällä eri kokoisille potilaille opti-

moituja kiinteitä kuvausarvoja ilman valotusautomaatiikkaa. Optimointi oli tehty alunperin perinteistä hilaa käyttäen, mutta laite osasi muuntaa automaattisesti kuvausarvot virtuaalihilalle sopiviksi, kun detektori ei havainnut perinteistä hilaa. Aineistossa on yhteensä 105 potilasta, joista kaikista on otettu keuhkokuva sekä virtuaalihilalla että perinteisellä hilalla peräkkäisinä kuvauskertoina. Kuvauskertojen välillä potilaan voinnin tuli pysyä stabiilina, jotta kuvat olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia keskenään.

Alustavien tuloksien mukaan virtuaalihilalla saatiin oletettu pudotus säteilyannoksiin. Kuvanlaatu jäi kuitenkin virtuaalihilalla keskimäärin hieman huonommaksi kuin perinteisellä hilalla. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että virtuaalihila oli herkempi potilaan koon väärintarkistukselle. Huonokuntoisten teho-osastopotilaiden kuvaaminen on haastavaa, mutta oletetut kevyemmän ratkaisun edut eivät tulleet esiin. Röntgenhoitajat pitivät kevyemmän virtuaalihilayhdistelmän käytettävyydestä, mutta ryhmien välille ei saatu merkittävää eroa rajaus- tai asetteluvirheissä. Yksittäisiä havaintoja kuitenkin tehtiin hilaraidoista, jotka johtuivat röntgenputkeen nähden vinoon asetellusta perinteisestä hilasta.

Virtuaalihila on hyödyllinen säteilynkäytön optimoinnin työkalu, jolla saadaan vähennettyä potilaan saamaa säteilyannosta ja helpotetaan röntgenhoitajan työskentelyä. Koska virtuaalihila on perinteistä hilaa herkempi liian matalille säteilyannoksille, virtuaalihilan käyttöönotto vaatii huolellista optimointia ja käytössä erityistä tarkkuutta potilaan koon arvioinnissa.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Tanja Kimpimäki, röntgenhoitaja, Pohde*

### Thorax-kuvan asettelu

Thorax-kuva on yleisin natiiviröntgenkuvaus. Thorax-kuvauksella voidaan tutkia ja saada tietoa mm. sydämen rakenteesta, rintakehän vammoista tai keuhkokudoksen muutoksista. Hyvän kuvan kriteerien toteutuessa, kuva antaa paljon tietoa ja sen säteilyrasitus on pieni. Keuhkojen alueen röntgenkuvantamisesta aiheutuva säteilyannos vastaa n. 1–2 päivän aikana saatavaa taustäsäteilyä. (STUK)

Säteilylle altistavassa tutkimuksessa on tärkeää olla hyvä ja kattava lähete. Potilaan asettelu ja kuvausalueen rajausta kuvauksessa on tärkeää, sillä varmistetaan, että lähettävä lääkäri saa tarvitsemansa informaation kuvasta ja potilaan säteilyaltistus on mahdollisimman pieni. Oikealla toiminnalla voidaan vaikuttaa potilaan säteilyannokseen ja kuvanlaatuun.

Säteilysuojaimien käyttö on poistunut käytöstä, koska niistä saatava hyöty on melko vähäinen verrattuna muihin keinoihin (arvojen optimoiminen, kuvausalueen rajausta ja oikeanlainen asettelu) kuvaustilanteissa.

Hyvän kuvan kriteerejä thoraxkuvissa yleisesti ovat, että kuva on suora, siinä näkyy koko luinen rintakehä, kuvissa on riittävä inspirium (pois lukiennon kontrollikuva expiriumissa) eikä niissä ole liike-epätarkkuutta tai vierasesineitä. Kuvan rajaukset tehtävä niin, että koko keuhkot ovat näkyvissä keuhkojen kärkien yläpuolelta, soppien alapuolelle. Thorax-kuvan asettelu -luennolla käydään tarkemmin läpi eri thoraxkuvien hyvän kuvan kriteerit sekä asettelun erityispiirteet.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Väänänen Sami, Nissinen Tomi, Suoranta Sanna, Tohka Jussi, Voss Antti, Sund Reijo, Pohjois-Savon hyvinvointialue, Kuopion yliopistollinen sairaala, Itä-Suomen yliopisto*

### Lannerankakuvien AI-sovellukset

Luennossa esitellään, miten erilaisia tekoälymenetelmiä voidaan kehittää, millaisia haasteita kehityksen varrella tyypillisesti tulee vastaan ja miten projektissamme haasteita on ratkaistu. Luennossa keskitytään erityisesti itse kehitettyihin neuroverkkomalleihin, jotka analysoivat lannerankakuvia.

Lannerangan alueen kuvia kuvataan Pohjois-Savon hyvinvointialueella natiiviröntgenlaitteilla noin 4000, tietokonetomografialla 15000 ja DXA:lla 2000 tutkimusta vuosittain. Automaattinen murtumariskin arviointi ja muiden sattumalöydösten seulonta voisi tehostaa terveydenhuollon toimintaa ja auttaa potilaita.

Menetelmien kehittämistä varten tutkimusryhmällämme on käytössä Kuopion Osteoporoosin Vaaratekijät ja Ehkäisy (OSTPRE) -tutkimuksen materiaali. Se sisältää 14220 potilaan terveyden seuranta ja rekisteritiedot vuodesta 1989 lähtien. Lisäksi OSTPRE-tutkittavista noin 3000 on kuvattu DXA-laitteella 5 vuoden välein. Ryhmällämme on myös lupa kerätä luustotutkimusta varten 100 000 DXA-kuvatun potilaan DXA-kuvat, muut kuvantamistutkimukset ja sairaskertomukset sekä rekisteritiedot. Tähän mennessä olemme keränneet Kuopion yliopistollisesta sairaalasta, Pohjois-Karjalan keskussairaalasta, Keski-Suomen keskussairaalasta, Tampereen yliopistollisesta sairaalasta, Oulun yliopistollisesta sairaalasta sekä Porin ja Rauman sairaaloista yhteensä 87 000 potilaan aineiston.

Ohjattu oppiminen on tyypillisin tapa kouluttaa neuroverkkoja analysoimaan kuvia. Tällöin neuroverkolle syötetään kuva-vastemuuttuja pareja ja neuroverkko oppii ennustamaan vastemuuttujan luokan tai arvon. Olemme kouluttaneet neuroverkkoja havaitsemaan lannerankakuvista muun muassa skolioosia, degeneratiivisia muutoksia ja aortan kalkkeutumista sekä ennustamaan murtumia. Vastemuuttajat on muodostettu joko luokittelemalla löydökset kuvista lääketieteen ammattilaisten toimesta tai rekisteri- tai muiden potilastietojen perusteella. Tyypillinen ongelma on, että luokitteluisia tulee hajontaa ja rekisteritiedoissa voi olla puutteellisia tai vä-

riä diagnooseja ja neuroverkon on vaikea oppia havaitsemaan löydöksiä paremmin kuin mikä luokittelun laatu on. Toisaalta neuroverkon voi kouluttaa arvioimaan oman ennustuksensa vaihteluväliä kuvakohtaisesti. Tällöin neuroverkon mielestä selvä tapaus saa pienemmän vaihteluvälin kuin epäselvempi rajatapaus.

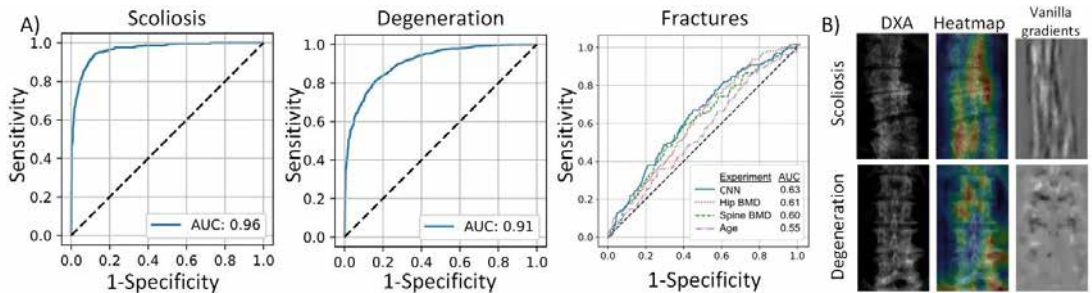
Lääketieteessä neuroverkkojen opetusaineiston vastemuuttujien luokittelu on hyvin usein vinoutunut eli löydöksiä on aineistossa paljon vähemmän kuin terveitä tapauksia. Esimerkiksi murtumia saattaa opetusaineistossa olla vain 2-3%:lla potilaista. Vinoutuneen vastemuuttujan ennustamisen opettaminen vaatii laajemman opetusaineiston kuin vinoutumattoman sekä menetelmiä, joilla neuroverkko ohjataan keskittymään tapauksiin, joissa on löydös.

Suomessa terveydenhuollon käynti- ja diagnoositiedot on kerätty erikoissairaanhoidon Hilmo ja perusterveydenhuollon AvoHilmo rekistereihin. Nämä rekisterit antavat erittäin kattavan opetus- ja vastemuuttuja-aineiston tekoälymenetelmien kehittämiseen. Rekistereistä löytyvät diagnoositiedot eivät kuitenkaan ole aina täysin kattavia ja tämä pitää huomioida neuroverkkojen kouluttamisessa. Aiemmassa tutkimukssamme koulutimme neuroverkon ennustamaan lannerangan DXA-kuvan perusteella potilaan tulevia osteoporottisia (ranne-, olkavarsi-, lanneranka- ja lonkka-) murtumia. Ennustuskyky ei kuitenkaan ylittänyt tilastollisen mallin ennustuskykyä, jolle syötettiin potilaan lannerangan ja lonkan luun mineraalitiheystieto, BMI sekä ikä. Yhdeksi selitykseksi arvioimme sen, että rekisteritiedoissa on liikaa puuttuvia sekä vääriä positiivisia diagnooseja.

Selvittääksemme rekisteritietojen kattavuuden kävimme läpi 12013 OSTPRE tutkittavien rekisteritiedot, itseilmoitetut murtumat, kuvantamisen lausunnot sekä muut sairaskertomustiedot rannemurtumien osalta. Havaitsimme, että Hilmo ja AvoHilmo rekisterien kattavuus oli noin 80 % ja väriiden positiivisten määrä noin 6 %. Hyödynsimme rannemurtumien määrittämisessä tietoa rannemurtumien hoitokäytännöstä:



## SÄDETURVAPÄIVÄT



Kuva 1: (A) Receiver operating characteristic käyrät skolioosin, degenraation ja osteoporoottisten murtumien ennustamiselle OSTPRE kohortissa. (B) Visualisointi siitä, mitä konvoluutioneuroverkko näkee kun ennustaa skolioosia tai degeneraatiota. Neuroverkko määrittää skolioosin pystysuorien piirteiden perustella kun taas skolioosin se määrittää paikallisempien vaakatasoisten toistuvien piirteiden avulla (Nissinen et al., 2021).

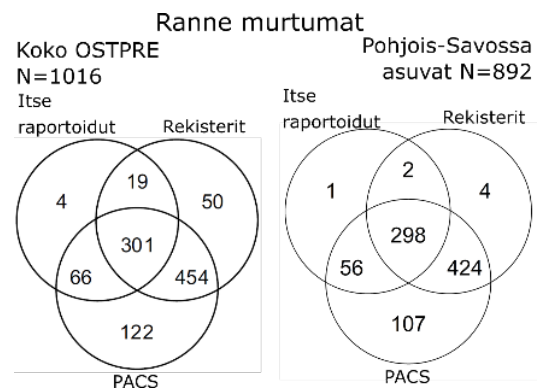
rannemurtuma diagnosoidaan röntgenkuvalla, tyypillisesti toinen kuva otetaan kipsin läpi ja lisäksi luutumista seurataan yhdellä tai useammalla seurantakuvauksella. Havaitsimme, että etsimällä tällaisia ranneröntgenkuvien kuvausarvoja, rannemurtumat voidaan havaita kuvantamisen kuva-arkiston (PACS) raporttikannasta 87 % kattavuudella ja 1 % väärin positiivisten määrällä. Jos rekisteritiedot ja kuva-arkistotiedot yhdistää, päästään noin 94 % kattavuuteen ja 2,3 % väärin positiivisten määrään. Tulevaisuuden tavoitteemme on arvioida, auttaako vastemuuttajien luokittelun laadun parantuminen myös tulevien murtumien ennustamisen tarkkuutta lannerankakuvista.

Kuva-arkisto ja kuvausten aikasarja voisivat toimia monien muidenkin laadukkaiden vastemuuttajien lähteenä sellaisten tautien tapauksissa, joissa kuvantaminen on oleellinen osa taudin diagnosointia. Nykyisin tämä onnistuisi aiempaa kattavammin, koska kuvantamisen tutkimukset kertyvät Kannan kansalliseen kuva-aineistojen arkistoon, josta vastemuuttajat voisi kerätä kansallisesti aivan kuten Hilmo ja AvoHilmorekisteistäkin.

### Lähteet:

Nissinen, T., Suoranta, S., Saavalainen, T., Sund, R., Hurskainen, O., Rikkinen, T., Kröger, H., Lähivaara, T., & Väänänen, S. P. (2021). Detecting pathological features and predicting fracture risk from dual-energy X-ray absorptiometry images using deep learning. *Bone Reports*, 14, 101070. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2021.101070>

Nissinen, T., Sund, R., Suoranta, S., Kröger, H., & Väänänen, S. P. (2023). Combining Register and Radiological Visits Data Allows to Reliably Identify Incident Wrist Fractures. *Clinical Epidemiology*, 15, 1001–1008. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S421013>



Kuva 2: Venn diagrammit esittävät miten rannemurtumat jakautuvat eri lähteiden välille koko OSTPRE aineistossa sekä niiden OSTPRE potilaiden osalta, jotka asuivat Pohjois-Savossa ja olivat siten paikallisen PACS:n alueella tutkimuksen seuranta-ajan ajan.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Vernerin Ruonala, Tarkastaja, STUK*

### Säteilytetäänkö suomalaisten sydämiä turvallisesti?

Säteilyturvakeskus (STUK) kohdisti tehostetusti valvontaa kardiologisen säteilyn käytön yksiköihin vuosina 2021 ja 2022. STUK selvitti, miten säteilyturvallisuus otetaan huomioon kardiologisten yksiköiden toiminnassa. Tehostetun valvonnan aikana kaikkiin yksiköihin lähetettiin valvontakysely ja yhteensä 13 yksikköön tehtiin tarkastus käyttöpaikalla. Tarkastukset poikkesivat tavanomaisista STUKin tekemistä käyttöpaikkatarkastuksista siten, että valtaosa tarkastuksesta käytettiin toimenpiteiden ja säteilyturvallisten toimintatapojen seuraamiseen. Tarkastusten yhteydessä myös haastateltiin toimenpiteissä mukana olleita työntekijöitä toimenpiteen kulusta.

STUKin valvontaa kohdistetaan riskien ja vaikuttavuuden perusteella eri kohteisiin. Suomessa kardiologisten toimenpiteiden määrä on pieni verrattuna radiologisten tutkimusten määrään, mutta kardiologisesta tutkimuksesta tai toimenpiteestä potilaalle aiheutuva säteilyaltistus on tyypillisesti suurempaa kuin muista röntgentutkimuksista. Joissakin tapauksissa toimenpiteiden aikaisesta säteilyaltistuksesta voi aiheutua potilaille jopa säteilyn suoria haittavaikutuksia. STUKin asettamia potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoja käytetään säteilyaltistuksen op-

timoinnin tukena. Potilaiden lisäksi myös työntekijät altistuvat säteilylle kardiologisissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä. Työntekijöiden saamaan säteilyaltistukseen voidaan merkittävästi vaikuttaa säteilyturvallisilla toimintatavoilla. Säteilysuojelun täydennyskoulutuksella on tärkeä rooli kardiologisessa säteilyn käytössä, sillä tutkimusten ja toimenpiteiden onnistuminen edellyttää moniammatillista työryhmää, johon kuuluu toimenpidekardiologin lisäksi muita ammattiryhmiä, joilla voi olla eritasoiset pohjatiedot säteilysuojelusta.

STUKin havaintojen perusteella voidaan todeta, että säteilyturvallisuus kardiologisissa yksiköissä on Suomessa hyvällä tasolla. Työntekijät tuntevat säteilysuojelun perusteet kardiologisessa toiminnassa ja heidän säteilyaltistuksensa ovat keskimäärin pieniä verrattuna annosrajoihin. Potilaiden keskimääräiset säteilyaltistukset eivät olleet vertailutasoja suurempia missään yksikössä. Kehityskohteiksi tunnistettiin puutteet potilasaltistuksen optimointikäytännöissä ja säteilysuojelun täydennyskoulutuksiin osallistumisessa.

Valvontakysely: säteilysuojelun täydennyskoulutuksien toteutuminen ammattiryhmittäin.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Touko Kaasalainen, apulaisylifysikko, HUS Diagnostiikkakeskus*

# Uudet kuvantamistekniikat leikkaussaleissa

### **Intraoperatiivinen kuvantaminen leikkaussaleissa**

Intraoperatiivista kuvantamista pidetään nykyään välttämättömänä leikkaustoiminnan työnkulun edistämiseksi. Lämpövalaisulaitteiden ja ionisoivan säteilyn käytöstä on tullut olennainen osa leikkauksien päivittäistä toimintaa. Tarjolla on monenlaisia leikkaussaleihin suunniteltuja kuvantamismenetelmiä ja -tekniikoita hyödyntäviä laitteita, jotka mahdollistavat sekä 2D- että 3D-kuvantamisen. Käytössä olevat laitteet vaihtelevat pienistä mini c-kaarista vaativiin kombolaitteisiin, joissa on liukukiskoilla toimiva tietokonetomografialaite (TT) sekä täysiverinen angiografialaite sa-massa leikkaussalissa. Lisäksi käytössä on intraoperatiivisia magneettikuvauslaitteita. Tässä esityksessä tarkastellaan näitä erilaisia laitetekniikoita, joita voi kohdata leikkaussalien arjessa.

### **Liikuteltavat c-kaarilaitteet**

Liikuteltavia c-kaarilaitteita on suunniteltu erilaisiin käyttötarkoituksiin, ja niiden ominaisuudet vaihtelevat sen mukaan, mihin käyttötarkoitukseen ne on suunniteltu. Laitteita valittaessa on otettava huomioon esimerkiksi laitteen käyttökohteet, tarvittava detektorin koko, generaattorin teho, käytettävissä olevat tilat, tarve mahdolliselle erilliselle ohjauspaneelille ym. Laitteiden fyysiset ja tekniset ominaisuudet vaihtelevat yksinkertaisista käsikirurgiassa käytettävistä mini c-kaarista vaativampiin liikuteltaviin c-kaariin, joita käytetään esimerkiksi verisuonikirurgiassa ja toimenpidekardiologiassa. Perinteisten kuvantamistekniikkaa käyttävien c-kaarten rinnalla on tarjolla myös suoradigitaalisia c-kaaria, jotka käyttävät joko aSi-detektoria tai CMOS-detektoria. CMOS-detektorilla saavutetaan parempi kuvanlaatu vastaavalla annostasolla ja tekniikan hyöty korostuu matalilla annostasoilla työskentellessä. Suoradigitaaliset c-kaaret, kalliimmasta hinnastaan huolimatta, ovat syrjäyttäneet monin paikoin kuvantamislaitteet.

### **Kiinteät läpivalaisu- ja angiografialaitteet**

Vaativissa säteilyn käyttötarkoituksissa, kuten verisuonikirurgiassa, toimenpidekardiologiassa ja gastroenterologisissa läpivalaisu-toimenpiteissä, käytetään usein kiinteitä läpivalaisu- ja angiografia-laitteita. Ne mahdollistavat monipuolisemman säteilyn käytön optimoinnin kuin liikuteltavat laitteet. Viimeisen 10 vuoden aikana hybridisalien ja näissä suoritettujen läpivalaisuohjattujen endovaskulaaristen toimenpiteiden määrä on kasvanut merkittävästi, mikä on lisännyt myös henkilökunnan osaamisvaatimuksia säteilyn käytön suhteen.

### **3D-kuvantaminen**

3D-kuvantaminen on yleistynyt leikkaussaleissa viime vuosina. Se tarjoaa kirurgeille mahdollisuuden tarkastella potilaan anatomiaa kolmiulotteisesti, helpottaen vaikeiden toimenpiteiden suorittamista ja vähentäen komplikaation riskiä. Intraoperatiivista 3D-kuvantamista varten on saatavilla laitteita, jotka käyttävät joko kartiokeilatietokonetomografiatekniikkaa (KKTT) tai viuhkakeilatekniikkaa (perinteinen monileike-TT). Molemmilla tekniikoilla on omat vahvuutensa ja käyttöalueensa sekä toisaalta heikkoutensa leikkaussalien kehittyvässä toiminnassa. KKTT tarjoaa paremman paikka-erotuskyvyn luurajapinnoissa, kun taas viuhkakeila-TT tarjoaa paremman pehmytkudoserotuvuuden. Kummankin TT-tekniikan tuomaa lisäinformaatiota hyödynnetään erityisesti neuronavigaatio-reilla tehtävissä toimenpiteissä, mikä parantaa potilasturvallisuutta ja vähentää säteilyaltistusta.

### **Säteilyannosten vaihtelu**

Leikkaussaleissa suoritettavien toimenpiteiden aiheuttamat säteilyannokset vaihtelevat huomattavasti riippuen käytetystä tekniikasta, potilaasta, toimenpiteestä, toimenpiteen vaikeusasteesta ja toimenpiteen suorittajasta. Toimenpiteen vaikeusaste vaikuttaa merkittävästi potilaan ja henkilökunnan saamaan säteilyaltistukseen.



## SÄDETURVAPÄIVÄT

Vertailutasojen käyttöönotto voi olla leikkaussaleissa tehtävissä toimenpiteissä haastavaa, ellei kyseessä ole standarditoimenpide tai vaikeusasteluokitteluja ole määritelty yksiselitteisesti.

### **Intraoperatiivinen magneettikuvantaminen**

Leikkauksen aikaista radiologista kuvantamista voidaan suorittaa paitsi ionisoivaa säteilyä käytävillä menetelmillä myös intraoperatiivisilla magneettikuvauslaitteilla. Intraoperatiivinen magneettikuvantaminen tarjoaa erinomaisen pehmytkudoskontrastin ja menetelmää voidaan hyödyntää esimerkiksi aivokasvainten leikkauksissa sekä muissa neurokirurgisissa toimenpiteissä, kuten myös esimerkiksi haiman ja maksan alueen leikkauksissa.

### **Tulevaisuuden potentiaalisia kehityssuuntia**

Leikkaussalissa käytettävien kuvantamislaitteiden kehitys jatkuu, ja tulevaisuudessa voidaan odottaa esimerkiksi monienergiakuvantamisen ja fotonilaskentatekniikan, kuten myös tekoälyn, leviävän leikkaussalien säteilyn käyttöön. Näillä menetelmillä on mahdollista saada lisätietoa toimenpiteen suorittamista varten, parantaa kuvakontrastia, vähentää kuvakohinaa, tehostaa jodivarjoaineen erotumista, hallita metalliartefakteja jne.





# SÄDETURVAPÄIVÄT

Milja Keinänen

## Kansallinen kuvien arkistointi osana Kanta-palveluja, tilannekatsaus

Kuva-aineistojen arkisto on Kanta-palveluihin kuuluva palvelu, johon arkistoidaan potilaan hoidon yhteydessä syntyneet kuva-aineistot. Terveystieteiden ammattilainen voi hakea palvelun avulla Kantaan arkistoitua kuvamateriaalia ja kuvantamisen asiakirjoja.

Kuva-aineistojen arkisto perustuu lakiin Sosiaali- ja terveydenhuollon asiakastietojen sähköisestä käsittelystä (784/2021). Kuvien arkistointivelvoite koskee sekä hyvinvointialueita että yksityisiä palveluntantajia. Radiologisia tutkimuksia on voinut arkistoida vuodesta 2018 lähtien, EKG-tutkimuksia vuodesta 2021. Palveluun on liittynyt 70 % hyvinvointialueista ja 10 yksityistä palveluntantajaa. Kuva-aineistojen arkiston käyttöönotto edellyttää, että sitä käytetään sertifioiduilla järjestelmillä. Valviran ylläpitämästä tietojärjestelmien rekisteristä saa tiedon sertifioiduista järjestelmistä.

Kuva-aineistojen arkiston käytöstä on monia hyötyjä. Potilaan kuvantamistutkimukset ovat saatavilla yli alue- ja organisaatorajojen kansallisen arkistoinnin myötä. Ajantasaiset tiedot potilaan kuvantamistutkimuksista tukevat terveydenhuollon ammattilaisten työtä. Kun kuva-aineistot tallennetaan Kantaan, vertailukuvat ovat helposti saatavilla eri terveydenhuollon toimijoiden välillä. Pääallekkaisilta kuvantamistutkimuksilta vältytään, mikä vähentää potilaan säderasitusta. Potilas näkee OmaKannasta kuvantamistutkimukseen liittyvän pyynnön, tutkimusmerkinnän ja lausunnon, mikä parantaa hänen mahdollisuuksiaan osallistua hoitoonsa. Potilas voi myös vaikuttaa omien potilastietojensa luovutuksiin terveydenhuollossa. Kuva-aineistojen arkistointivelvoite siirtyy Kelalle, jolloin paikallisista arkistoista voidaan tarvittaessa luopua.

1.1.2024 voimaan tulevan lain Sosiaali- ja terveydenhuollon asiakastietojen käsittelystä (703/2023) mukaan Kantaan tallennettava sisältö laajenee muun muassa näkyvän valon kuviin, suun terveydenhuollon kuviin, seulantatutkimuksien kuviin, video- ja äänitallenteisiin ja erilaisiin

tuloskäyriin. Takaraja uusien tutkimusryhmien arkistoinnille on 1.10.2029. Uusien tutkimusryhmien arkistointi Kantaan toteutetaan vaiheittain. Vuonna 2024 mahdollistuu suun terveydenhuollon kuvien arkistointi sekä näkyvän valon kuvista optometrian kuvien arkistointi.

Uusi laki tuo myös mahdollisuuden hyvinvointialueille ja yksityisille palveluntantajille hyödyntää Kanta-palvelujen tietoja omassa toiminnassaan. Kela voi laatia ja luovuttaa palveluntajalle sen omassa rekisterissä oleviin, Kantaan tallennettuihin asiakastietoihin ja lokitietoihin perustuvia yhteenvetoja, joilla on merkitystä palveluntajan toiminnan kehittämisessä, seurannassa, raportoinnissa ja valvonnassa. Tämä voisi tarkoittaa kuvantamisessa esimerkiksi tutkimusmääriä.

### Lähteet:

Kanta-tiedon toissijainen käyttö. Kanta-palvelujen verkkosivut. Julkaisuaika: 25.5.2023.

Saatavilla: <https://www.kanta.fi/ammattilaiset/kanta-tiedon-toissijainen-kaytto>

Kuva-aineistojen arkisto. Kanta-palvelujen verkkosivut. Julkaisuaika: 25.5.2023. Saatavissa:

<https://www.kanta.fi/ammattilaiset/kuva-aineistojen-arkisto>

Kuva-aineistojen arkiston käyttöönotto. Kanta-palvelujen verkkosivut. Julkaisuaika 5.4.2023.

Saatavissa: <https://www.kanta.fi/ammattilaiset/kuva-aineistojen-arkiston-kayttoonotto>

Kuva-aineistojen arkiston määrittelyt. Kanta-palvelujen verkkosivut. Julkaisuaika: 3.8.2023.

Saatavissa: <https://www.kanta.fi/jarjestelmakehittajat/kuva-aineistojen-arkisto>

Kuva-aineistojen arkiston uusien



## SÄDETURVAPÄIVÄT

toiminnallisuuksien konsepti. Terveyden ja hyvinvoinnin

laitoksen verkkojulkaisu. Julkaisuaika: 5/2022.  
Saatavilla:

<https://www.julkari.fi/handle/10024/144681>

Laki sosiaali- ja terveydenhuollon asiakastietojen sähköisestä käsittelystä 784/2021.

Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210784>

Laki sosiaali- ja terveydenhuollon asiakastietojen käsittelystä 703/2023.  
Saatavilla:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230703>

Valviran sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmärekisteri. Valviran verkkosivut.

Saatavissa: <https://valvira.fi/sosiaali-ja-terveydenhuolto/tietojarjestelmarekisteri>



## SÄDETURVAPÄIVÄT

*Kalle Kaapu, Evl*

### Kilpirauhanen - Diagnostiikka ja toimenpiteet

Lähtökohtaisesti ensimmäinen kilpirauhasen kuvantamismodaliteetti on ultraääni, jolla fokaalileesioiden karakterisointi ja biopsian sekä seurannan tarpeen arviointi onnistuvat hyvin. Arviointi tulisi tehdä systemaattisesti ja käyttää apuna jotain useammasta TI-RADS-luokitusjärjestelmästä. Mikäli todetaan biopsoitava muutos, tulisi ONB-näyte ottaa jo samalla käynnillä.

Fokaalileesioiden lisäksi ultraäänellä voidaan arvioida kilpirauhasen parenkyymin autoimmuunisairauksia, kuten erilaisia tyreoidiittejä sekä kilpirauhasen kokoa ja mahdollista massavaiutusta.

TI-RADS-luokituksia on useampia, kuten jo edellä mainittu. Nämä ovat kuitenkin pääsääntöisesti melko samankaltaisia. Huomioitavia seikkoja fokaalimuutoksen arvioinnissa ovat muutoksen sisältö (solidi vai ei), kaikurakenne, rajautuminen ja kalkkeumat. Lisäksi osa luokituksista ottaa huomioon onko mukana taller-than-wide muotoa. Leesion koko ei anna suoraan riskipisteitä, mutta koko vaikuttaa siihen täytyvätkö lopulliset biopsiakriteerit. Mitä enemmän pisteitä, sitä pienemmistä leesioista biopsiakriteerit täyttyvät. Luokitukset antavat myös suosituksen seurannan tarpeesta, vaikkeivat biopsiakriteerit täytyisikään.

ONB-näytteenotto ultraääniohjatusti on turvallinen ja nopea toimenpide. Yleensä toimenpide on steriili, mutta tämän tarpeellisuutta kuitenkin tutkittu ja kyseenalaistettu. Tekniikkavaihtoehtoina aspiraatio ja/tai ei-aspiraatio. Neulan koolla ei ole välttämättä merkitystä (Yksittäisessä tutkimuksessa verrattu 23 G vs 27 G). Liian iso neula (alle 21 G) ei lisää sytologisen näytteen laatua vaan ainoastaan lisää sytologisen riskiä. Mikäli ei-aspiraatio -tekniikka on käytössä, ohut (25-27 G) neula voi olla paras.

Vaikka ONB on lähtökohtaisesti turvallinen toimenpide, voi tähän liittyä haittoja kuten kaikkiin toimenpiteisiin. Yleisin haittavaikutus on kipu. Tutkimuksissa on todettu, ettei neulan koolla ole merkitystä, mutta sen sijaan mitä syvemmällä muutos on, sitä kivuliaampi tutkimus voi olla. Puudutteella voi vähentää kivuntuntemusta riskipotilaalle. Muita haittoja ovat vuodot, ja hyvin harvinaisina haittoina neurologiset oireet kuten dysphonia tai parestesia, trakean vaurio ja syöväen implantaatio.

ONB on tarkka tutkimus eli positiivinen tulos maligniteetin suhteen on luotettava (152/156 todellisia yksittäisessä tutkimuksessa). Myös ei-maligneja soluja -tulos on luotettava (2355/2361 oikein). Valitettavasti patologit antavat paljon välimallin vastauksia: Atypia of undetermined significance (33,3 % maligneja, Follicular neoplasm (50,0 % maligneja), Suspicion of malignancy (89,1 % maligneja). Lisähuomiona mainittakoon, että follikulaarinen neoplasia on diagnosoitavissa vain histologisessa näytteessä.

Mikäli näyte jää epädiagnostiseksi, suosittelevat patologit usein uutta näytettä. Uusintanäytteen suositeltava ajankohta on:

- Heti (epäily levinneestä maligniteetista)
- 3 kk kohdalla (malignisuuspekti eli TI-RADS 4/5)
- 6 kk kohdalla (uä-löydös epäselvä, TI-RADS 3)
- 12 kk kohdalla (uä-löydös benigni, TI-RADS 2).

On hyvä ottaa huomioon, että desmoplasti-reaktio voi häiritä sytologista diagnostiikkaa noin 1-3 kk kohdalla ensimmäisen näytteen jälkeen.

