



40.
SÄDETURVAPÄIVÄT
10.-11.11.2016



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

SISÄLLYSLUETTELO

Ohjelma	4-13
<i>Professori Timo Paakkala:</i> Mitä radiologiassa on tapahtunut 40 vuoden aikana?	14
<i>Juha Suutari, Tarkastaja, STUK:</i> Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät Suomessa vuonna 2015 ..	15
<i>Juha Peltonen, Sairaala-fysikko, TkL:</i> Henkilökunnan silmäannokset	17
<i>Milla Ylitalo, El, Tays:</i> Säteilysuojelu toimenpideradiologiassa	18
<i>Kirsi Miettunen, MHC MQ, Tuotespesialisti Philips Finland:</i> Onko laitetuotimittajalla roolia optimoinnissa?.....	19
<i>Touko Kaasalainen, Fysikko, HUS-Kuvantaminen:</i> Dual energia TT-tekniikkaa for dummies.....	20
<i>Lauri Ahvenjärvi, Radiologian el, LT, OYS:</i> DE-TT:n käyttö vatsaradiologiassa	21
<i>Jyri Järvinen, Radiologi, OYS:</i> DE-TT:n käyttö muskuloskeletaali-radiologiassa.....	22
<i>Mika Korttesniemi, Ylifysikko, HUS-Kuvantaminen:</i> Uudet tekniikat ja optimointityökalut TT:ssä: vaikutukset säteilyannokseen ja fysikaaliseen kuvalaatuun	23
<i>Jaakko Niinimäki, Radiologi, OYS:</i> Ranteen/kyynärnivelen kuvantaminen	26
<i>Päivi Paaso, Rh, OYS Kuvantaminen, Päivystysröntgen:</i> Ranteen ja kyynärpäähän natiivikuvantaminen röntgenhoitajan näkökulmasta.....	27
<i>Petri Sipola, Radiologi, KYS:</i> Th- ja ls-rangan natiivikuvantaminen - radiologin näkökulma	29
<i>Merja Perankoski, Aoh, KYS Kliininen radiologia:</i> Miten saadaan hyvät rinta- ja lannerangan natiivikuvat	31
<i>Elina Varjonen, Radiologian erikoislääkäri, HUS-Kuvantaminen, Töölön sairaala:</i> Aikuisen lantion ja lonkan alueen natiivikuvaus – hyvä kuva ja sen tulkinta.....	32



SISÄLLYSLUETTELO

<i>Mirka Ulmanen, Röntgenhoitaja YAMK, HUS Kuvantaminen:</i> Lantion ja lonkan kuvantaminen – miten hyvä kuva saadaan?	34
<i>Eeva Salo, LT, Lasten infektio tautien erikoislääkäri, HUS</i> <i>Raija Seuri, LL, Lastenradiologi, HUS</i> Lasten tuberkuloosi	36
<i>Jyrki Ruohonen, Ylifyysikko, Seinäjoen keskussairaala:</i> Säteilysuojaimien käyttö natiiviröntgentutkimuksissa	37
<i>Ulla-Mari Aakula, Labquality Oy, Kliinisten auditointien vastaava pääauditoija:</i> Pienten yksiköiden haasteet auditoinnissa	39
<i>Koonnut Kristofer Nyman, tarkastanut Antti Markkola,</i> <i>HUS-Kuvantaminen Meilahden sairaala:</i> Kilpirauhaskyhy sattumalöydöksenä UÄ-tutkimuksessa – HUS-Kuvantaminen/Meilahden sairaalan biopsiasuositus	40
<i>Jussi Hirvonen, Radiologi, TYKS:</i> Kaulan anatomia	41
<i>Ilpo Kinnunen, Oyl, TYKS Korvaklinikka:</i> Mitä KNK-lääkäri odottaa pään ja kaulan kuvantamiselta?	42
<i>Kimmo Mattila, Oyl, VSKK-TYKS:</i> Nilkan ja jalan kuvantaminen raaja-TT:llä – kannattaako?	44
<i>Mika Teräs, Ylifyysikko, VSSHP; Professori, TY:</i> Fuusiokuvantamisen laitetekniikka	46
<i>Kati Koponen, Röntgenhoitaja, Mikkelin keskussairaala, radiologia ja isotooppi:</i> Automaattinen annoskalibrointijärjestelmä säteilyturvallisen työn tukena.....	48
<i>Sipilä:</i> Suonensisäisen varjoaineen käyttö PET-TT ja SPECT-TT tutkimuksissa.....	49
<i>Jussi Aarnio, Diagnostisten tukipalveluiden päällikkö, sairaalafyysikko, ESSOTE:</i> Poikkeavat tapahtumat	50
<i>Pentti Rautio, PKSSK:</i> Luuston SPET ja SPET-TT. Milloin tarvitaan fuusiokuvantamista?.....	52
<i>Annette Beule, HUS Kuvantaminen, HUS Syöpäkeskus:</i> Luustometastasointi TT:ssä.....	54



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Torstai 10.11.2016

- 9.30 – 9.45 Avaussanat
Osmo Tervonen
professori, järjestelytoimikunnan puheenjohtaja
- 9.45 – 10.35 Mitä radiologiassa on tapahtunut 40 vuoden aikana
professori Timo Paakkala
- 10.35 – 11.00 Carl Wegelius-luento
- 11.00 – 12.30 *Näyttelyyn tutustuminen ja lounas*



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Torstai 10.11.2016

Sessio A. (iso sali)

Ajankohtaista ja käytännönläheistä säteilyturvallisuudesta

Puheenjohtaja ylitarkastaja Markku Pirinen, STUK

- 12.30 – 13.00 Tutkimusmäärät
tarkastaja Juha Suutari, STUK
- 13.00 – 13.30 Säteilylainsäädännön uudistus
johtava asiantuntija Ritva Bly, STUK
- 13.30 – 13.45 Keskustelu
- 13.45 – 14.30 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi
- 14.30 – 15.00 Henkilökunnan silmäannokset
fysikko Juha Peltonen, HUS-kuvantaminen
- 15.00 – 15.25 Säteilyturvalliset työtavat toimenpideradiologiassa
radiologi Milla Ylitalo, TAYS
- 15.25 – 15.50 Onko laitetoimittajalla roolia optimoinnissa?
tuotespesialisti Kirsi Miettunen, Philips Finland
- 15.50 – 16.00 Keskustelu
- 18.00 – 24.00 Iltatilaisuus Tullikamarin Pakkahuone





40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Torstai 10.11.2016

Sessio B. (pieni sali)

Uuden TT-tekniikan käyttöönotto: vatulointia ja iterointia

Puheenjohtaja professori Sauli Savolainen, HUS-Kuvantaminen

- 12.30 – 13.00 Dual energia TT- tekniikkaa for dummies
fysikko Touko Kaasalainen, HUS-Kuvantaminen
- 13.00 – 13.30 DE-TT:n käyttö gastroradiologiassa
radiologi Lauri Ahvenjärvi, OYS
- 13.30 - 14.00 DE-TT:n käyttö muskuloskeletaali-radiologiassa
radiologi Jyri Järvinen, OYS
- 14.00 - 14.10 Keskustelu
- 14.10 – 15.00 *Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi*
- 15.00 - 15.25 Uudet tekniikat ja optimointityökalut TT:ssä:
vaikutukset säteilyannokseen ja fysikaaliseen kuvalaatuun
ylifyysikko Mika Kortesiemi, HUS-Kuvantaminen
- 15.25 - 15.50 Uudet tekniikat ja optimointityökalut TT:ssä:
vaikutukset säteilyannokseen ja kliiniseen kuvalaatuun
radiologi Eila Lantto, HUS-Kuvantaminen
- 15.50 - 16.00 Keskustelu
- 18.00 – 24.00 Iltatilaisuus Tullikamarin Pakkahuone



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 11.11.2016

Sessio A. (iso sali)

Haastavaa natiivikuvantamista – millainen on hyvä kuva ja miten hyvä kuva saadaan?

Puheenjohtaja yliopettaja Anja Henner, OAMK

Ranteen/kyynärnivelen kuvantaminen

8.30 - 8.50 radiologi Jaakko Niinimäki, OYS

8.50 - 9.10 röntgenhoitaja Päivi Paaso, OYS

Th- ja LS-rangan kuvantaminen

9.10 - 9.30 radiologi Petri Sipola, KYS

9.30 - 9.50 röntgenhoitaja Merja Perankoski, KYS

9.50 - 10.00 Keskustelu

10.00 - 10.30 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

Lantion ja lonkan alueen kuvantaminen

10.30 - 10.50 radiologi Elina Varjonen, HUS

10.50 - 11.10 röntgenhoitaja Mirka Ulmanen, HUS

11.10 - 11.15 Keskustelu





40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 11.11.2016

Lasten tuberkuloosi

- 11.15 - 11.35 radiologi Raija Seuri, HUS
- 11.35 - 11.55 lasten infektio lääkäri Eeva Salo, HUS
- 11.55 - 12.00 Keskustelu
- 12.00 - 13.00 *Näyttelyyn tutustuminen ja lounas*

Sädesuojaimien käyttö

- 13.00 - 13.20 Säteilysuojaimien käyttö natiiviröntgentutkimuksissa
ylifyysikko Jyrki Ruohonen, EPSHP
- 13.20 - 13.40 Säteilysuojaimien käyttö lastentutkimuksissa, käytännön
esimerkkejä
röntgenhoitaja Saara Niklander, HUS
- 13.40 - 13.50 Keskustelu

Auditointikierroksen satoa

- 13.50 - 14.20 Pienten yksiköiden haasteet auditoinnissa
pääauditoinniksi Ulla-Mari Aakula, LABQUALITY
- 14.20 - 14.30 Keskustelu



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 11.11.2016

Sessio B. (pieni sali)

Head and neck

Valokeilassa kaulan umpieritysrauhanen

Puheenjohtaja radiologi Riikka Lindén, HUS

- 8.30 – 9:00 Kilpirauhassyöpä
 onkologi Hanna Mäenpää, HUS
- 9.00 - 9.40 Kilpirauhaskyhmien kuvantaminen.
 Milloin biopsia ja miten?
 radiologi Kristofer Nyman, HUS
- 9.40 -10.10 Radiojodihoito ja jodivarjoaineiden vaikutus hoitoon
 onkologi Hanna Mäenpää, HUS
- 10.10 – 10.20 Keskustelu
- 10.20 – 10.50 *Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi*



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 11.11.2016

Kaulaa kuvantaen

Puheenjohtaja radiologi Jari Karhu, TYKS

- 10.50 – 11.20 Kaulan anatomiaa
radiologi Jussi Hirvonen, TYKS
- 11.20 – 11.50 Mitä KNK-lääkäri odottaa pään ja kaulan kuvantamiselta
knk-lääkäri Ilpo Kinnunen, TYKS
- 11.50 – 12.20 Pään ja kaulan alueen syövän kuvantaminen
radiologi Antti Markkola, HUS
- 12.20 – 12.30 Keskustelu
- 12.30 – 13.30 *Näyttelyyn tutustuminen ja lounas*

Kartiokeila –TT muskuloskeletaalikuvantamisessa, mitä on opittu?

Puheenjohtaja radiologi Kimmo Mattila, TYKS

- 13.30 – 14.00 Kartiokeila TT - näkeekö sillä rustot
ortopedi Jari Salo, Mehiläinen, Helsinki
- 14.00 – 14.30 Nilkan ja jalan kuvantaminen raaja-TT:llä – kannattaako?
radiologi Kimmo Mattila, TYKS



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 11.11.2016 (Maestro, 3 krs)

FUUSIOKUVANTAMINEN – PINTAA SYVEMMÄLLE RYHMÄKOULUTUS

Puheenjohtaja fyysikko Pasi Korkola, TAYS

9.00 – 9.30 Fuusio kuvantamisen laitetekniikka
ylifyysikko Mika Teräs, TYKS

9.30 - 9.50 Automaattinen annoskalibraattorijärjestelmä
säteilyturvallisen työn tukena
röntgenhoitaja Kati Koponen, Mikkelin ks

9.50 – 10.20 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

10.20 – 10.50 TT-optimointi isotooppitutkimuksissa
radiologi Eila Lantto, HUS

10.50 – 11.15 Varjoaineen käyttö SPET-TT- ja PET-TT-tutkimuksissa
- onko hyötyä?
isotooppilääkäri Kalle Sipilä, TAYS

11.15 – 11.35 Poikkeavat tapahtumat
fyysikko Jussi Aarnio, Mikkelin ks

11.35 – 12.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OAJELMA

Perjantai 11.11.2016 (Maestro, 3 krs)

Puheenjohtaja professori Heikki Minn, TYKS

12.30 – 12.50 Luuston SPET ja SPET-TT. Milloin tarvitaan fuusiokuvantamista?
isotooppilääkäri Pentti Rautio, PKSSK

12.50 – 13.10 Luustometastasointi TT:ssa ja MRI:ssa
radiologi Annette Beule, HUS

13.10 – 13.30 Luuston PET-TT
isotooppilääkäri Marko Seppänen, TYKS

13.30 – 13.50 PET-TT:n rooli epilepsiagnostiikassa
isotooppilääkäri Satu Pukkila, KYS

13.50 – 14.10 Aivojen PET-MR -tutkimukset aivotuumoreiden diagnostiikassa
radiologi Terhi Tuokkola, TYKS

14.10 – 14.30 PET-TT/MR kaulan alueen syöpien kuvantamisessa
isotooppilääkäri Jukka Kempainen, TYKS



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

V. 2016 toimikunta

Osmo Tervonen, puheenjohtaja
Riikka Lindén
Atte Lajunen

Jari Karhu
Jussi Aarnio
Sirpa Pirttinen

Susanne Kapanen
Ulla Nikupaavo
Leila Salo, sihteeri

Ilmoittautumisen yhteydessä osallistujalle annettu nimikyltti on pidettävä näkyvillä ja se oikeuttaa luennoille pääsyyn sekä kahvi- ja lounastarjoiluun.

Iltilaisuus pidetään torstaina 10.11. klo 18.00 – 24.00 Tullikamarin Pakkahuoneella.

Käytännön järjestelyistä vastaa projektipäällikkö Karoliina Sunell, Tavicon Oy, puh. 040-7781770 ja toimikunnan sihteeri Leila Salo, puh. 040-5545652.

Koulutus

ST 1.7 ohjeen mukaista säteilykoulutusta hyväksytään yhteensä 8 tuntia (to 3t, pe 5t).

Oulun yliopiston lääketieteellisen tiedekunnan ammatilliselta jatkokoulutustoimikunnalta on haettu XXXIX Sädeturvapäivien koulutusohjelman teoreettiseksi kurssimuotoiseksi koulutukseksi seuraavat erikoisalut:

- | | |
|---------------------------------|----------|
| - radiologia ja yleislääketiede | 8 tuntia |
| - isotooppilääketiede | 4 tuntia |

Näyttely

Näyttely on avoinna torstaina 10.11. klo 9.30 -16.00 ja perjantaina 11.11. klo 9.00 - 13.00. Näyttelyn käytännön järjestelyt hoitaa Tavicon Oy, sadeturva.paivat@tavicon.fi

Näytteilleasettajat v. 2016:

Agfa HealthCare Finland Oy AB
Argon Medical Devices Danmark
Attendo Terveyspalvelut Oy
B. Braun Medical Oy
Carestream Health Finland Oy
Coronaria
Disec Oy
GE Healthcare Finland Oy
HUS-Kuvantaminen
Labquality Oy
Lifemed Oy
Mediq Suomi Oy

Mermaid Medical A/S
OneMed Oy
Paxot Oy
Philips Oy
Planmed Oy
PO Medica
Santax Medico
Siemens Healthcare Oy
Sonar Oy
Säteilyturvakeskus STUK
Tosfin Oy
Wolter Kuwer - Ovid





40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Professori Timo Paakkala

Mitä radiologiassa on tapahtunut 40 vuoden aikana?

Vastauksia seuraaviin ja muihin muihin kysymyksiin pyritään antamaan yli 40 vuoden kokemuksen ja parhaan tiedon pohjalta.

- Mikä oli röntgenhoitajien yleinen ammattitauti 1970-1980 -luvuilla?
- Miksi radiologien sääret kihelmöivät kesäloman jälkeen?
- Kuka kuvasi oman kätensä luut tyhjiöputken säteillä ennen W.C. Röntgeniä, mutta ei tehnyt keksintöään laajemmin tunnetuksi?
- Mihin sairaalaan tuli ensimmäinen röntgenkone ennen sähkövirran saamista kaupunkiin?
- Mitkä tutkimukset olivat edellytyksenä äitiyspakkauksen saamiselle 1980 -luvun alussa?
- Paljonko röntgenkuvia uusittiin huonon laadun vuoksi 1970-1980 -luvulla?
- Miksi TT-laitteiden hankintaa rajoitettiin vielä 1980 -luvulla?
- Montako TT-laitetta Suomessa oli vuonna 1980 ja sitten vuonna 1990?
- Missä pohjoismaassa aloitettiin ensimmäisenä magneettikuvaukset sairaalaympäristössä?
- Kuinka kauan kesti röntgenkuvan siirto terveystieteiden yliopistosairaalaan vuonna 1988?
- Kuinka kauan sitten GSM-verkossa toimiva kommunikaattori mahdollisti radiologin työpöydän kuljettamisen taskussa?



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Juha Suutari, Tarkastaja, STUK

Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät Suomessa vuonna 2015

Säteilyturvakeskus kokosi alkuvuoden 2016 aikana vuoden 2015 radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden lukumäärät Suomessa. Keräyksessä noudatettiin Suomen Kuntaliiton luokitusta radiologisille tutkimuksille ja toimenpiteille. Tässä kyselyssä ei selvitetty isotooppitutkimusten tai niihin liittyvien TT-tutkimusten lukumääriä, sillä nämä kerättiin erikseen ja tullaan julkaisemaan vuoden 2015 osalta myöhemmin.

Selvityksen perusteella Suomessa tehtiin vuonna 2015 yhteensä noin 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta. Väkilukuun suhteutettuna tämä vastaa 714 röntgentutkimusta tuhatta asukasta kohti. Tutkimusten kokonaismäärä kasvoi 6,8 % vuoteen 2011 verrattuna. Taulukossa 1 on esitetty eri tutkimustyyppien suhteellisia osuuksia ja kuvassa 1 kunkin tutkimustyyppin tutkimusmääriä 2000-luvulla. Tavanomaisten natiiviröntgentutkimusten määrä kasvoi noin 2,7 % vuodesta 2011, mutta pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna tutkimusten määrä on ollut laskussa. TT-tutkimusten lukumäärä kasvoi 35,1 % ja niiden määrä näyttäisi kasvavan jälleen 2000-luvun alun vauhdilla. Erytisesti yleisimpien TT-tutkimusten, kuten pään TT:n, vartalon laajan TT:n sekä vatsan laajan

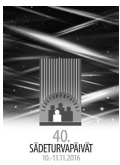
TT:n määrät lisääntyivät merkittävästi. Myös tavanomaisten varjoainetutkimusten määrä kasvoi noin 11 % ja verisuonten varjoainetutkimukset 24 %. Radiologiset toimenpiteet lisääntyivät vuodesta 2011 vuoteen 2015 yhteensä 27,5 %. Erytisesti sydämen ja sepelvaltimoiden diagnostiset varjoainetutkimukset sekä toimenpiteet kasvoivat vuoteen 2011 verrattuna. Erilajuisia diagnostisia sepelvaltimoiden varjoainetutkimuksia tehtiin yhteensä 37 % enemmän kuin vuonna 2011 ja kardiologisia toimenpiteitä 13 % enemmän.

Tavanomaisten natiiviröntgentutkimusten suhteellinen osuus tehdyistä röntgentutkimuksista on pienentynyt lähes seitsemän prosenttiyksikköä vuodesta 2000 vuoteen 2015 mennessä. TT-tutkimusten suhteellinen osuus taas on kasvanut 4,8 prosentista 11,4 prosenttiin. Tavanomaisten sekä verisuonten varjoaineröntgentutkimusten sekä läpivalaisu- tai TT-ohjauksessa tehtyjen toimenpiteiden suhteelliset osuudet ovat pysyneet viime vuosina lähes muuttumattomina.

Vuonna 2015 Suomessa tehdyistä röntgentutkimuksista 6,9 % tehtiin lapsille. Lasten tutkimusten määrä väheni 3,8 % vuoteen 2011 verrattuna. Tehdyistä natiiviröntgen- ja varjoaineröntgentut-

Taulukko 1. Kunkin tutkimustyyppin suhteellinen osuus (%) röntgentutkimusten kokonaismäärästä.

	Vuosi 2000	Vuosi 2005	Vuosi 2008	Vuosi 2011	Vuosi 2015
Tavanomaiset natiiviröntgentutkimukset	92,2	90,6	89,5	88,7	85,3
Tavanomaiset varjoaineröntgentutkimukset	1,5	0,9	0,6	0,5	0,5
Verisuonten varjoaineröntgentutkimukset	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9
TT-tutkimukset	4,8	6,9	8,3	9,0	11,4
KKTT-tutkimukset	-	-	-	<0,1	0,7
Läpivalaisu- tai TT-ohjatut toimenpiteet	0,6	0,9	0,8	1,0	1,2

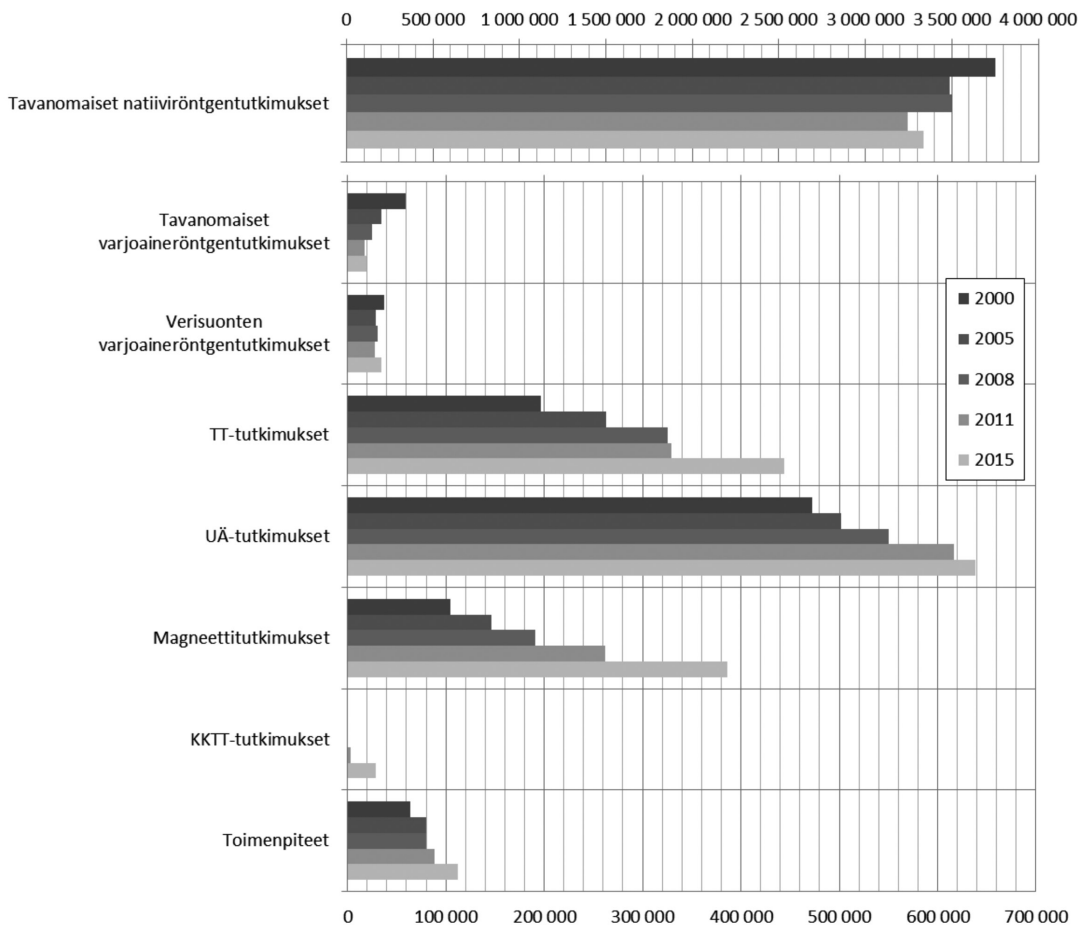


40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

kimuksista 7,8 %, TT-tutkimuksista 1,2 % ja verisuonten varjoainetutkimuksista 0,9 % on tehty lapsille.

Edellä esitetyt tutkimusmääräkyselyn tulokset on ilmoitettu pyöristämättöminä sillä tarkkuudella kun ne raportoitiin vastauksissa. Tuloksiin liittyy kuitenkin epävarmuuksia. Suurin epävarmuus on ilmoitetuissa ultraääni- ja magneettitutkimusten lukumäärissä. Nämä luvut eivät sisällä kaikkia Suomessa vuonna 2015 tehtyjä tutkimuksia, sillä tämä kysely ei tavoittanut kaikkia

näitä tutkimuksia tekeviä toimijoita Suomessa. Lisäksi raportoinnin ulkopuolelle jäi muutamia yksittäisiä röntgenlaitteita. Näiden osuus röntgentutkimusten kokonaismäärästä on kuitenkin erittäin pieni. Yksittäisten tutkimusten lukumääriin vaikuttaa lisäksi erilaiset kirjauskäytännöt. Tulokset laajoista ja erittäin laajoista tutkimuksista voivat vaihdella eri toiminnanharjoittajien välillä ja joskus esimerkiksi diagnostinen tutkimus ja sitä seurannut toimenpide voidaan kirjata yhdelle toimenpidekoodille.



Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät Suomessa 2000-luvulla modaliteeteittäin. Toimenpiteet sisältävät myös ultraääni- ja magneettiohjatut toimenpiteet. Huom. tavanomais-ten natiiviröntgentutkimusten muista poikkeava asteikko.



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Juha Peltonen, Sairaala fyysikko, TkL

Henkilökunnan silmäannokset

Viimeisen kymmenen vuoden aikana on julkaistu useita tutkimuksia, jotka asettavat uuteen valoon käsityksen silmän linssin herkkyudesta ionisoivalle säteilylle. Aikaisemman tietämyksen mukaan silmän linssin haittavaikutusten kynnyksarvona on pidetty lyhyellä aikavälillä absorboitunutta 2 Gy säteilyannosta. Erityisesti Hiroshiman ja Nagasakin atomipommeille ja Tšernobylin puhdistustöissä altistuneelle populaatiolle tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että pitkän aikavälin seurannassa silmän linssin sädeannoksen kynnysarvo on huomattavasti alhaisempi – jos sitä edes on olemassa. Perustuen aikaisempaan tietoon on säteilysuojelutarkoituksessa silmän annosrajana pidetty 150 mSv vuodessa. Uuden tiedon valossa annosrajaa on laskettu ensin ICRP:n lausunnossa 2011, raportissa 118 vuonna 2012 ja edelleen EU:n direktiivissä 2013/59/Euratom. Uusien annosrajojen mukaan silmän linssin annos saa olla 20 mSv vuodessa ja 50 mSv keskiarvoistettuna 5 vuoden ajalle. Direktiivin myötä nämä annosrajat tullaan implementoimaan myös Suomen lainsäädäntöön uudessa säteilylaissa.

Silmän annoksen mittaaminen asettaa huomattavia haasteita. Nykyisin pääosin käytössä olevat dosimetrit mittaavat pääosin syväannosta H(10) tai pinta-annosta H(0.07). Tutkimuksissa on kuitenkin todettu silmän linssin annoksen vastaavan parhaiten annosta 3mm syvyydessä H(3), jonka mittaamiseen eivät suoraan tyypillisimmät

nykyisin käytössä olevat dosimetrit sovellu. Linsiannoksen mittaamisen ongelmia on pyritty ratkaisemaan Eurooppalaisissa ORAMED ja ELDO projekteissa. ORAMED projektissa on kehitetty uutta kaupallista dosimetria mittaamaan H(3) annosta ja tutkittu silmän linssin annoksen yhteyttä H(0.07) annokseen. ELDO projektissa taas on tutkittu syvä annoksen H(10) ja dosimetrin sijoituspaikan yhteyttä silmän linssin annokseen. Yhteistä molempien tutkimusten tuloksille on, että epävarmuudet silmän linssin annoksen johtamisessa nykyisistä annossuureista ovat huomattavia ja niillä saadaan ainoastaan suuntaa antavia tuloksia.

Tieto silmän linssin säteilyherkkyyden tarkentumisesta on myös käynnistänyt useita tutkimuksia koskien silmän arvioitua uran aikaista säteilyannosta toimenpideradiologeilla ja -kardiologeilla. Näissä tutkimuksissa on havaittavissa, että paljon säteilyä hyödyntäviä toimenpiteitä tekevillä henkilöillä 20 mSv silmän linssin annos saattaa ylittyä joinakin vuosina, kun mahdollista suojausta ei huomioida. Tulevaisuudessa on todennäköistä, että laitteiden yhä parempi säteilyhygienian ja kehittyneet työtavat tulevat laskemaan silmän linssin annosta, joskin tätä on kompensoinut osittain kasvanut toimenpiteiden määrä. Nykyisen tiedon valossa silmien erillistä suojaamista säteilyltä suositellaan toimenpideradiologeilla ja -kardiologeille.



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Milla Ylitalo, El, Tays

Säteilysuojelu toimenpideradiologiassa

Viimeisten vuosikymmenien aikana toimenpideradiologia on muuttanut huomattavasti hoitokäytäntöjä lääketieteessä. Toimenpideradiologian haittapuolena on altistuminen ionisoivalle säteilylle. Laitteiden kehitys on osaltaan vähentänyt potilaiden ja henkilökunnan saamia säteilymääriä. Toimenpideradiologilla on monia käytännön keinoja optimoida säteilyn käyttöä. Jokaisen toimenpideradiologin vastuulla on käyttää säteilyä niin, että sen välitön lääketieteellinen hyöty on

suurempi kuin sen potentiaaliset haitat tulevaisuudessa. Optimaaliset työskentelykäytännöt ja säteilysuojelu ovat tärkeä osa toimenpideradiologiaa sekä potilaan että henkilökunnan kannalta. Hyvä tietotaito, tarkat hoitokäytännöt ja suunnittelu ennen interventiota sekä optimaaliset työskentelytavat salissa tarjoavat parhaan tasapainon ionisoivan säteilyn käytöstä saatavien hyötyjen ja mahdollisten tulevaisuuden haittojen välillä.



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Kirsi Miettunen, MHC MQ, Tuotespesialisti Philips Finland

Onko laitetoimittajalla roolia optimoinnissa?

Laitetoimittajan oletetaan usein olevan vain myyntiorganisaatio, jonka ainoa tehtävä on tuottaa mahdollisimman paljon taloudellista hyötyä. Laitetoimittajilla on kuitenkin ollut merkittävä rooli laitteistojen ja toimintojen kehittämisessä ja sitä kautta myös optimoinnissa. Merkittävää on se, että tuotteiden kehittämistä on tehty yli yritysrajojen, johtotähtenä ajatus saada parempia, nopeampia ja annosoptimoinniltaan kehittyneempiä tuotteita. Tällaisesta esimerkki on Philipsin, Siemensin ja Thomsonin yhteistyössä kehittämä Trixell – digitaalinen taulukuvailmaisin.

Annosoptimointi on yksi käyttöönoton tärkeimmistä vaiheista, johon tulisi osallistua kaikkien ammattiryhmien edustajat; röntgenhoitaja, radiologi, laitetoimittaja ja tarvittaessa myös fyysikko. Annosoptimointiin ei ole olemassa selkeitä speksejä, vaan se tulee tehdä yksikön ehdoilla, huomioiden yksikön kokonaisvaltainen toiminta. Peruseriaatteena on että primääritutkimuksessa käytetään suurempia annoksia kuin kontrollikuvissa ja lasten tutkimuksissa optimointi tulisi tehdä vieläkin tiukemmin. Tulee kuitenkin muistaa, että yksikkö jossa katsotaan pääasias-
sa lasten kuvia, kuten esimerkiksi HUS lastenlinikka pystyy annosoptimoinnissa menemään huomattavasti pienempiin annoksiin kuin yksikkö, jossa kuvataan lapsia vain harvoin. Optimoinnin onnistumiseksi tulee siis laitetoimittajan olla

tietoinen yksikön potilaskannasta ja prosesseista oikeanlaisen konfiguroinnin tekemiseksi. Annosoptimointiin tulee varata riittävästi aikaa, eikä se onnistu yhdellä käynnillä, sillä sitä varten tarvitaan useita röntgenkuvia, erikokoisilta ja -ikäisiltä potilailta.

Optimointi tarkoittaa parhaan vaihtoehdon löytymistä, ei vain annoksien osalta vaan myös koko kuvantamisprosessin kannalta. Siitä syystä näen erittäin tärkeäksi että uusien laitteiden käyttöönoton yhteydessä laitetoimittaja hyödyntää omaa osaamistaan yksikön työnkulun tehostamiseksi, kuvauskäytäntöjen päivittämiseksi ja työtapojen uudistamiseksi.

Optimoinnin onnistuminen ei ole itsestäänselvyys, vaan se vaatii valmistautumista sekä laitetoimittajalta että yksiköltä. Laitetoimittajan edustajan tulee tehdä yhteistyössä asiakkaan kanssa selkeä suunnitelma laitteen käyttöönotosta, käydä läpi kuvauskäytännöt ja työskentelytavat sekä kuvausprotokollat. Myös asiakkaan tulee varata riittävät resurssit, sekä ajan että moniammatillisen tiimin osalta, käyttöönoton ajaksi.

Vastaus otsikon kysymykseen on siis kyllä.

Laitetoimittajalla on merkittävä rooli optimoinnin onnistumisessa, mutta onnistuakseen se tarvitsee kaikkien osapuolten, radiologin, röntgenhoitajan, laitetoimittajan ja fyysikon, aktiivista osallistumista.



40. Sadedeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadedeturvapaivat.fi>

Touko Kaasalainen, Fyysikko, HUS-Kuvantaminen

Dual energia TT-tekniikkaa for dummies

Tietokonetomografian (TT) laitetekniikka ja tietojenkäsittely ovat kehittyneet viime vuosina nopeasti. Yksi merkittävä kehityskohde on ollut monienergiakuvaus / kaksoisenergiakuvaus (DECT). Vaikka ensimmäiset DECT-sovellukset esiteltiin jo 1980-luvulla, ne eivät yleistyneet kliinisessä käytössä. Laitetekniikan kehittymisen myötä DECT on kokenut kuitenkin uudelleensyntymisen ja on yleistymässä vähitellen myös kliinisessä käytössä.

DECT-laitteiden käyttämät tekniikat poikkeavat huomattavasti toisistaan, mutta fysikaalinen perusta monienergiakuvantamiselle on kuitenkin tekniikasta riippumatta sama. Kun säteilyn energiajakaumaa muutetaan TT-kuvauksissa, muuttuu etenkin korkean järjestysluvun omaavien alkuaineiden (mm. jodi) kyky vaimentaa säteilyä. DECT-kuvauksissa hyödynnetäänkin tätä fysikaalista ominaisuutta tekemällä kuvaus pääsääntöisesti kahdella eri putkijännitteellä ja muodostamalla TT-kuvia joko energiasubstraktion tai perusaineiden erottelun avulla. Energiasubstraktiolla voidaan muodostaa kerättyjen kuvapakkojen lisäksi myös yhdistelmäkuvat. Vastaavasti kerätystä kuvadatasta voidaan rekonstruoida perusmateriaalien erottelulla esimerkiksi jodi- ja vesikartat, efektiivisen järjestysluvun kuvat, hallowien fotonien aiheuttamaa säteilyn vaimenemista kuvaavat virtuaaliset kuvat sekä elektronitiheyskuvat.

DECT-kuvaukset voidaan toteuttaa usealla eri menetelmällä, mikä vaikuttaa myös potilaan saamaan säteilyannokseen. Yksinkertaisimmillaan DECT-kuvaus voidaan toteuttaa kuvaamalla peräkkäiset kuvasarjat kahdella eri energialla, mutta tämän tekniikan käyttö on rajoittunut lähinnä metallinpoistoon ja munuais kivien erotteluun natiivitutkimuksissa. Yleisimmin käytetyt DECT-tekniikat ovat kahdella röntgenputkella ja

detektorilla tehtävä kuvaus sekä toisaalta yhden putken tekniikka, jossa röntgenputken jännitettä muutetaan kahden putkijännitteen välillä hyvin nopeasti projektiota vaihdettaessa. Hiljattain kliiniseen käyttöön on tullut myös kerrosdetektorin omaava tekniikka, jossa kuvaus tehdään yhdellä putkijännitteellä ja energiaerottelu tehdään energiasensitiivisillä detektoreilla.

Erilaiset DECT-tekniikat mahdollistavat useita eri sovelluksia, kuten metallinpoiston, munuais kivien erottelun, keuhko- ja sydänlihaskuvantamisen tutkimukset, kudin havainnoinnin ja karakterisoinnin, automaattiset luunpoistot jne. Kahden putken tekniikalla voidaan hyödyntää paremmin erilaisia annossäästömenetelmiä ja toisaalta saavuttaa nopeaa putkijännitteen vaihtamista käyttävää tekniikkaa parempi spektraalinen erottelukyky, sillä kummankin röntgenputken osalta voidaan käyttää mm. putkivirranmodulaatiota ja erilaisia esisuodatuksia. Toisaalta nopealla putkijännitteen vaihtamisella saavutetaan hieman parempi temporaalinen resoluutio. Kerrosdetektoritekniikan etuina ovat puolestaan täydellinen spatiaalinen rekisteröinti ja retrospektiivisen analyysin mahdollisuus laajalle valikoimalle tutkimuksia, mutta toisaalta menetelmän haasteena on riittävän energiaerottelun saavuttaminen. Viimeisimpänä tekniikkana käyttöön on tullut menetelmä, jossa yhdellä röntgenputkella tehdystä kuvauksesta erotetaan kahdella eri suodatuksella (kulta ja tina) samanaikaisesta kuvauksesta kaksi eri energiaspektriä. Tulevaisuudessa mielenkiintoinen vaihtoehto on myös photon-counting -tekniikka, jolla voidaan saavuttaa nykyisiä DECT-menetelmiä parempi spektraalinen ja materiaalispesifinen erottelu sekä toisaalta huomattavasti nykyistä TT-kuvantamista pienemmät sädeannokset.



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Lauri Ahvenjärvi, Radiologian el, LT, OYS

DE-TT:n käyttö vatsaradiologiassa

Kaksoisenergiatietokonetomografiaa (DE-TT) voidaan hyödyntää vatsan alueen kuvantamisessa korvaamalla varjoaineeton natiivikuvaus virtuaalisella natiivikuvauksella, parantamalla leesioiden erottumista ympäröivistä kudoksista, määrittämällä jodivarjoaineen määrää kudoksissa ja parantamalla kudoksien ja materiaalien karakterisaatiota.

Varjoaineetonta natiivikuvausta tarvitaan vatsan alueella kudoksien todellisen varjoainetehostuman määrittämiseen. TT-kuvantamisessa tulee vastaan paljon sattumalöydöksiä, joissa todellisen varjoainetehostuman määrittäminen on ratkaisevan tärkeää oikean diagnoosin asettamiseksi. Tyypillisiä esimerkkejä ovat maksa- ja munuaiskystat sekä lisämunuaistuumorit. Koska varjoaineeton natiivikuvaus sisältyy enää harvoin kuvausprotokoliin, voidaan näissä sattumalöydöksissä joutua antamaan potilaalle uusi kuvausaika ja uusi sairaalakäynti natiivikuvaukseen. Virtuaalisella natiivikuvauksella voidaan välttää turhat uusintakuvaukset, koska sattumalöydöksissäkin saadaan tieto leesio todellisesta tehostumasta.

Vaikka kaksoisenergiakuvaus tuottaa hieman suuremman sädeannoksen kuin normaali TT-kuvaus, on kokonaissädeannos kuitenkin pienempi kuin jos natiivikuvaus tehdään perinteisellä tekniikalla kokonaan oman kuvasarjana. Toisaalta ne potilaat, jotka eivät hyödy kaksoisenergiakuvauksesta, saavat pienen lisäannoksen säteilyä. Kohinaa on virtuaalisissa natiivikuvissa yleensä vähemmän. Varjoaineeton natiivisarja ja varjo-

ainetehosteinen sarja/sarjat kuvataan aina erikseen, mikä aiheuttaa väistämättä epätarkkuutta mittauspisteiden vastaavuuteen. Virtuaalisessa natiivikuvauksessa mittauspisteet vastaavat kuva-alkion tarkkuudella varjoainetehosteisia kuvia. Mitatut tiheysarvot vastaavat pääsääntöisesti hyvin toisiaan todellisen natiivikuvauksen ja virtuaalisen natiivikuvauksen välillä. Iteratiivisella laskennalla rekonstruoitujen virtuaalisten natiivikuvien mittaustulokset on todettu tarkemmiksi kuin suodatetussa takaisinlaskennassa.

Maksan hypervaskulaaristen tuumorien havaitsemisessa voidaan hyödyntää matalalla kuvausjännitteellä saatavaa optimoitua kontrastikohinasuhdetta (contrast-to-noise ratio, CNR). Kuvaus 80 kV:lla parantaa hypervaskulaaristen muutoksien kontrastikohinasuhdetta 3,6 kertaiseksi verrattuna kuvaukseen 140 kV:lla. Myös huonosti erottuvien haimatuumoreiden detektiossa voidaan hyödyntää samaa tekniikkaa. Maksan rautapitoisuuden määrittämisessä DE-TT parantaa mittaustuloksia, jos maksan parenkyyymi on myös rasvoittunutta.

DE-TT-tekniikalla voidaan saada viitteitä virtsatiekivien koostumuksesta. Tarkentunut tieto kivien koostumuksesta auttaa hoitavaa lääkärinä valitsemaan parhaan hoidon potilaalleen. Virtuaalisella natiivikuvauksella saadaan laskennallisesti poistettua kivien havaitsemista haittaava jodivarjoaine. Pieniä (1-3 mm) kokoisia virtsatiekiviä voi virtuaalisella kuvauksella olla kuitenkin vaikeampi havaita kuin varjoaineettomalla natiivikuvauksella.



40. Sadedeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadedeturvapaivat.fi>

Jyri Järvinen, Radiologi, OYS

DE-TT:n käyttö muskuloskeletaali radiologiassa

DE-TT: n käyttösovellukset MSK –radiologiassa perustuvat materiaalin tunnistamiseen (identification), materiaalin määrittämiseen (quantification), materiaalin häilyttämiseen (suppression) ja monoenergeettiseen kuvaamiseen (metallireduktio).

Paras esimerkki tunnistamisesta ja määrittämisestä on kihdin kuvaaminen eli natriumuraattikiteiden ”ulosmittaus” DE-TT –tekniikalla. Uraattikiteitä esiintyy kihdissä useimmiten nivelten ja jänteiden alueella, joita kuvaamalla voidaan uraattikiteiksi sopivaa materiaalia tunnistaa ja värikoodata kuvissa vaikkapa vihreäksi, ja näin helposti detektoida kaksi- tai kolmiulotteisista kuvista. Tämä helpottaa klinikoita diagnostiikassa haastavien tapausten kohdalla. Kuvaohjelmisto laskee myös uraattikiteiksi sopivan materiaalin tilavuutta, jolloin tautitaakan tai hoitovasteen seuraaminen on mahdollista.

Muita, ainakin toistaiseksi vähemmän käytettyjä esimerkkejä tunnistamisesta ja määrittämisestä voisivat olla rauta- (esim. skeletal haemochromatosis, pigmented villonodular synovitis) tai rasvakertymät (xanthoma).

Esimerkki materiaalin häilyttämisestä on non-calcium –kuvaus, josta voidaan hohkaluun kalsiumia suppressoimalla havaita kontuusioedeman jälkiä posttraumakuvauksissa. Näiden kuvausten sensitiivisyys on korkea, mutta spesifisyys verrattain heikko. Noncalcium -kuvaus DE-TT: llä tulee kyseeseen tilanteissa, joissa halutaan natiivikuvausten jälkeen ottaa murtumadiagnostiikkaa tai poissulkua varten CT.

Varjoainekontrastin optimoinnissa voidaan käyttää DE-TT:tä. Esimerkiksi TT –artrografiassa saadaan haettua eri energiatasoista paras mahdollinen kontrasti pientenkin rustovaurioiden hakemiseksi. Jodivarjoaineen kontrasti suhteessa ympäröiviin rakenteisiin (rasva, luu) on parhaim-

millaan melko matalilla tai keskikorkeilla energioilla, so. 60-80 keV.

Metallireduktiokuvauksessa DE-TT: llä kahdella energialla (polykromaattisesti) kuvatusta kohteesta lasketaan virtuaalinen monokromaattinen kuva esimerkiksi 150keV: llä. Näin voidaan vähentää beam hardening -artefaktaa.

DE-TT: n sovelluksia tulevaisuudessa voivat olla myös mm. jänteiden ja ligamenttien kuvaaminen. DE-TT on myös jatkuvassa, kovassa tutkimuskäytössä maailmalla.

Menetelmän haittoina ja toisaalta kehitysnäkyminä voidaan nykyisellään ajatella ainakin monimutkaisen jälkiprosessoinnin tarvetta; jälkiprosessoinnin yhdenmukaistamista; TT –kuvauslaitteiden kehittymättömyyttä ja niissäkin yhdenmukaistamista (valmistajilla omat tekniikat etc.) sekä sädeannosta, joka on kuitenkin monoenergisestä TT: n tasoa.

Kirjallisuus

Omoumi et al: Dual-Energy CT: Basic Principles, Technical Approaches, and Applications in Musculoskeletal Imaging (Part 1), Semin Musculoskelet Radiol 2015; 19(05): 431-437 DOI: 10.1055/s-0035-1569253

Omoumi et al: Dual-Energy CT: Basic Principles, Technical Approaches, and Applications in Musculoskeletal Imaging (Part 2), Semin Musculoskelet Radiol 2015; 19(05): 438-445 DOI: 10.1055/s-0035-1569252



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Mika Kortnesniemi, Ylifyysikko, HUS-Kuvantaminen

Uudet tekniikat ja optimointityökalut TT:ssä: vaikutukset säteilyannokseen ja fysikaaliseen kuvaalaatuun

Indikaatiokohtaisesti ja potilaskohtaisesti toteutettu säteilyannoksen ja kuvanlaadun tasapainotus on TT-kuvausten (ja muidenkin röntgentutkimusten) optimoinnin keskeinen tavoite. Luennon tarkoituksena on antaa läpileikkaus TT-optimoinnin kannalta keskeisistä kuvausparametreista uusilla TT-laitteilla ja kuvalaskentamenetelmillä (iteratiiviset rekonstruktio); kuinka ne vaikuttavat tekniseen kuvanlaatuun sekä annokseen.

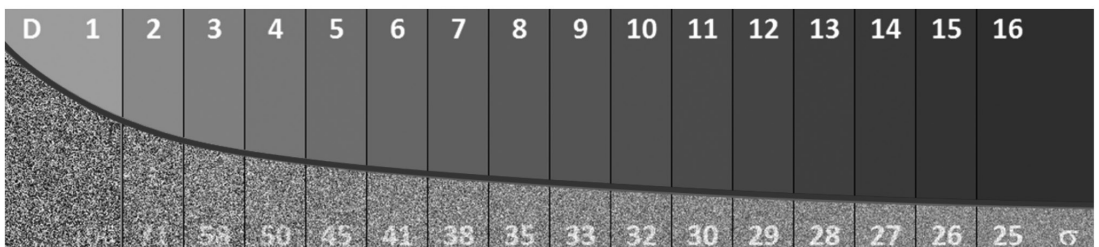
Optimoinnin lähtökohtana on syytä mainita **asianmukainen lähetekäytäntö** ja riittävät taustatiedot. Tähän liittyy myös **indikaatioiden tarkistaminen** radiologisessa yksikössä. Käytännön TT-kuvausten tekninen optimointi tapahtuu kolmella päätasolla:

1. **Yleiset parametrit** kuten potilaan keskitys, kuvausalueen rajaus, varjoainetehostuman optimointi ja ylimääräisten kuvasarjojen välttäminen
2. **Laitekohtaiset parametrit** kuten keilan kollimaatio, leikepaksuus, pitch sekä rekonstruktio menetelmä ja -suodatin eli kernele.
3. **Potilaskohtaiset parametrit** kuten varjoainetehostumasta ja potilaskoosta riippuva jännitevalinta sekä kuvauksen mA-modu-

laatiosäädöt, joka määrittelee kuvan keskimääräisen kohinatason.

Kuvanlaadun ja säteilyannoksen optimointi TT-kuvauksen alusta loppuun pähkinänkuoressa (alla oleva sisältö perustuu osittain jo sädeturvapäivillä 2012 ja 2013 esitettyihin luentoihin):

- Huolellinen potilaan **keskitys** ja oikea keilanmuoto-suodatin eli **beam-shaper** valinta (SFOV) kohdistavat säteilykeilan asianmukaisella tavalla. Tästä seuraa optimaalinen kontrasti, kohina ja annosjakauma, jotka ovat edellytyksenä muulle optimoinnille.
- Ylimääräisten kuvaussarjojen välttäminen: mielellään **vain yksi varjoainesarja per kuvaus**.
- **Kuvausalueen rajaus:** kuvausalueen pituus tulee rajoittaa indikaation mukaan mahdollisimman lyhyeksi.
- **Pitch** on kuvauksen nopeutta z-suunnassa säätelevä perusparametri, joka tulee säätää **varjoaine-ajoin** mukaan optimoituina, yhdessä **rotaatioajan** ja kollimaation kanssa. Näin saavutetaan optimaalinen varjoaineen korostuma oikeaan aikaan ja riittävällä kattavuudella. Huom. korkealla pitchillä ja lyhyellä rotaatioajalla reunaehtona voi tulla vas-



Kuvan kohinan (σ) pienentyminen annoksen (D) funktiona, käänteisen neliöjuuren mukaan (jolloin kohinataso noudattaa ns. Poissonin tilastiiikkaa).



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

taan röntgenputken max mA-taso (huom. myös suurempi fokuskoko korkeammilla mA:lla, joka vaikuttaa terävyyteen).

- **Kollimoit leveitä** keiloja jolloin koko detektorin leveys on käytössä. Näin saavutetaan hyvä geometrisen tehokkuus. **Kuvaa ohuita** sub-mm leikkeitä, jolloin saavutetaan ns. isotrooppinen 3D-resoluutio. **Katso paksuja** leikkeitä, jolloin MPR:n paksuus valitaan indikaation mukaan.
 - Kuvasvaiheen ohuet leikkeet saavatkin olla kohinaisia – ratkaiseva asia on *katseltavan* leikepaksuuden kuvanlaatu (~kohina).
 - Leikepaksuuden kasvaessa kohina vähenee käänteisen neliöjuuren mukaan: $\text{kohina} \propto \text{leikepaksuus}^{-0.5}$. (eli sama säännönmukaisuus kuin annoksen suhteen)
- **Putkivirran (mA) minimointi/modulaatio** tulee säätää potilaan koko ja kuvattavan alueen vaimennus huomioiden \Rightarrow tavoitteena vakioitu kuvanlaatu (lähinnä kohinan kannalta) kuvasalueella ja optimaalinen annosjakauma. Huom. laitekohtaiset erot modulaation asetuksissa on syytä tuntea hyvin, jotta modulaatio toimisi oikein eri kokoisilla potilailla ja eri tutkimuksissa.
 - Putkivirran tai sähkömäärän (mAs) kasvaessa annos kasvaa samassa suhteessa ($\text{annos} \propto \text{mAs}$).
 - Putkivirran tai sähkömäärän (mAs) tai annoksen kasvaessa kohina pienenee käänteisen neliöjuuren mukaan ($\text{kohina} \propto \text{mAs}^{-0.5} \propto \text{annos}^{-0.5}$), kts. kuva.
- **Jännitteen (kV) optimointi** tapahtuu varjoainekuvaskohtaisten kontrastiominaisuuksien ja potilaskoon mukaan. Alhaisempi jännite on perusteltua lasten kuvauksissa (pienempi koko) varjoaineella korostuvilla kohteilla. Suuremmilla aikuispotilailla jännitteen alentaminen ei välttämättä tuo optimaalista lopputulosta; ison potilaan paksuumpi vaimentava kerros ei kerta kaikkiaan läpäise matalamman energian röntgensäteilyä (~80 kVp) riittävän hyvin. Lisäksi, jos jodipitoista varjoainetta ei käytetä tai kohde ei saa varjoainekorostumaa, jännitteen alen-

taminen ei useinkaan anna merkittävää etua – jopa päinvastoin – kohina saattaa kasvaa haitallisesti.

- Jännitteen kasvaessa annos kasvaa voimakkaasti ($\text{annos} \propto \text{kV}^{2.5}$). Vastaavasti jännitettä pienennettäessä annos laskee voimakkaasti, jolloin kuvan kohina-kin kasvaa ellei tilannetta kompensoida mAs:n nostamisella.
- Jännitteen kasvaessa kontrasti heikkenee (kerroinsuhde riippuu säteilyn spektristä ja kohdeaineesta), koska kontrastia tuova valosähköinen ilmiö heikkenee, vastaavasti Comptonin sironta kasvaa suuremmalla kilovoltilla (suurempi röntgensäteilyn keskimääräinen kvanttienergia).
- **Rekonstruktiosuodatin** tulee valita tarkastelukohteen mukaan; kovempi suodatin (esim. bone) korostaa reunoja ja terävyyttä, mutta samalla myös kohina vahvistuu. Kohinan vuoksi on usein hyvä käyttää pehmeämpää suodatinta.
- Uudet TT-kuvanlaskennan **iteratiiviset menetelmät** voivat tuoda kymmenien prosenttien annossäästön, lähinnä kuvan kohinatason laskemisen kautta, mutta vaikutus kliiniseen kuvanlaatuun on syytä varmistaa samalla tavalla kuin minkä tahansa muunkin kuvasparametrin säätämisessä. Mikäli iteratiivisen rekonstruktion tasoa nostaa

Tulevaisuudessa mm. iteratiiviset rekonstruktio-tekniikat korostavat tarvetta uusille kuvanlaatuparametreille ja optimointitutkimukselle, jossa radiologin subjektiivisen kuvanlaatuarvion sekä teknisen kuvanlaadun välille yritetään luoda selkeämpiä kvantitatiivisia yhteyksiä mm. objektiivisten mallihavaintajien avulla (model-observers). Mallihavaintajat ovat automaattisia kuvien analyysialgoritmeja, jotka pyrkivät matkimaan radiologin subjektiivista kuvankatselua, jolloin kuvanlaadun muutoksista voitaisiin saada kliinisesti relevantimpia ja objektiivisiä mittauksia.



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

liian korkealle tai laskee annosta hyvin alas, kuvan vaikutelma saattaa "puuroutua" (ns. kohinaspektrin painotuksen muuttuessa).

Laadunhallinta ja koulutus

- Asianmukainen **huolto ja laadunvarmistus** ovat toiminnan harjoittajan järjestämisvastuulla. Laadunvarmistuksen avulla laitteen koko tekninen potentiaali saadaan varmistettua, jolloin optimointikin on tukevammalla pohjalla.
- Säännöllinen **potilasannosten seuranta** ja vertailutasojen käyttö sekä **kliininen kuvanlaadun arviointi** ovat optimoinnin tärkeimpiä tehtäviä (laadunhallinnan ja toiminnan arvioinnin näkökulma). Kattava potilasannosten seuranta edellyttää käytännössä ns. annoshallintaohjelmien käyttöä.
- Riittävä **käyttökoulutus ja yhteistyö röntgenhoitajan, radiologin, fyysikon sekä laitetoimittajan kesken** varmistavat, että laitteen käyttö *osataan* optimoida moniammatillisessa sairaalaympäristössä.

Kirjallisuus

Parakh A, Kortnesniemi M, Schindera ST. CT Radiation Dose Management: A Comprehensive Optimization Process for Improving Patient Safety. *Radiology*. 2016 Sep;280(3):663-73.

Kortnesniemi M, Lantto E. CT imaging - towards patient and indication specific optimization. *Duodecim*. 2015;131(1):42-8. Review. Finnish.

Kaasalainen T, Palmu K, Reijonen V, Kortnesniemi M. Effect of patient centering on patient dose and image noise in chest CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2014 Jul;203(1):123-30.

Seuri R, Rehani MM, Kortnesniemi M. How tracking radiologic procedures and dose helps: experience from Finland. *AJR Am J Roentgenol*. 2013 Apr;200(4):771-5.

Dong F, Davros W, Pozzuto J, Reid J. Optimization of Kilovoltage and Tube Current-Exposure Time Product Based on Abdominal Circumference: An Oval Phantom Study for Pediatric Abdominal CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2012 Sep;199(3):670-6. PubMed PMID: 22915410.

McCullough CH, Chen GH, Kalender W, Leng S, Samei E, Taguchi K, Wang G, Yu L, Pettigrew RI. Achieving routine submillisievert CT scanning: report from the summit on management of radiation dose in CT. *Radiology*. 2012 Aug;264(2):567-80. PubMed PMID: 22692035.

Yu L, Bruesewitz MR, Thomas KB, Fletcher JG, Kofler JM, McCullough CH. Optimal tube potential for radiation dose reduction in pediatric CT: principles, clinical implementations, and pitfalls. *Radiographics*. 2011 May-Jun;31(3):835-48. PubMed PMID: 21571660.

Kalender WA, Buchenau S, Deak P, Kellermeier M, Langner O, van Straten M, Vollmar S, Wilharm S. Technical approaches to the optimisation of CT. *Phys Med*. 2008 Jun;24(2):71-9. Review. PubMed PMID: 18331808.

Kannattaa tutustua myös STUK:n oppaisiin TT-optimointiin liittyen.



Jaakko Niinimäki, Radiologi, OYS

Ranteen/kynärnivelen kuvantaminen

Ranteen natiivikuvan tavallisin indikaatio on vamma. Tuolloin kuvasta etsitään joko murtumaa tai nivelsidevammaa. Muita tavallisia indikaatioita ovat artritit ja epäspesifi kipu, esimerkiksi nivelrikkoon liittyen. Kuvauksia voidaan ottaa oireen perusteella kohdentaa joko varttinäluun alaosaan tai ranneleihin, joskus kuvataan molemmat alueet. Alueen tavallisimman trauman eli varttinäluun alaosan murtuman osalta on julkaistu 24.05.2016 uusi Käypä hoito –suositus.

Suositus ottaa kantaa sekä diagnostiikkaan että hoitoon. Natiivikuvauksella on perusdiagnoosiin potilailla, joilla epäillä murtumaa. Tuolloin ranteesta otetaan vähintään kaksi projektioita. Epäselvissä tapauksissa ylimääräinen viistoprojektio muuttaa kuvauksen tulkintaa n 5%:ssa tapauksista. Se vaikuttaa kuitenkin harvoin hoitolinjaan, joten useimmissa yksiköissä pitäydytään kahdessa projektiossa. Etenkin murtuman jälkeen otettavien seurantakuvien suoruus on tärkeää, jotta hoitovalintaan vaikuttavat anatomiset mittaukset ovat vertailukelpoisia.

Tämä pätee etenkin alle 65-vuotiailla potilailla, joilla leikkaushoito voi tulla kyseeseen. Ranteen röntgenkuva otetaan ranne suorana tai kipsatussa asennossa, kyynärvarsi neutraaliasennossa ja kyynärpää 90°:n kulmassa. PA-kuva otetaan olkapäätä vasten tasolla ja sivukuva olkapäätä vasten vartalon vierellä. Suorassa PA-kuvassa kolmas kämmenluu on samansuuntainen varttinäluun kanssa ja suorassa sivukuvassa varttinä- ja kyynärluu kuvautuvat päällekkäin tai varttinäluun dorsaalireuna on korkeintaan 1–2 mm ylempänä kuin kyynärluun dorsaalireuna. Tämä sen vuoksi, että etenkin supinaatio ranteessa aiheuttaa varttinäluun nivelpinnan dorsaalisen kallistuskulman mittausvirheitä. Ranteen sivuprojektion suoruden arvioinnissa voidaan käyttää hyväksi myös ranneluiden kuvautumista. Herneluun kämmenen puoleisen reunan tulisi näkyä veneluun ja ison ranneluun kämmenenpuoleisten reunojen välissä. Veneluun vammaa epäiltäessä otetaan tähän luuhun kohdennettuja viistoprojektioita. Veneluun akselia voi suoristaa ottamalla kuvat ulnaarideviaatioissa.

Veneluun osalta on hyvä muistaa, ettei natiivikuva tai edes TT-kuvauksella ole akuuttivaiheessa poissulkeva, joten tarvittaessa myöhäiskuvauksella 7-10 vrk vammasta voi paljastaa okkultin murtuman. Joissain yksiköissä käytetään akuuttivaiheessa poissulkumenetelmänä magneettikuvausta.

Myös kyynärpään kuvauksena vamma on yleisin. Joskus kuvauksella haetaan myös syytä liikerajoitukselle tai selvitetään artriittimuutoksia. Kyynärpään natiivikuvauksella sisältää yksiköstä riippuen kaksi tai useampia projektioita. Aina kuvataan AP ja sivu-kuvat, usein sivukuvasta vielä viistoprojektio. Samoin kuin ranteessa, viistoprojektio todennäköisesti lisäävät murtumadetektion herkkyyttä etenkin processus coronoideuksen ja radiuksen pään murtumissa. Sivuprojektion suoruteen tulee kiinnittää huomiota, sillä ns. anteriorisen humeraalilinjan arviointi on epäluotettavaa viistoista projektioista. Tämän linjan arviointi on tärkeää etenkin lapsilla, joilla humeruksen suprakondyalaarimurtumat ovat yleisiä. Olkaluun alaosan murtumat ovat yleisiä myös vanhuksilla, joilla etenkin pirstaleisten murtumien arvioinnissa käytetään avuksi usein tietokonetomografiaa. Työikäisessä väestössä tavallisin murtuma on radiuksen pään (capitulum radii) murtuma. Kyynärnivelen effuusion luotettava merkki on rasvapatjojen kohoaminen. Mikäli aikuispotilaalla todetaan kyynärnivelen effuusio eikä dislokoitunutta murtumaa näy, on kyseessä usein dislokoitumaton capitulum radii murtuma, joka hoidetaan konservatiivisesti.

Kirjallisuus

Varttinäluun alaosan murtuma (rannemurtuma).
Käypä hoito –suositus, 2016

Loredo RA, Sorge DG, Garcia G. Radiographic evaluation of the wrist: a vanishing art. *Semin Roentgenol.* 2005 Jul;40(3):248-89.

Grayson DE. The elbow: radiographic imaging pearls and pitfalls. *Semin Roentgenol.* 2005 Jul;40(3):223-47.



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Päivi Paaso, Rh, OYS Kuvantaminen, Päivystysröntgen

Ranteen ja kyynärpään natiivikuvantaminen röntgenhoitajan näkökulmasta

Ranteen ja kyynärpään röntgenkuvaukset ovat yleisiä tutkimuksia, mutta diagnostisten kuvien ottaminen vaatii röntgenhoitajalta ammattitaitoa. Hyvän kuvan kriteerien tunteminen ja anatomisten rakenteiden tunnistaminen röntgenkuvasta ovat välttämättömiä kuvan laadun arvioinnissa. Kuvaustilanteet voivat olla haastavia, koska potilaat ovat usein kipeitä ja heillä voi olla muitakin sairauksia tai vammoja, jotka vaikuttavat kuvauksen tekemiseen. Käyn tässä läpi ranteen ja kyynärpään natiivikuvauksen asetelua eri tilanteissa sekä Oys Kuvantamisessa käytössä olevia hyvän kuvan kriteerejä.

Ranteen natiiviröntgen

Oys Kuvantamisen ohjeiden mukaan ranteen röntgenkuvauksessa rutiiniprojektiot ovat PA ja sivu. Ranteesta voidaan ottaa useita muitakin projektioita, joista scaphoideumin eli veneluun kuvaus on yleisin Päivystysröntgenissä. Yleensä ranne kuvataan istuen, mutta se voidaan kuvata myös maaten tai seisoen, jos potilaan tila niin vaatii.

Ranne PA/AP

PA-projektion aikana potilas istuu kuvauspöydän päädyssä kuvattavan puolen kylki pöytää kohti, käsi koukistettuna kyynärpästä 90 asteen kulmaan ja kohotettuna pöydällä olevan detektorin päälle. Potilaan olka-, kyynär- ja rannenivelet ovat samassa tasossa. Kämmen painetaan kevyesti detektoria vasten. Tarkistetaan, että keskisormi ja kyynärvarsi ovat saman suuntaisesti. Keskisäde kohdistetaan ranteen pikkuluiden keskelle. Yläreuna rajataan 5. MCP-niveleen distaali-puolelle, jolloin distaalista kyynärvartta tulee vastaavan verran kuvaan mukaan. Leveys suunnassa rajataan ihon pinnasta toiseen.

Jos kuvataan AP-suunnasta, asettelu on muuten kuin PA, mutta kyynärvarsi on detektorilla kämmenpuoli ylöspäin ja kyynärpää on ojennettuna. Sormien alle laitetaan pieni kiila, niin että sormet ovat hieman ylöspäin. Potilas nojaa hieman kuvattavalle sivulle päin ranteen rotaation välttämiseksi.

Hyvän kuvan kriteerien mukaan PA/AP-projektiossa III-metakarpaali ja kyynärvarren luut ovat samassa linjassa. Ranteen nivelraot kuvautuvat avoimina. Keskisäde on ranteen pikkuluiden keskellä. 5. MCP-nivel näkyy kuvassa ja myös pehmytosat kuvautuvat.

Ranne sivu

Sivu-projektiossa potilas istuu samalla tavalla sivuttain kuvauspöytää kohti kuin PA-kuvassa. Pöytää lasketaan alaspäin, kunnes potilaan käsi-varsi laskeutuu kyljen viereen. Kyynärnivel on 90 asteen kulmassa kämmen vartaloa kohti, peukalopuoli ylöspäin. Peukalo on samansuuntaisesti muiden sormien kanssa, ei pystyssä. Keskisäde kohdistetaan ranteen pikkuluiden keskelle. Rajataan kuvakenttä ulottuen ylä-alasuunnassa 5. MCP-niveleen asti ja leveys suunnassa ihon pinnasta toiseen. Koska kuvausalue tulee erittäin lähelle vartaloa, riittävästä sädesuojauksesta tulee huolehtia.

Jos kyynärpää ei koukistu, kuvataan kyynärpää ojennettuna. Olkapää, kyynärpää, ranne ja keskisormi ovat samalla tasolla horisontaalisesti. Potilas kääntää kättä ulkokiertoan olkapäästä lähtien siten, että peukalo osoittaa ylöspäin.

Ranteen sivukuva on mahdollista ottaa myös horisontaalisuuntaisilla säteillä. Käden alle laitetaan matala koroketyyny, jotta koko ranne pehmytosineen saadaan kuva-alueelle. Detektorin asetetaan ulnaripuolelle.



40. Sadedeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadedeturvapaivat.fi>

Sivuprojektion hyvän kuvan kriteerien mukaan capitatum ja kyynärvarren luut ovat linjassa. Radius ja ulna kuvautuvat päällekkäin. Radiusen dorsaalinen reuna saa olla korkeintaan 1-2 mm ulompana kuin ulnan dorsaalinen reuna. Pisiforme näkyy scaphoideumin päällä. Tarkalleen ottaen pisiformen kämmenenpuoleinen reuna kuvautuu scaphoideumin ja capitatum vastaavien reunojen väliin jäävän tilan keskikolmanneksen alueelle. Keskisäde on rannenivelen kohdalla. 5. sormen MCP-nivel kuvautuu. Pehmytosat kuvautuvat.

Scaphoideum

Scaphoideumin kuvataan kahdessa viistoprojektiossa. Potilas istuu samalla tavalla kuin PA-kuvassa sivuttain kuvauspöytää kohti, olkavarsi abduktiossa. Kyynärnivel on 90 asteen kulmassa kämmen alaspäin. Olka-, kyynär- ja rannenivelet ovat samassa tasossa. Ensimmäisessä kuvassa kämmentä viistotaan 15-20 astetta kohottamalla peukalopuolta ylöspäin ja peukaloa käännetään erilleen II-V sormista, jotka ovat yhdessä. Toisessa kuvassa kämmentä viistotaan 15-20 astetta kohottamalla II-V sormia noin 15 astetta, peukalo käännetään erilleen II-V sormista, jotka ovat yhdessä. Keskisäde kohdistetaan 1. metakarpalin tyveen, ns. nuuskakuoppaan. Kuvan rajataan kämmennivelestä varttinäluun distaalipäähän ja ihon reunasta herneluuhun. Hyvän kuvan kriteerien mukaan veneluu kuvautuu kokonaan. Projektion mukainen nivelrako on vapaana. Veneluun kaikki ääriiviat ovat arvioitavissa jossakin projektiossa.

Kyynärpään natiivikuvas

Kyynärnivelen anatomia on monimutkainen ja sen hahmottaminen röntgenkuvasta voi olla haastavaa. Kyynärnivel on niveltypiltään sarananivel, jossa yhdistyvät humeruksen distaalinen osa sekä radiusen ja ulnan proksimaaliset osat. Humerus niveltyy radiusen (radiohumeraalinen nivel) ja ulnaan (ulnohumeraalinen nivel), jotka niveltyvät lisäksi keskenään proksimaaliseksi radioulnaariseksi niveleksi.

Rutiiniprojektiot ovat AP ja sivu. Tutkimus tehdään yleensä potilaan istuessa kuvauspöydän päässä, mutta on myös mahdollista kuvata seisten tai maaten. Tuore vamma kyynärpäässä aiheuttaa usein kovaa kipua ja liikerajoituksen, jolloin voi olla helpointa kuvata seisten thorax-telineelle.

Kyynärpää AP

Potilas istuu sivuttain pöydän päässä. Koko käsi-vasi on suorana, kyynärpäähän ja olkavarren ollessa samalla tasolla. Potilas nojaa vähän taaksepäin ja peukalopuolta hieman ulospäin kiertäen. Jos kyynärnivel ei suoristu, otetaan kaksi (tai kolme) kuvaa. Ensimmäisessä kuvassa potilaan olka- ja kyynärvasi ovat samassa kulmassa kasettiin nähden. Keskisäde kohdistetaan nivelen keskelle. Toisessa kuvassa kyynärvasi on kasettia vasten. Jos ongelma on olkavarren puolella, kuvataan vielä olkavarsi kasettia vasten. Kuvaan rajataan 5 cm sekä kyynär- että olkavartta ja ihon pinnasta toiseen.

Maaten kuvattaessa kuvattavan puolen kämmen on suoraan ylöspäin. Seisten kuvattaessa kämmen on suoraan eteenpäin.

Hyvän kuvan kriteerien mukaan AP-kuvassa nivelrako kuvautuu avoimena. Mediaalinen ja lateraalinen epicondyli kuvautuvat profiilissa. Olecranon ja trochlea kuvautuvat päällekkäin. Radiusen pää ja varttinäluun kyhmy (tuberositas radii) kuvautuvat hiukan ulnan tyviosan päälle.

Kyynärpää sivu

Sivukuvassa kyynärvasi ja olkavarsi ovat samalla tasolla. Kyynärnivel on 90 asteen kulmassa, peukalopuoli käännettynä ylöspäin.

Seisten kuvattaessa potilas seisoo vatsa thorax-telinettä kohti hieman viistossa. Käsi on kyynärpästä koukistettuna ja hieman irti vartalosta. Kuva rajataan samalla tavalla kuin AP-projektiossa.

Sivuprojektiossa hyvän kuvan kriteerien mukaan nivelrako kuvautuu avoimena. Mediaalinen ja lateraalinen epicondyli kuvautuvat päällekkäin. Puolet radiusen päästä kuvautuu processus coronoideuksen päälle.



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Petri Sipola, Radiologi, KYS

Th- ja ls-rangan natiivikuvantaminen - radiologin näkökulma

-Mitä Th tai LS-rangan kuvassa pitää näkyä?
-Tautien tautimarkkerit.
-Mitä ne on?
-Jotain löydöksiä, joita pystyy arvioimaan riittäväällä luotettavuudella. Luettelen seuraavassa asioita, joita kuvasta pystyy arvioimaan riittävän toistettavasti ja riittäväällä luotettavuudella. Radiologi katsoo seisten otetusta kuvasta ryhdin sivukuvasta (lordoosi/kyfoosi) ja etukuvasta (skolioosi). Sivukuvasta katsotaan, ovatko nikamat linjassa. Montako nikamaa on? Onko lumbosakraalinen junktio anomalinen (sakralisoitunut lumbaalinikama)? Sen arvioimiseksi haluan nähdä etukuvassa alimpia kylkiluita ja suoliluun harjan korkeuden saadakseni selville etu- ja sivukuvan välisen korkeudellisen yhteyden. Katson diskusvälien korkeuden, päätelevyissä olevat osteofyytit ja sen ovatko päätelevyt tarkkarajaiset. Murtumaa ajatellen katson, ovatko nikamat oikeamuotoiset, onko epäjatkuvuuslinjoja nikamien ääriviivoissa, processus transversumeissa tai processus spinosuksissa. Onko oletetussa rintarangan kyfoosissa ja lannerangan lordoosissa epäjatkuumoa (esimerkiksi kyfoottiseksi luutunut bamburanka onkin yhdessä välissä neutraali tai jopa lordoottinen, vaikka nikamamurtumaa ei erottuisikaan)? Etukuvasta katson murtumaepäilyssä, näyttäisivätkö pedikkelit olevan yhtä kaukana toisistaan. Tuumoreiden arvioimiseksi arvioin, onko luuparenkyymin homogeenista ja näkyvätkö pedikkelien ääriviivat säännöllisinä.

-Pitäisikö kuvat ottaa seisten vai maaten?
-Natiivikuvantamisella on yksi ylivertainen etu muihin kuvantamismenetelmiin nähden: siinä potilas voidaan kuvata seisten eli juuri siinä asennossa, jossa potilaan vaivat todennäköisemmin esiintyvät. Näin ollen LS- ja Th-rangan kuvilla seisten on uniikki merkitys, jossa näkyy nika-

mien liukuma fysiologisessa rasituksessa ja tapa, jolla ranka ja nivelet asettautuvat tasapainoasemaan potilaan seistessä.

-Kuvat siis otetaan aina seisten?
-Jos kuvanlaatu saadaan paremmaksi natiivikuvassa ja kysymyksessä on luuparenkyymin arviointi esim. metastaasiepäilyssä niin maaten voidaan silloin ottaa. En ole nähnyt aiheesta vertailevia tutkimuksia. On myös monia muita asioita, jotka vaikuttavat kuvanlaatuun, esimerkiksi käsien asento on tärkeä selän tasapainokuvia otettaessa (Spine 2005;30:427- 433).

-Eikö ne metastaasit näy paremmin CT:ssä tai magneetissa?

-Vaikka rtg-kuva on paljon huonompi kuin MRI tai CT tuumoreiden ja spondylodiskiitin diagnostiikassa, on niiden tautien oireet ja löydökset hyvin epäspesifejä. Se tarkoittaa käytännössä sitä, että monilla potilailla on samanlaisia oireita ja kaikkia ei voida kuvata magneetilla. Tällöin tuumoreiden ja spondylodiskiitin diagnostiikka tehdään edelleen rtg-kuvalla. Trauman jälkeisen kompressiomurtumien diagnostiikka iäkkäällä ja nuoremmallakin potilaalla natiiviröntgenkuvausta käyttäen on edelleen käypää toimintaa. CT tai MRI-kuvaukset ei yleensä tuo lisäarvoa potilaalle, joka on neurologisesti oireeton ja jolla rtg-kuvassa todetaan vähäinen kompressio.

-Suolikaasut haittaavat tutkimusta. Pitäisikö potilaan noudattaa jotain tiettyä ruoka-valiota tai ottaa lääkettä suolikaasujen hillitsemiseksi?

-Vaikea uskoa, että tuollaisilla asioilla saataisiin niin paljon muutosta aikaan, että tuollainen olisi perusteltua. Filosofia lienee se, että näkyy mitä näkyy ja jos jää epäselväksi, niin jatketaan muilla tutkimuksilla, jos potilaan kliininen tilanne edellyttää.



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

-No entä hengitys, pitääkö olla sisään- vai uloshengitys?

-Tärkeintä, että potilas on liikkumatta.

-Mitä kuvissa on näyttävä ja miten kuvat on otettava?

-Tämä on tärkeä kysymys ja asia on määriteltävä yhteistyössä kliinikoiden ja radiologien kanssa ja kirjattava selkeästi ohjeistukseen esimerkkikuvien. Jos kuvattaessa sovittuja asioita ei pystytä kuvaamaan, asia on kirjattava ylös ja syy mainittava.

- Radiologi ja kuvat pyytänyt kliinikko arvostaa sitä, että kuvat on otettu aina mahdollisimman samalla tavalla. Tällöin radiologin on mahdollista oppia normaalilöydös ja verrata samaan potilaan eri aikaan otettuja tutkimuksia keskenään. Tämä ei tarkoita, etteikö eri potilasryhmille voisi olla erilaisia kuvausprotokollia. Niitä ehdottomasti pitää olla! Luisten destruktioiden ja murtumien näkymistä haittaa liiallinen kuvan kohina. Kohinaa voidaan pienentää lisäämällä sädeannosta. Tästä ei ole haittaa iäkkäälle syöpäpotilaalle. Aina matkan kohinan kuvausta ei kuitenkaan tarvita vaan riittää, että voidaan seurata esim. selän kaarevuudessa tapahtuvia muutoksia, johon voi riittää nikamien keskikohdan hahmotus. Tästä seuraa eri kuvausindikaatioihin erilaiset laatuvaatimukset. Asian miettiminen ja päätelmien toteuttaminen kuvausprotokollissa tarjoaa mahdollisuuden optimointiin. Tulokset voivat olla huikeita, esimerkiksi lasten skolioosikuvauksissa sädeannoksissa on todettu 200-kertaisia eroja eri yksiköiden välillä.

-Tiedätkö, että semmoisen iäkkään joka suuntaan vinon potilaan kuvaaminen on todella haastavaa ja aikaa vievää. Onko niistä rtg-kuvista kukaan edes loppupeleissä kiinnostunut?

-Varmasti on kiinnostunut! Ja kuvaamiseen käytetty aika on varsin vähäinen, kun sitä vertaa siihen leikkaukseen, joka potilaalle tehdään ja suunnitellaan juuri niiden otettujen rtg-kuvien perusteella. Todellakin, seisten otettu röntgenkuva on ratkaisevassa asemassa selän tasapainokirurgiaan kohdistuvan leikkauksen suunnittelus-

sa. Nämä ovat hyvin suuria leikkauksia, potilaat joutuvat leikkauksen jälkeen seurattavaksi teho-osastolle ja vakavia komplikaatioita esiintyy varsin usein, joten meidän on tehtävä todellakin parhaamme, jotta olisimme mahdollisimman solidi lenkki näiden potilaiden hoitoketjussa.

-Myös postoperatiiviset rtg-kuvat ovat tärkeitä. Rtg-kuvaus tarjoaa edelleen erotuskyvyllään ja selkeydeltään lyömättömän menetelmän metallisen implantin katkeamisen toteamiseen. Rtg-kuvaus myös summeeraa usein moniongelmaisen potilaan tilanteen nopeasti radiologille ja hoitavalle kirurgille tai fysiatrille. Fuusiokuvissa esiintyvä implantin pseudoepäjatkuvuus ei ole harvinaista. Originaalikuvat, joista fuusiokuva luotu, tulee aina olla nähtävänä.



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Merja Perankoski, Aoh, KYS Kliininen radiologia

Miten saadaan hyvät rinta- ja lannerangan natiivikuvat

Rinta- ja lannerangan natiivikuvantamisen yhtenä etuna on seisten kuvaamisen mahdollisuus. Tutkimusmäärät ovat vakiintuneet viime vuosien aikana, mutta suositus seisten kuvaamisesta on yleistynyt, kun taas erikois- ja lisäprojektioiden määrä on laskenut tt- ja mri-kuvantamisen saatavuuden myötä. KYSissä viime vuodelta rintarakatutkimuksia (NA2AA) on tilastoitu noin 330 kpl ja lannerankoja (NA3AA) 2500 kpl.

Hyvät diagnostiset optimoidut selän röntgenkuvat kuuluvat natiivityöpisteessä toimivan röntgenhoitajan perusosaamiseen. Röntgenhoitaja vastaa onnistuneesta kuvantamistapahtumasta. Radiografiaprosessiin sisältyy mm. lähete, esivalmistelut, oikeutus, optimointi, ohjeet, edelliset tutkimukset, potilaan tunnistus ja haastattelu, ohjaus, havainnointi, laitteiston hallinta, sädesuojaus, kuvaus, kuvankäsittely- ja tulkinta sekä päätöksenteko ja työnkirjaus.

Tässä esityksessä, radiologin näkökulman jälkeen, käydään lyhyesti läpi perusasioita aikuisten rinta- ja lannerangan natiivikuvien ottamisesta. Esille otetaan potilasasettelussa huomioitavia

seikkoja, kuten keskitys, potilaan suoruuus, käsien asento ja tukityynyjen käyttö. Samoin kerrataan lyhyesti kuvan rajausta ja hyvän kuvan kriteerejä. Mietitään myös mitä tulisi ottaa eri tavalla huomioon riippuen siitä, kuvataanko seisten tai maaten. Potilaan anatomia – rangan asento tai potilaan iso koko vaikuttaa merkittävästi kuvanlaatuun ja tekee rankakuvauksista haasteellisia. Eri projektioihin saattaa silti löytyä jokin uusi niiksi. Säteilysuojaimien käyttö ja –pa suunnassa kuvaaminen on aina huomioitava. Potilaan ohjaus ja rauhallinen tutkimustilanne ovat tärkeitä optimointikeinoja. Unohtamatta kuitenkin, että kuvantamistilanteet ja kuvat sen mukaisesti ovat hyvin erilaisia esim. päivystyksessä.

Perusprojektioiden lisäksi ehdittäneen käydä lyhyesti läpi lannerangan taivutuskuvien ottaminen ja vilkaistaan mitä olivatkaan lannerangan viistokuvat tai ns. baletti/uimarin projektiot. Koko rangan tasapaino- ja balanssikuviiin (skolioosi) ei tässä esityksessä paneuduta. Vielä jos lopuksi ehtisimme yhdessä vaihtaa kuvausniksejä!



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Elina Varjonen, Radiologian erikoislääkäri, HUS-Kuvantaminen, Töölön sairaala

Aikuisen lantion ja lonkan alueen natiivikuvaus – hyvä kuva ja sen tulkinta

Lantion ja lonkan alueen natiivikuvausta pyydetään monin eri indikaatioin, joista tyypillisimpiä ovat trauma, nivelrikko ja muut nivelsairaudet, rakenteellisten variaatioiden/anomalioiden osoittaminen, tuumoreiden/ maligniteettien tutkiminen sekä protetiikkaan liittyvät kysymykset. Tärkeimmät projektiot ovat lantion ja lonkan AP sekä Lauenstainin tai aksiaaliprojektio hieman harvinaisempia projektioita ovat Judet-, inlet ja outlet -viistoprojektiot. Lateraalisuuntaan kipatut Judet'n projektiot auttavat arvioimaan etu- ja takapilareita (acetabulummurtumat) ja kraniokaudaalisuunnassa kipatut inlet- ja outlet-projektiot auttavat arvioimaan lantioirengaan ylä- ja alaosia vähentäen päälle projisoituvien rakenteiden määrää. Viistoprojektioita voi joskus olla hankala ottaa sillä ne vaativat yleensä potilaan asennon muutosta, esimerkiksi traumapotilailla tämä ei välttämättä onnistu. Lantion alueella usein arviointia hankaloittaa suolen sisältö sekä suboptimaaliset kuvaussuunnat tai valotus.

Lantion AP-kuva on suoliluun harjuista istuinkyhmyjen alapuolelle ja ison sarvennoisen ja suoliluun siiven lateraalipuolen pehmytosasta toiseen. Lantio on suorassa, obturator-aukot symmetriset, trokanterit profiileissa. Trabekkelit, acetabulumin seinämät, sakrumin juuriaukot erottuvat, pehmytkudosten rasvarajat ovat hahmotettavissa. Proteesilantiossa on matalampi rajaus, proteesien varsien tulee näkyä. Judet'n projektiot on suoliluun harjasta symfyysiin, ison sarvennoisen lateraalipuolelta symfyysiin, etu- ja takapilarit ja acetabulumin reunat erottuvat, viistottuna noin 45 asteen kulmaan. Inlet ja outlet-projektioissa kuva-alue on suoliluun harjuista

symfyysiin. Inletkuvassa lantioirengas profiilissa aksiaalisuunnassa, outletkuvassa häpyluu ja istuinluu suurentuneina, sakrum näkyy koko pituudeltaan. Kohdistettu lonkan AP symfyysistä ihon pintaan, iso sarvennoinen profiilissa, pieni projisoituu diafyysin mediaalireunan päälle. Lonkan sivuprojektioissa kuva-alue acetabulumin yläpuolelta noin kolmasosaan proksimaalireittä, Lauenstainin projektiossa reisi sivusuunnassa, collum lyhentynyt, trokanterit osin päällekkäin, acetabulumin reunat erottuvat femurin caputin läpi. Aksiaaliprojektiossa lonkka noin 45 asteen aksiaalisessa sivusuunnassa, collum lyhentymätön. Symfyysin takaa istuinkyhmyyn, acetabulum erottuu, toinen alaraaja ei kuvassa.

Tärkeitä rakenteita/linjoja arvioida AP-kuvista

Muutokset näiden kulussa tai muodossa, linjojen katkeamat, paksuuntumat tai häviäminen/destruktiot ja epäsymmetria oikean ja vasemman välillä voivat viitata patologiaan, kuten esimerkiksi traumaan tai maligniteettiin kyseisellä alueella. Suluissa mainittu esimerkkejä patologisista muutoksista.

- Ilioiskiaalinen = etupilari (esim. murtumat)
- Iliopektineaalinen = takapilari
- Tear drop = acetabulumin mediaaliseen
- Sciatic notch
- Acetabulumin etu- ja takaseinät
- Symfyysi (leviäminen traumassa tai anomaloissa)
- Sakrumin kaaret/juuriaukot (trauma, rasisuurtuma, destruktiot esim. tuumoreissa)
- SI-nivelet (infektio, SPA, trauma)



40. Sadedeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadedeturvapajat.fi>

- Femurin caputin muoto (AVN, FAI, dysplasia)
- Femurin collumin trabekkelit (murtuma, destruktiiviset muutokset)
- Lonkkanivelrako (artroosi, reuma)
- Yleinen luurakenne (myelooma, osteoporoosi, Paget)
- Gluteus-, iliopsoas- ja obturator-rasvapatjat (niveleffuusio)
- Protetiikkaan liittyvät löydökset (irtoaminen, kuluminen)

Kirjallisuus

HUS-Kuvantaminen: Hyvän kuvan kriteerit

Scot E. Campbell: Radiography of the Hip: Lines, Signs, and Patterns of Disease, doi:10.1053/j.ro.2005.01.016

B. J. Manaste: Adult Chronic Hip Pain: Radiographic Evaluation; RadioGraphics 2000; 20:S3-S25

John C. Clohisy, MD, John C. Carlisle, MD, Paul E. Beaulé, MD, Young-Jo Kim, MD, Robert T. Trousdale, MD, Rafael J. Sierra, MD, Michael Leunig, MD, Perry L. Schoenecker, MD, and Michael B. Millis, MD: A Systematic Approach to the Plain Radiographic Evaluation of the Young Adult Hip: J Bone Joint Surg Am. 2008;90 Suppl 4:47-66, doi:10.2106/JBJS.H.00756

European commission: European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images. 1996



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Mirka Ulmanen, Röntgenhoitaja YAMK, HUS Kuvantaminen

Lantion ja lonkan kuvantaminen – miten hyvä kuva saadaan?

Lantion ja lonkan alueen kuvantamisessa käytetään usein natiiviröntgenkuvausta, koska sillä saadaan informaatiota moniin lantion alueen kiputiloihin. Röntgenkuvaus lantion alueelle altistaa säteilyannokselle, mikä on huomioitava lantion säteilyherkkien elinten johdosta erityisesti nuorten potilaiden kohdalla. Yksi lantion röntgenkuva on efektiivisenä annoksena keskimäärin 1 mSv, mikä vastaa 4 kuukautta taustasäteilyssä (STUK 2015). Lantion ja lonkan kuvantamisen indikaatioina ovat usein kiputilat, jotka voivat olla aiheutuneet trauman tai luksaation johdosta. Myös niin sanottuja ”itsestään kipeytyviä lonkkia” kuvataan, sillä muun muassa lonkka artroosi on yleinen vanhenemisen tuoma vaiva. Myös aineenvaihdunnalliset sairaudet tai syöpäpäilyt voivat olla syynä lantion kuvantamiseen. Lantion ja lonkan alueen leikkaukset vaativat kuvantamista ennen ja jälkeen leikkauksen, sekä kontrollitutkimuksina vuosiakin leikkauksen jälkeen.

Röntgentutkimuksessa kuvattavat projektiot riippuvat aina tutkimuslähteestä, jossa pyytävän lääkärin tulisi kertoa mitä kuvista etsitään ja miksi kuvataan. Tutkimuslähete on täten hyvin oleellinen röntgenhoitajan työkalu onnistuneiden kuvien toteuttamisessa. Lantion yleisiä projektioita ovat lantion AP/PA kuva, joka voidaan ottaa joko seisten tai maaten. Lantion viistoilla eli usein kohdistetuilla acetabulum viistoilla, saadaan erilaista näkyvyyttä kaareutuvan lantion rakenteisiin esimerkiksi lonkkamaljan tai istuinluun murtumatapauksissa. Lantionrakenteiden hahmottamisessa voi auttaa myös In-Let ja Out-Let kuvat, joissa sädesuuntaa kipataan kraniokaudaali linjassa. Lonkan tyypillisiä projektioita ovat kohdistettu AP kuva ja lauenstein, jossa lonkkaa taivutetaan lateraalisesti ulospäin. Tämänkaltaisen projektiot on

myös ns. sammakkoprojektiot, jossa molemmat lonkat kuvataan samanaikaisesti lauensteinin kaltaisessa lateraalitavutuksessa. Sivusuunnan projektiona käytetään myös lonkan aksiaalia, joka kuvataan usein makuullaan joko irtodetektorille tai pystytelineeseen. AP ja viisto projektiolla pystytään arvioimaan lantionrakenteita, lonkkamaljan ja reisiluun rakenteita, lauenstein ja aksiaali projektiolla lisäksi tarkemmin reisiluun rakennetta (Seung-Jae, L & Yoon-Soo, P 2015).

Lähetetekstin ja oman osaston ohjeistusten mukaan projektiota sovelletaan niin, että toivottu tulos saadaan. Röntgenhoitajan ammattitaitoon kuuluu kyky arvioida tarvittavien röntgenkuvien määrä ja suunta, sekä niiden riittävyys lähetetekstin kysymyksenasetteluun. Apuna kuvien arvioinnissa voi käyttää potilaan aiempia kuvia ja ”Hyvän kuvan kriteereitä” (Wirtanen 2016). Esimerkki sovelluksesta on proteesilantio, jossa kuvataan lantion AP alapainotteisesti proteesisuunnittelua / -tarkistusta varten niin, että noin 2/3 reisiluuta näkyy kuvassa. Tässä suoliluunhartet leikkautuvat monesti kuvan ulkopuolelle, koska useassa detektorissa kuva-ala loppuu kesken. Potilaan hoidon kannalta kuitenkin oleellisin tulee kuvassa näkyviin.

Onnistuneiden lantion röntgenkuvien ottaminen edellyttää röntgenhoitajalta laitteiston hallinnan lisäksi lantion anatomian tuntemista, oman työyksikön yleisten indikaatioiden tunnistamista sekä hyvän kuvan kriteereiden ja ohjeistusten osaamista. Lisäksi on huomioitava potilaiden kiputilat, intimitteetti ja säteilyturvallisuus. Hyvien röntgenkuvien ottaminen vaatii välillä tyytymistä riittäviin kuviin, sillä potilaan liikuttelu murtuneen lonkan kanssa ei useinkaan onnistu. Traumatokuvantamisen näkökulmasta välipohjasänky



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

on erityisen hyvä keksintö, sillä se helpottaa niin potilaan kuin röntgenhoitajankin roolia kuvauksessa. Hyvän lantion/lonkan röntgenkuvan saantia helpottaa myös selkeä kommunikointi potilaan kanssa, potilaan riittävä riisutus, potilaan luuston "maamerkkien" palpointi, kivuttoman jalan sisärotaatio, tarvittavien mittalanttien käyttö, kuvausarvojen modifiointi potilaan mukaan, tukityynyjen ja -telineiden hyödyntäminen, teipin luova käyttö sekä yhteistyö kollegoiden kanssa.

Kirjallisuus

Seung-Jae, L & Yoon-Soo, P 2015. Plain Radiography of the Hip: A Review of Radiographic Techniques and Image Features. Hip Pelvis. 2015 Sep; 27(3): 125-134.

STUK 2015. Röntgentutkimusten säteilyannoksia. www.stuk.fi. Päivitetty 8.5.2015.

Wirtanen, M. ym. 2016. Lantion ja lonkan, hyvän kuvan kriteerit. HUS. <http://www.hus.fi/ammattilaiselle/hus-kuvantaminen>

Eeva Salo, LT, Lasten infektio tautien erikoislääkäri, HUS

Raija Seuri, LL, Lastenradiologi, HUS

Lasten tuberkuloosi

Lasten tuberkuloosi kliinisesti

Tuberkuloosi on lapsilla harvinainen, ja niin sen oirekuva kuin kliiniset löydöksetkin voivat poiketa aikuisilla todettavasta. Tuberkuloosin ilmentyminen myös radiologisesti voi lapsilla olla hyvin erilainen kuin aikuisilla, mikä tulee esille seuraavassa kaavakuvassa:

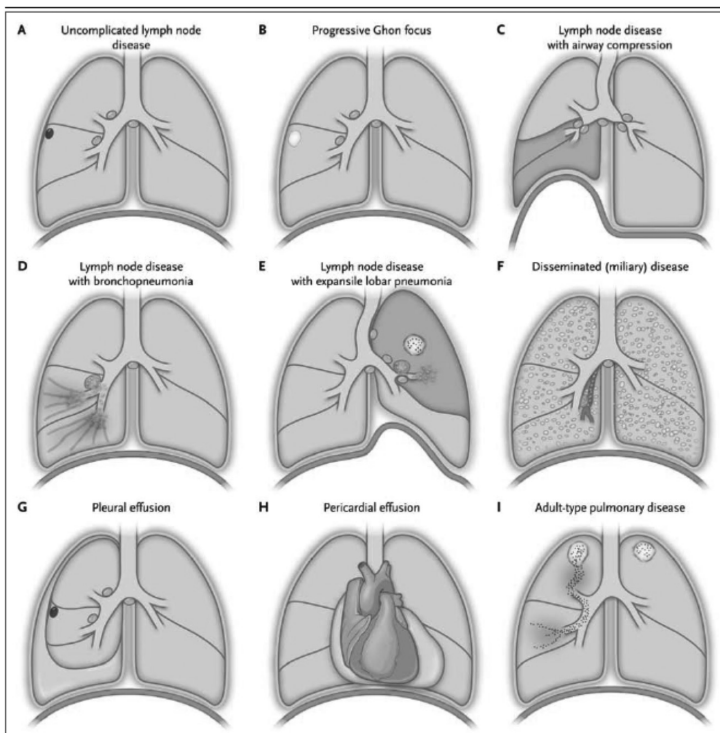
Lasten tuberkuloosin kuvantaminen

Kuvantamisen perusta on hyvälaatuinen keuhkokuva. Koska lapsilla tuberkuloosi usein tulee

esille nimenomaan hiluksen seudun imusolmukkeiden suurenemisena, on tuberkuloosia epäiltäessä lapsesta kuvattava sekä etukuva että sivukuva. Tämä koskee myös maahantulotarkastuksen yhteydessä tehtäviä kuvauksia. Epäselvissä tapauksissa sekä kavitaatiota epäiltäessä jatkotutkimuksena voidaan tehdä TT. Muiden kuin thoraxin alueen imusolmukkeiden kuvantamiseen ultraääni on ensisijainen menetelmä myös tuberkuloosia epäiltäessä.

Lasten tuberkuloosista 25% todetaan rintakehän ulkopuolisissa elimissä, joten tutkimusmenetelmät riippuvat affisioituneesta elimestä.

Meningiittipotilasta kuvanettaessa MRI on ensisijainen tutkimus. Tyypillistä on basaalinen leptomeningeaalinen tehostuminen ja tuberkuloomat, pitemmälle edenneissä taudissa basaaliset infarktit ja hydrocephalus.





40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Jyrki Ruohonen, Ylifyysikko, Seinäjoen keskussairaala

Säteilysuojaimien käyttö natiiviröntgentutkimuksissa

Säteilysuojaimien käyttö on osa potilaan säteily-suojelua. Natiiviröntgentutkimuksissa potilaan säteilysojelutoimenpiteisiin kuuluvat:

- säteilykentän eli kuvattavan alueen tarkka raja-us
- kuvausparametrien valinta kuvattavan kohteen mukaan (optimointi)
- mahdollisesti kuvauskohteen kompressio, jolla voidaan pienentää kuvauskohteen paksuutta
- tutkimuksen huolellinen suunnittelu ja onnistuminen ilman uusintaa (oikea projektio ja tarvittaessa potilaan kiinnipito)
- säteilysojainten käyttö

Säteilysojaimissa suojausmateriaalina käytetty lyijy on tehokas säteilysojain. Tavanomainen sojain, joka vastaa 0,5mm lyijypaksuutta, vaimentaa röntgenkuvausten energia-alueella primäärisäteilyn karkeasti noin 1/20 osaan. Ilmassa tapahtuva sironta levittää kenttää säteilykeilan rajauksen ulkopuolelle. Säteilysojaimella voidaan vähentää tämän sironneen säteilyn aiheuttamaa ylimääräistä säteilyaltistusta säteilykeilan ulkopuolella, jos säteilysojainta käytetään aivan säteilykeilan reunalla. Säteilysojaimen merkitys vähenee hyvin voimakkaasti sojaimen etäisyyden kasvaessa säteilykeilan reunasta. Yli neljän senttimetrin etäisyydellä säteilykeilan reunasta säteilysojaimella ei ole enää käytännössä merkitystä suojaukseen.

Potilaassa tapahtuva säteilyn sironta vaikuttaa ensisijaisesti elinten annokseen. Potilaassa tapahtuvaan sirontaan vaikuttavat käytetty kuvausjännite, käytetty lisäsuodatus, kuvausetaisyys, kuvattavan kohteen paksuus ja kuvattavan kohteen kudostyytit sekä kuvattavan alueen koko. Potilaaseen absorboitunut annos pienenee hyvin nopeasti syvyyden mukana ja säteilykeilasta etäännyttäessä. Kuvausjännitteestä, suodatuksesta, kenttäkoosta ja tarkasteltavasta syvyydestä riippuen annos pienenee puoleen sy-

vyyden kasvaessa 2 - 8 cm. Mammografiassa käytettävällä röntgensäteilyn laadulla, matalalla kuvausjännitteellä annoksen pieneminen on tätkin nopeampaa. Koska säteilyannos pienenee voimakkaasti syvyyden kasvaessa, kuvaussuunta vaikuttaa merkittävästi eri elinten annokseen esimerkiksi vatsan, selän ja keuhkojen tutkimuksissa. Esimerkiksi säteilyherkän rintarauhasen annosta voidaan vähentää jopa 80% käyttämällä vain PA-kuvaussuuntaa.

Säteilysojaimella voidaan suojata ensisijaisesti säteilyherkkiä elimiä, jotka sijaitsevat lähellä ihon pintaa ja joita oma keho ei suojaa. Kilpirauhanen ja rintarauhanen ovat välittömästi ihon alla, joten niitä ympäröivien kohteiden tutkimuksissa säteilysojaimen käytöllä voidaan pienentää kyseisten elinten annosta. Kivekset voidaan suojata tehokkaasti primäärikeilan alueella kuppimaisella kivessuojalla, mutta munasarjat sijaitsevat lähes keskellä lantion poikkileikkausta ja niiden suojaaminen ei käytännössä onnistu säteilysojaimilla lantion alueen tutkimuksissa. Käytännön suojausvaikutuksen saamiseksi suoja on usein väärässä paikkaa munasarjojen suhteen ja johtavat vain uusintakuvauksiin. Valotusautomaattia käytettäessä on aina huolehdittava, että sojain ei osu primäärikeilan alueella automaatin aktiivisen mittakammion kohdalle. Jos näin käy, säteilysojain aiheuttaa vain säteilyannoksen kasvun. Huomioitava myös on, että digitaalisessa kuvauksessa primäärikeilassa oleva säteilysojain voi aiheuttaa ongelmia kuvanmuodostuksessa. Kuvausalueella muuhun kudokseen verrattuna voimakkaasti säteilyä vaimentava materiaali vaikuttaa kuvanluentaohjelman toimintaa ja kuvan diagnostisuus vaarantuu, jos kuvan esityksen säätöä ei pystytä tekemään enää optimaalisella tavalla.

Säteilysojaimien käytön kannalta lapset ovat erityisasemassa, koska lasten herkkyyden säteilyn haittavaikutuksilla on selvästi suurempi kuin ai-



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

kuisilla, lapsipotilaat ovat pienikokoisempia kuin aikuiset, lapsella oman kehon antama suoja on vähäisempi kuin aikuisilla ja säteilyherkät elimet ja kudokset ovat lähempänä ihoa. Lisäksi toisin kuin aikuisilla, lapsilla säteilyherkkää punaista luuydintä on kaikissa luissa. Näistä syistä lapsilla säteilysuojaimien käytön merkitys on huomattavasti suurempi kuin aikuisilla. Toisaalta lasten röntgentutkimuksissa tutkimuksen onnistumiseen tarvitaan usein myös kiinnipitäjää. Kiinnipitäjän suojauksesta säteilysuojaimilla on huolehdittava tilanteen mukaisesti huomioiden edellä mainitut seikat säteilysuojaimien käytössä ja huolehdittava niin, että mikään osa kiinnipitäjästä ei joudu alttiiksi primäärisäteilylle. Kiinnipitäjän on oltava 18 vuotta täyttänyt.

Yhteenvedona säteilysuojaimien käytössä huomioitavia asioita ovat:

- Säteilysuojaimien käytöllä on merkitystä erityisesti lähellä ihon pintaa olevien säteilyherkkien elimien (kilpirauhanen, rinnat ja kivekset) suojauksessa.
- Säteilysuojaimien merkitys vähenee hyvin voimakkaasti suojaimien etäisyyden kasvaessa säteilykentän reunasta. Yli neljän senttimetrin etäisyydellä säteilykentän reunasta kuvausalueen ulkopuolella suojaimien käytöllä ei ole enää käytännön merkitystä.
- Lapsilla säteilysuojaimien käytön merkitys on huomattavasti suurempi kuin aikuisilla. Käytetty suojaus ei saa haitata tutkimusta tai kuvanlaatua
- Digitaalisessa kuvantamisessa primäärikeilassa oleva säteilysuojain voi aiheuttaa ongelmia kuvanmuodostuksessa.
- Valotusautomaattia käytettäessä suojain ei saa osua käytettävän mittakammion kohdalle

Haasteita on ollut ja on edelleen säteilysuojainten yhtenäisten käytäntöjen luonnissa. Kuten Anja Henner (Yliopettaja, TtT, Oulun ammattikorkeakoulu) on todennut Sädeturvapäivillä vuonna 2013 esitelmässään säteilysuojainten käytön hyödyt ja riskit lasten natiivikuvauksissa: "Vuosikymmeniä on kuvantamisyksiköissä keskusteltu suojainten käytöstä ja yhtenäistä käytäntöä ei ole vielä kukaan saavutettu – lukuisista suosituksista ja ohjeistuksista huolimatta. Saman sairaanhoitopiirin, jopa saman sairaalan sisällä, käytännöt vaihtelevat. Lasten kuvantamisyksiköissä suojaimia käytetään, mutta muualla käyttö on kirjavaa. Säteilysuojainten käyttö on tärkeää, mutta se ei ole säteilysuojelussa ja säteilyaltistuksen optimoinnissa merkittävin keino".

Kirjallisuus

Säteilyturvakeskukseen "Säteily- ja ydinturvallisuus"-kirjasarjan osa 3: Säteilyn käyttö, toim. Olavi Pukkila, STUK 2004.

<http://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja/sateilyn-kaytto>

Lasten röntgentutkimusohjeisto, STUK, 2005

<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-opastaa/> <http://www.julkari.fi/handle/10024/125016>



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Ulla-Mari Aakula, Labquality Oy, Kliinisten auditointien vastaava pääauditoija

Pienten yksiköiden haasteet auditoinnissa

Pienten kuvantamisyksiköiden kliiniset auditointien haasteet ovat moninaisia. Kliinisen auditoinnin asiantuntija työryhmä määrittelee eri kierroksille painopisteet. Pienille yksiköille painopisteenä on ollut säteilynkäytön optimointi ja itsearviointit. Vaativaa kuvantamistoimintaa tekeville yksiköille on lisäksi syventäviä auditointeja, joiden osalta suositukset julkaistiin syksyllä 2015.

Usein pienissä kuvantamisyksiköissä röntgenhoitaja on yksin vastaamassa vastuuhenkilöiden haastattelussa ja tämä kuvastaa hyvin röntgenhoitajan suurta vastuuta säteilynkäytön asiantuntijana yksikössä.

Säteilynkäytön optimointi ja yksikön hyvien kuvantamiskäytäntöjen kulttuuri vaatii moniammatillista yhteistyötä. Optimointi lähtee lähettävän lääkärin perehdytyksestä; hyvän lähetteen kriiteereihin, vaihtoehtoisiin kuvantamismenettelyihin, indikaatiopohjaisiin tutkimusvalikoimiin jne. Silloin kun yksikössä toimii yksi röntgenhoitaja ja mahdollisesti ammatinharjoittajana toimiva säteilynkäytön vastaava johtaja, jää valitettavan usein röntgenhoitajalle vastuu hyvän kuvantamiskulttuurin aikaan saanti yksikössä. Röntgenhoitajan saama tuki radiologilta saattaa jäädä kovin vähäiseksi.

Lääketieteellisen fysiikan asiantuntemus jää usein pienten yksiköiden osalta muodollisuudeksi. Pienten yksiköiden osalta lääketieteellisen fysiikan asiantuntijuutta ei osata useinkaan riittävästi hyödyntää.

Pieni yksikkö ei riitä työllistämään sijaista. Pätevän sijaisen saaminen yllättävissä poissaoloissa on usein mahdotonta. Ohjeistus yksin työskennellessä saattaa joskus tuntua turhalta, mutta

on entistä tärkeämpää tilanteissa kun yksikköön tulee sijainen ja yhteistä perehdytysaikaa on minimaalisesti. Lyhyet ennalta tiedetyt poissaolot hoituvat usein sopimalla, että röntgen on suljettu. Parhaimmassa tapauksessa voidaan tehdä yhteistyötä toisen kuvantamisen toimijan kanssa.

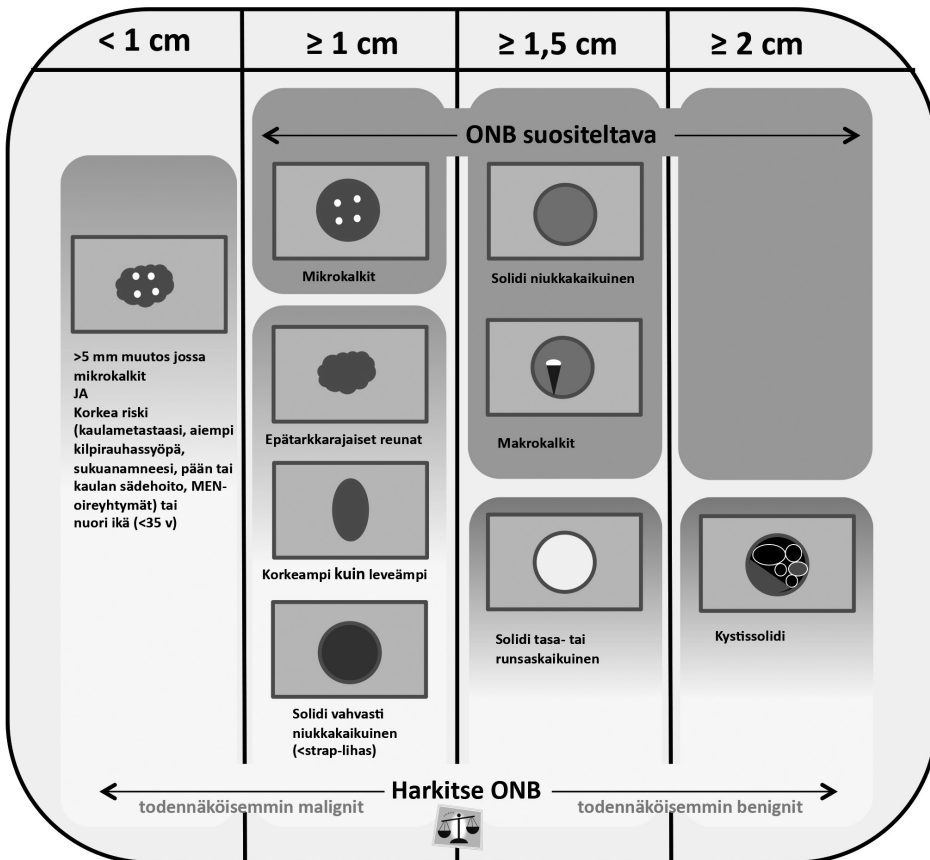
Laite- ja välinehankinnat tehdään kunnissa kuntayhtymän tai kunnan hankintatoimen kautta. Röntgenhoitajan ammattitaidon ja asiantuntemuksen tulee tulla kuuluviin. Erityisesti laitehankinnoissa pienen yksikön tulee tehdä moniammatillista yhteistyötä röntgenhoitajan, radiologin, fyysikon ja hankintatoimen kanssa. Yhteistyö sairaanhoitopiirin kanssa on isoissa hankinnoissa omassa roolissaan.

Itsearviointi on haasteellista silloin kun yksikössä on yksi työntekijä. Omaan työhönsä ja työtapoihin sokeutuu, silloin on vaikea lähteä arvioimaan omaa toimintaa. Jos säteilynkäytön vastaava johtaja ei ole aktiivinen ja osallistu vastaamansa yksikön itsearviointiin jää arvokasta tietoa saamatta. Yleensä suositellaankin, että annosseurannan yhteydessä tehtäisiin itsearviointia samasta otoksesta. Keskeistä on saada kuvat lausuva radiologi mukaan otoksen arviointiin. Itsearvioinnin tulee olla suunnitelmallista ja tavoitteena on kehittää yksikön toimintaa. Jotta toiminnan laatua voidaan kehittää pitää tehdä itsearvioinneista analyysi ja miettiä millä menetelmillä päästään parempaan lopputulokseen. Myöhemmin vielä palataan arvioimaan onko tehdyt toimenpiteet johtanut toivotuun lopputulokseen.

Yksin työskentelevällä röntgenhoitajalla on paljon haasteita ja vastuuta. Se näkyy hyvin kliinisissä auditoinneissa.

Koonnut Kristofer Nyman, tarkastanut Antti Markkola, HUS-Kuvantaminen Meilahden sairaala

Kilpirauhaskyhy sattuimalöydöksenä UÄ-tutkimuksessa – HUS-Kuvantaminen/Meilahden sairaalan biopsiasuositus



Radiologi harkitsee biopsian tarpeellisuuden tapauskohtaisesti ottaen huomioon myös kliiniset esitiedot, potilaan iän ja perussairaudet. Kaavio pohjautuu SRU:n (Society of Radiologists in Ultrasound) ja ATA:n (American Thyroid Association) suositukseen sekä Kim 2002 –kriteereihin. Koonnut Kristofer Nyman, tarkastanut AnR Markkola, HUS-Kuvantaminen Meilahden sairaala.



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Jussi Hirvonen, Radiologi, TYKS

Kaulan anatomiaa

Kaulan anatomia vaikuttaa ensi näkemältä hankalalta mutta on lopulta melko loogista ja siten kohtuullisella vaivalla opeteltavissa ja hallittavissa. Pään ja kaulan alueen anatomia voidaan jaotella ns. kliinisiin perusteisiin ja pinta-anatomian mukaan suurempiin kokonaisuuksiin, joita ovat nenäontelo, nenänielu, suuontelo, suunielu, alanielu ja kurkunpää. Tällainen jaottelu palvelee hyvin klinikon ja radiologin välistä kommunikaatiota. Radiologisia tutkimuksia tulkittaessa on hyvä muistaa että kliininen tutkimus voi antaa tarkemman arvion taudin pinnallisesta laajuudesta kuin kuvantamislöydös.

Leikekuvantamisen avulla radiologilla on kuitenkin mahdollisuus nähdä pintaa syvemmälle, eli arvioida eri leesioiden, kuten kasvainten ja tulehdustautien, levinneisyyttä kaulan syvissä tiloissa. Tällöin on hyödyllistä tarkastella side-

kudoskalvojen eli faskioiden rajaamia aitiota. Faskiat ovat usein varsin vahvoja rakenteita, jotka estävät eri tautiprosessien etenemistä aitiosta viereiseen. Tästä syystä eri aitioiden systemaattinen tarkastelu on tärkeää taudin mahdollisimman tarkan laajuuden määrittämiseksi ja siten potilaan hoidon ja ennusteen kannalta. Esimerkkejä tärkeimmistä aitiosta limakalvotilan ulkopuolella kaulan yläosassa ovat parafaryngeaalitila, retrofaryngeaalitila, karotistila, mastikaattoritila ja parotistila, kun taas kaulan alaosassa tarkastellaan esimerkiksi viskeraalista tilaa sekä kaulan anteriorista ja posteriorista tilaa.

Tässä esitelmässä käydään läpi kaulan syvien aitioiden anatomiaa näiden tilojen sisältämien normaalien anatomisten rakenteiden kautta ja toisaalta poikkeavien leesioiden esimerkkien avustuksella.



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Ilpo Kinnunen, Oyl, TYKS Korvaklinikka

Mitä KNK-lääkäri odottaa pään ja kaulan kuvantamiselta?

Kaulan kuvantaminen on keskeinen osa pään ja kaulan alueella olevien prosessien selvittelyä ja kuvantamistulos tavallisesti vaikuttaa oleellisesti potilaan hoitoon ja seurantaan.

Kaulan ultraäänitutkimus ja siinä yhteydessä tehtävä ohutneulabiopsia on keskeinen tutkimus selvittäessä kaulakivun alkuperää. Ultraäänitutkimusta käyttäen odotetaan saatavan mahdollisimman tarkka näkemys siitä, missä muutos sijaitsee. Onko kyseessä esim. sylkirauhasten sijaintialueella oleva muutos ja jos on, onko muutos yhteydessä sylkirauhaseen. Vai onko kyseessä kuitenkin sylkirauhasesta erillinen imusolmuke? Edelleen ultraäänitutkimukselta odotetaan vastausta kysymykseen, mistä on kysymys. Onko kyseessä tavanomainen infektion yhteydessä suurentunut imusolmuke vai onko viitteitä siitä, että kyseessä onkin etäpesäke. Vai voisiko muutos olla synnynnäinen cystinen muutos tai vaskulaarinen malformaatio tai sittenkin tulehduksellinen muutos. Etenkin vaskulaaristen malformaatioiden verekyys on tärkeä tieto arvioitaessa muutoksen luonnetta. Ehkä tärkein tieto, joka ultraäänitutkimuksesta halutaan saada, on kannanotto siitä, onko kyseessä hyvän- vai pahanlaatuinen prosessi. Ohutneulabiopsian merkitys on keskeinen arvioitaessa muutoksen pahanlaatuisuutta.

Kaulan ultraäänitutkimuksesta ja sen yhteydessä usein otetusta ohutneulabiopsiasta saadaan tavallisesti riittävästi tietoa kaulalla olevasta hyvänlaatuisesta prosessista kuten sylkirauhasten hyvänlaatuisista kasvaimista. Toisinaan hyvänlaatuisenkin muutoksen luonnetta on vaikea arvioida pelkästään ultraäänitutkimuksen perusteella. Esimerkiksi vaskulaariset malformaatiot voivat olla laaja-alaisia ja sijaita useissa kaulan regioissa. Hoitosuunnitelman tekoa varten on

kuitenkin keskeistä tietää, missä muutos sijaitsee ja millainen vaskulaarinen malformaatio on kyseessä: onko kyseessä lymfaattinen, venoottinen vai venolymfaattinen malformaatio vai esim. jokin vaskulaarinen kasvain. Yleensä näihin kysymyksiin saadaan vastaus kaulan magneettitutkimuksesta. Mikäli hyvänlaatuinen kasvain hoidetaan operatiivisesti, magneettitutkimusta voidaan käyttää ikään kuin karttana leikkauksen aikana. Joskus kliinikon voi olla kuitenkin vaikea identifioida kaulan rakenteita magneettitutkimuksessa ja tämän vuoksi radiologin lausunto on keskeisen tärkeä. Lausunnon avulla usein myös arvioidaan leikkauksen kestoa ja varataan tarvittava leikkauksenaika. Mikäli kaulan ultraäänitutkimuksessa herää pienikin epäily jostakin harvinaisemmasta kaulan prosessista, on hyvä, jos radiologi suosittelee kaulan tarkempaa kuvantamista. Toisinaan esim. karotishangan tuumori voi muistuttaa imusolmuketta. Mutta jos esim. runsas verekyys kaulan ultraäänitutkimuksessa herättää epäilyä jostakin muusta prosessista kuin tavanomaisesta imusolmukkeesta, on muutos hyvä evaluoida tarkemmin esim. magneettitutkimulla.

Pään ja kaulan alueen syöpiä on nykyisin maassamme n. 700 vuosittain. Pääosa pään ja kaulan alueen pahanlaatuisista kasvaimista evaluoidaan käyttäen kaulan mri-tutkimusta. On tavallista, että kurkunpään ja alanielun pahanlaatuiset kasvaimet tutkitaan tietokoneerroskuvauksella, koska em. sijaintialueella mri-tutkimuksessa liikeartefaktat ovat tavallisia. Usein mri-tutkimuksella voidaan evaluoida primaarikasvaimen tarkka sijainti, koko, affisio tuumorin läheisyydessä sijaitseviin lihaksiin, ympäröiviin luu- tai rustostruktuureihin tai esim. kaulan suuriin suoniin. Tieto tuumorin perineuraalinen kasvutavasta on



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

tärkeää, koska se voi olla viitteellinen esim. adenoid cystisestä karsinoomasta, joka muodostaa oman entiteettinsä pään ja kaulan alueen kasvainten joukossa. Kliinisen tutkimuksen ohella mri-tutkimuksesta saatava tieto vaikuttaa keskeisesti kasvaimen luokitukseen, joka puolestaan ratkaisee potilaalle valittavan hoidon. Mitä suurempi tuumori on ja mitä useampia struktuureita tuumorin primaarialueella on affisioitunut, sitä varmemmin potilas hoidetaan ns. kombinoidulla hoidolla, mikä tarkoittaa usein mikrokirurgiaa vaativalla laajaa leikkausta ja usein leikkauksen jälkeen annettavaa säde/kemosädehoitoa. Jos kuvantamistutkimuslöydös sopii hyvin esim. johonkin tavanomaista harvinaisempaan malignitetettiin, kuten sarkoomaan, on tämä jatkohoidon suunnittelun kannalta myös keskeisin tärkeää. Jos kuvantamistutkimus viittaa muutoksen hitaaseen kasvuun ja näin mahdollisesti matala-asteiseen maligniteettiin, myös tämä informaatio on kliinikolle arvokas. Mitä tarkemmin kasvaimen luonne ennen valittuja hoitoja pystytään arvioimaan, sitä varmemmin potilas saa mahdollisimman oikein kohdennetun hoidon.

Pään ja kaulan alueen pahanlaatuiset kasvaimet ovat tyypillisesti lokoregionaalisia, joka tarkoittaa sitä, että primaarikasvain yleensä lähtee etäpesäkkeen ensin kaulan alueella. Varsin harvoin primaarivaiheessa löydetään kaukoetäpesäkkeitä esim. keuhkojen alueelta. Tästä johtuen kaulan imusolmukestatuksen selvittäminen on keskeisen tärkeää pään ja kaulan alueen pahanlaatuisien muutosten kuvantamisessa. Jotta TNM-luokitus voitaisiin tehdä tarkasti, on selvittävä, onko kaulan alueella malignisuuspekteja imusolmukkeita. Jos on, onko näitä useita, ovatko nämä suurempia kuin 3 cm tai 6 cm ja onko näitä vain ipsilateraalipuolella vai kontralateraalipuolella vai molemmin puolin kaulaa.

Malignien kasvainten seurannassa käytetään nykyisin varsin paljon pet-ct tai pet-mri-tutkimusta, joista käy ilmi hoidetuilla alueilla mahdollisesti ilmenevä poikkeava metabolinen aktiivisuus, joka voi viitata taudin uusiutumiseen. Kyseisistä tutkimuksista saadaan myös tietoa siitä, onko seurannan aikana kehittynyt kaukometas-

taaseja, jotka yleensä vaikuttavat oleellisesti residivoineen taudin hoitoon.

Kaulan alueella tulehduksellisten prosessien kuvantamisessa voidaan käyttää ultraäänitutkimusta, CT tai MRI-tutkimusta. Esim. syvien kaulainfektioiden tutkimisessa on tärkeää tietää, löytyykö kaulan alueelta abscessiontelo, missä se sijaitsee ja miten se ulottuu vaikkapa mediastinum suuntaan vai onko kyseessä diffuusi kudosturvotus. Kaulan syvät infektiot voivat olla uhka potilaan vitaalitoiminnoille, jonka vuoksi kuvantaminen ja kuvantamistutkimusten tulkinta tulisi tehdä viipymättä.

Myös kaulan alueen traumausten arvioinnissa kuvantaminen on keskeistä. Kuvantaminen valitaan vammatyypin mukaan: onko kyseessä tylppä vai terävä vamma. Epäilläänkö esim. kaulan suurten suonten affisiota vai rustovammaa. Vamma-alueen kuvantaminen vaikuttaa oleellisesti potilaan hoitoon, hoidon kiireellisyyteen ja seurantaan



40. Sadedeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadedeturvapaivat.fi>

Kimmo Mattila, Oyl, VSKK-TYKS

Nilkan ja jalan kuvantaminen raaja-TT:llä – kannattaako?

Tietokonetomografian aika- ja paikkaresoluutio on kehittynyt viime vuosien aikana, monileike-tietokonetomografialaitteet tuottavat tarkkaa kuvaa pehmytosista ja luista. Monivamma-potilaan TT-tutkimus on nykyään tärkeä osa potilaan rutiinihoitoa. Toisaalta, kun natiiviröntgenkuvian mahdollistama diagnostiikka jää puutteelliseksi, tutkimusta voidaan täydentää TT-tutkimuksella, jossa ohuet leikkeet mahdollistavat rekonstruktioiden tekemisen nykyään käytännössä vapaasti valittavissa leikesuunnissa täydentämään diagnostiikkaa ja auttamaan hoidon suunnittelussa. Diagnostiikan kehittyminen on mullistanut modernin potilashoidon, mutta on myös johtanut leikekuvantamistutkimusten dramaattiseen lisääntymiseen, samalla tietokonetomografia-tutkimukset yksinään muodostavat jo yli 50 % populaation sädeannoksesta Länsi-Euroopassa ja USAssa. Potilaan saama sädeannos on aina pyrittävä minimoimaan, saatu hyöty ja haitta on punnittava tapauskohtaisesti. Perifeerisissä raajan TT-tutkimuksissa (ranne, kyynärpää, polvi, nilkka) puhutaan matalan sädeannoksen tutkimuksista (<1mSv), kun kuvausalueella on suhteellisen ei-sädeherkkiä kudoksia (luu, rusto, jänteet, lihas).

Tietokonetomografialaitteen asennus on työlästä ja aikaa vievää, laitteet ovat kalliita ja käyttöön tarvitaan kiinteästi kokonainen kuvaushuone, tilaa jäähdytyslaitteille ja ilmastoinnille sekä muulle tekniikalle ja vielä erillinen ohjaushuone. Kerran asennetun laitteen siirto edes klinikan sisällä ei ole helppoa. Kuvauslaitteet on tarkoitettu pelkästään makuukuvauksiin, koko kehon eri elinten tutkimuksiin, jolloin joudutaan tekemään

jossain määrin kompromisseja. Paikkaresoluutio ei ole vielä riittävä hienojen yksityiskohteiden (esim trabekkelit) yksityiskohtaiseen kuvaukseen. Nivelten kuvausta neutraaliasennossa on korostettu natiivikuvauksessa vuosia (ranne, kyynärpää), samoin alaraajojen kuvausta funktionaalisessa asennossa (kuormitus), näihin ei tietokonetomografia ole pystynyt.

Kartiokeilatekniikka saattaa mahdollistaa jopa monileikelaitteita paremman kuvatarkkouden. Raaja-TT -laitteet mahdollistavat kokovartalolaitteita paremman tutkimusten optimoinnin ja funktionaalisuuden, koska laite voidaan suunnitella pelkästään raajojen tutkimuksia silmällä pitäen. Pystytään kuvaamaan alaraajoja varaten tai levossa -tai molemmissa, kun halutaan nähdä kuormittamisen vaikutus asentoon normaallilla koehenkilöllä tai esim. asennon korjaavaa osteotomiaa suunniteltaessa. "Yksinkertainen" tekniikka mahdollistaa kevyen, pyörillä liikkuvan kuvauslaitteen rakentamisen, laite voidaan siirtää potilaan luo, voidaan kuvata potilaan tilan mukaan vaikka omalla vuoteella, istuen tai seisten. On mahdollista myös siirtää laite potilaan luo vaikka teho-osastolle tai päivystykseen, mikäli halutaan kuvia monivamma-potilaasta ilman riskialtista potilassiirtoa röntgenosastolle. Kartiokeila raaja-TT -tutkimuksen potilaalle aiheuttama sädeannos näyttää jäävän monileikelaitetutkimuksia pienemmäksi.

Luennolla kuvataan erilaisten raaja-TT laitteiden hyödyt ja haitat alaraajatutkimuksissa. Käydään läpi laitteiden mahdollisuuksia diagnostiikassa teoriassa ja käytännön potilastapauksin.



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Kirjallisuus

Dugal R, Gupta AK, Musani SI, Kheur MG. Cone Beam Computed Tomography : A Review. Universal Research Journal of Dentistry, September-December 2011;1(1)

Zbijewski W, De Jean P, Prakash P, Ding Y, Stayman JW, Packard N, Senn R, Yang D, Yorkston J, Machado A, Carrino JA, Siewerdsen JH. A dedicated cone-beam CT system for musculoskeletal extremities imaging: Design, optimization, and initial performance characterization Med. Phys. 38 (8), August 2011

Shulze et al. RESEARCH. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. Dentomaxillofacial Radiology (2004) 33, 83-86

Mattila KT, J. Kankare J, Kortensniemi M, et al. Cone beam CT for extremity imaging. EPOS Abstract, ECR 2011, Vienna March 3-7, 2011.

Esa K.J. Tuominen, Jussi Kankare, Seppo K. Koskinen, Kimmo T. Mattila. Technical Innovation: Weight-bearing CT-imaging of the lower extremity. Am J Roentgenol. Jan; 200(1):146-8, 2013.

Collan L, Kankare JA, Mattila K. The biomechanics of the first metatarsal bone in hallux valgus: a preliminary study utilizing a weight bearing extremity CT. Foot Ankle Surg. Sep;19(3):155-61, 2013.

Kortekangas TH, Pakarinen HJ, Savola O, Niinimäki J, Lepojärvi S, Ohtonen P, Flinkkilä T, Ristiniemi J. Syndesmotic fixation in supination-external rotation ankle fractures: a prospective randomized study. Foot Ankle Int. 2014 Oct;35(10):988-95.

Lepojärvi S, Pakarinen H, Savola O, Haapea M, Sequeiros RB, Niinimäki J. Posterior translation of the fibula may indicate malreduction: CT study of normal variation in uninjured ankles. J Orthop Trauma. Apr;28(4):205-9, 2014.

Shih CD, Bazarov I, Harrington T, Vartivarian M, Reyzelman AM. Initial Report on the Use of In-Office Cone Beam Computed Tomography for Early Diagnosis of Osteomyelitis in Diabetic Patients. J Am Podiatr Med Assoc. Mar;106(2):128-32, 2016.

Hirschmann A, Buck FM, Fucentese SF, Pfirrmann CW. Upright CT of the knee: the effect of weight-bearing on joint alignment. Eur Radiol. Nov;25(11):3398-404, 2015.

Huang AJ, Chang CY, Thomas BJ, MacMahon PJ, Palmer WE. Using cone-beam CT as a low-dose 3D imaging technique for the extremities: initial experience in 50 subjects. Skeletal Radiol. Jun;44(6):797-809, 2015.

Hirschmann A, Pfirrmann CW, Klammer G, Espinosa N, Buck FM. Upright cone CT of the hindfoot: comparison of the non-weight-bearing with the upright weight-bearing position. Eur Radiol. 2014 Mar;24(3):553-8.



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Mika Teräs, Ylifyysikko, VSSHP; Professori, TY

Fuusiokuvantamisen laitetekniikka

Historiaa

Fuusiokuvantamisen voidaan ajatella tarkoittavan mielikuvan luomista useita eri lähteistä. Ja tätä-hän lääkärin työ, mitä suurimmassa määrin on. Potilastietoa saadaan useita lähteistä ja lääkäri muodostaa kokonaiskuvan oikean diagnoosin ja edelleen parhaan mahdollisen hoidon saavuttamiseksi.

Kuvantamisella selvitetään karkeasti ottaen kahta eri asiaa, rakennetta (anatomiaa) ja toimintaa (fysiologiaa), joille molemmille on omat parhaat menetelmänsä. Radiologiassa (natiiviröntgen, tietokonetomografia, magneettikuvaus ja ultraääni) selvitetään anatomiaa, joskin tietyt toiminnalliset kuvaukset, lähinnä verenkiertoon liittyen kuuluvat tutkimusvalikoimaan ja ovat lisääntymään päin. Isotooppilääketieteessä, jonka paikka- ja aikaresoluutio on vaatimaton, selvitetään enemmän fysiologisia kysymyksiä, kuten onko aineenvaihdunnassa tapahtunut muutoksia (syöpä, etäpesäkkeet), onko kudoksia yhä elinvoimainen (keuhkojen- tai sydänlihaksen perfuusio) tai miten aivojen reseptoritoiminnalle kuuluu (dopamiinijärjestelmä).

Jo kahdeksankymmentäluvulla, kun filmistä päästiin digitaalisiin kuviin, kuvia alettiin yhdistämään päällekkäin, mutta laitekohtaiset erot olivat suuria kuvien saattamiseksi samaan formaattiin tai kokoon ja fuusioiminen oli työlästä. Vaikka on sovittu yhteisestä DICOM-standardista ja kultakin laitteelta vaaditaan tänä päivänä laite- ja kuvaformaatin laajasti kuvaava "DICOM 3.3 Conformance statement", on yhä tosiasia, että toisaalta laitevalmistajat tekevät omia "sovelluksiaan" ja toisaalta kehitys on niin nopeaa, että standardit eivät ehdi seuraamaan perässä. Viimeisimpänä tästä on osoituksena vaikkapa iteratiivinen rekonstruktio, johon liittyvien parametrien löytäminen on yhä työlästä.

Kuvia on kuitenkin saatu päällekkäin ja varsinakin aivokuvauksissa kuva-fuusio on ollut laajasti käytössä, mutta kehon alueella ongelmana on ollut mm. erilainen sänky (kaareva vs. tasainen), potilaan asettelun erot (rakon täyttöaste, sisäelinten liikkuminen) sekä kuvantamismenetelmien erot (henityspidätys vs. vapaa hengitys).

Fuusiokuvantamisen laitetekniikka alkoi testi-penkeissä yhdistämällä laitteita joko peräkkäin (Hasegawa Gammakamera ja TT 80-luvulla) tai limittäin (Townsend pyörivä osittais PET ja TT 90-luvulla), mutta kliiniseksi työkaluiksi näistä ei vielä ollut. Vielä 2000-luvun alkuun asti markkinat eivät vielä kannustaneet yhdistelmälaitteiden kehittämistä, mutta kun RSNA kokouksissa viimein esitettiin vakuuttavaa näyttöä PET/TT-laitteen voimasta laitteiden ja yhdistelmä-tutkimusten määrät lähtivät kasvuun. Osin tähän auttoi myös tutkimusten hyväksyminen korvattavuuden piiriin.

Tänään ei pelkkiä PET-laitteita edes ole kaupallisilla markkinoilla, vaan kaikki ovat PET/TT- tai PET/MR- yhdistelmä-laitteita. Perinteisiä isotooppilaitteita, gammakameroita, on yhä saatavissa ilman TT-optiota, sillä monessa perustutkimuksessa, kuten sydämen rasituskokeessa tai munuaisfunktion määrittämisessä pärjätään hyvin ilman täsmällistä anatomista informaatiota.

Fuusiokuvantaminen tänään - PET/TT ja SPET/TT

Fuusiokuvantamisen myötä lähinnä PET teknologia on saavuttanut aseman, jossa useat erikoisalajat, lähinnä onkologia, eivät voisi toimia korkealaatuisesti ilman mahdollisuutta PET/TT-kuvantamiseen. Yhä pienempiin ja hankalampiin lähestyttäviin virhelähteisiin etsitään ratkaisua. Säännöllinen ja hallitsematon liike, sekä resoluution parantaminen sekä sädeannoksen



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

pienentäminen iteratiivisen rekonstruktion avulla ovat suurimmat viimeaikaiset tutkimuskohdet. Hengitysliikkeen mukainen tahdistus on jo mahdollista ja sitä käytetään myös sädehoidon annossuunnittelussa ja jonkin verran myös toteutuksessa.

PET/TT laitteiden määrä, vaikkakin saturoitumista on ollut havaittavissa, on yhä kasvussa ja Suomessa laajentunut jo keskussairaaloihin. Yhdistelmälaitteiden käyttö on tosin yhä haastavaa, sillä vaikka TT on usein 64-leikkeinen ja täysin käytettävissä radiologisiin tutkimuksiin, on henkilökunta-, potilas- ja muutkin logistiset ongelmat estäneet laitteen täysipäiväisen käytön. Keskussairaalassa tutkimusindikaatiot ovat rajatut ja käytössä on käytännössä vain [18F]-FDG merkkiaine, joka tuotetaan syklotronilla, joita Suomessa on rajallisesti saatavilla. Useimmiten keskussairaaloissa käyttö ei siten ole jokapäiväistä, vaan aikaa radiologiselle käytölle olisi tarjolla.

SPET/TT laitteiden määrän lisääntyessä on TT-pohjainen vaimennuskorjaus mahdollistanut kvantitaation käyttöönoton myös perinteisissä isotooppitutkimuksissa. Lisäksi parempi anatominen tarkkuus on lisännyt fuusio kuvantamisen tarvetta. Esimerkkejä tästä on luvassa päivän myöhemmissä luennoissa.

Tulossa - PET/MR

Lähinnä pään ja kaulan alueen sekä alavatsan alueella Magneettikuvaus on TT-kuvausta informatiivisempi, joten PET-kuvia on yhä fuusioitu magneettikuviin, vaikka TT-kuvat olisivatkin saatavilla automaattisesti.

Magneetti- ja PET-laitteen yhdistämisessä suurimpana haasteensa on magneettikentän vaikutus perinteisen valomonistinputken, joissa elektroni kiihdytetään sähkökentässä, toimintaan.

Teknisesti helpoin, mutta hankalasti operoitava ja vain osittaisen hyödyn antava tapa fuusioida PET- ja MR-laitteet on kahden gantryn systeemi tai erityinen sänky, jolla tutkittava voidaan siirtää MR ja PET/TT kameroiden välillä. Systeemi toimii, mutta kuvausajat ovat pitkiä ja liikeseuranta hankalasti toteutettavissa.

Näitä järjestelmiä on maailmalla parisen kym-

mentä, joista yksi Suomen Turussa vuodesta 2012 alkaen.

PETin ja Magneetin yhdistämiseen liittyvät laitetekniset ongelmat on vihdoin ratkaistu puolijohdetekniikkaan perustuvien valomonistinputkien (mm. SiliconPMT, SiPMT) avulla. Aluksi PET-renkaat sijoitettiin MR-kameraan, jolloin saatiin aivokuvantamiseen soveltuva PET/MR (mm. Jülich), mutta vuodesta 2013 lähtien PET renkaan ohentuessa on kehitetty kokokehon PET/MR laitteita. Laitteiden kliinisessä käytössä on yhä useita haasteita, mutta paljon on edistytty. Potilastutkimuksiin soveltuvuusongelmista suurin on aukon koko, joka on vain 60 cm ja tilaan on mahdollista paksu kiinteine keloineen sekä irtokelat potilaan päälle. Tämä rajoittaa tiettyjen mielenkiintoisten sovellusten käyttöönottoa (mm PET/MR rintakuvaukset). Kuvausajat ovat yhä pitempiä kuin PET/TTllä, mutta MR-kuvaukset voidaan tehdä yhtäaikaaisesti PET-kuvausten kanssa jopa 50 cm matkalla, jona aikana siis kuvataan 2-4 PET kuva-alaa. Lisäksi liikettä voidaan monitoroida MR-kuvauksella ottamalla määrääjain ns. B_0 -kuvauksia.

Suurin tekninen ongelma on vaimennuskuvan muodostamisessa MR-kuvasta, sillä esimerkiksi luu erottuu huonosti, mutta vaimentaa fotoneja PET-kuvassa ja aiheuttaa artefaktia kuvaan ja virettä kvantitaatioon. Uusia paremmin soveltuvia sekvenssejä, paremman pseudoTTn saamiseksi, on yhä kehitteillä ennen kuin korkean hinnan lisäksi PET/MR-laitteesta tulee varteenotettava kliininen työkalu.



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Kati Koponen, Röntgenhoitaja, Mikkelin keskussairaala, Radiologia ja isotooppi

Automaattinen annoskalibrointijärjestelmä säteilyturvallisen työn tukena

Mikkelin keskussairaalan isotooppiyksikössä otettiin käyttöön IBC-NM annoskalibrointijärjestelmä joulukuussa 2014. IBC helpottaa meidän päivittäistä työskentelyä isotooppiyksikössä, se ohjaa toimintojamme radiolääkkeiden saapumisesta, niiden valmistamisen ja injisoinnin kautta jätteiden käsittelyyn asti. Ohjelma helpottaa meitä päivittäisten töiden suunnittelussa.

Kun radioaktiivinen aine tai kitti saapuu meille, laitamme sen varastosaldoihin IBC:hen. Varastolistauksesta näemme meillä olevat aineet ja niiden voimassaoloajat. Uusien aineiden tilaaminen onnistuu myös teoriassa IBC-ohjelman avulla. Ennen käyttöä teemme laadunvarmistuksen Quality manager for devices-toiminnolla. Annoskalibraattorin tarkistamme standardilähteellä joka päivä ennen radiolääkkeiden valmistamista. Radiolääkkeiden valmistamisessa IBC ohjaa meitä kohta kohdalta. Koska ohjelma kertoo askel askeleelta mitä pitää tehdä, vältymme virheiltiltä ja pystymme valmistamaan radiolääkkeet säteilyturvallisesti ja saamme tarkat potilasannokset. Ohjelman avulla voimme suunnitella koko päivän potilaat ja voimme yhdellä kerralla valmistaa kaikki potilasruiskut, näin vältymme turhilta käynneiltä kuumalabrassa. IBC laskee radioaktiivisten aineiden puoliintumisajan ja kertoo, kuinka paljon radiolääkettä on annosteltava potilasruiskuun kyseistä tutkimusta varten. Potilasruiskuihin tulostamme viivakooditarrat, joista käy ilmi potilaan nimi, kyseinen radiolääke ja sen aktiivisuus määrättyinä kellonaikana. Kun

injisoimme radiolääkkeen potilaaseen, luemme viivakoodinlukijalla viivakoodin ja ohjelma tunnistaa ruiskun. Ennen injisointia mittaamme ruiskun vielä kerran ja heti injisoinnin jälkeen uudestaan, jotta näemme tarkasti potilaan saaman annoksen. Tiedot siirtyvät automaattisesti RIS- potilastietojärjestelmään, eli vältymme turhilta kirjauksilta ja potilastiedot päivittyvät automaattisesti.

IBC seuraa myös radioaktiivisten jätteiden käsittelyä. Kaikki pois heitettävät aineet varastoidaan vanhentamisvaraston jäteastiaan. IBC-järjestelmästä saamme myös tarvittaessa listan kyseisen päivän tai halutun aikavälin potilaista ja heille suunnitelluista ja injisoiduista radiolääkkeistä kellonaikoineen ja aktiivisuuksineen. Saamme tilaston esimerkiksi vuoden aikana tehdyistä tutkimuksista ja niiden keskimääräisistä aktiivisuuksista.

Minä en ole työskennellyt isotooppiyksikössä ennen IBC:n käyttöönottoa, eli en osaa verrata, onko IBC helpottanut vai vaikeuttanut työskentelyä. Käyttöjärjestelmä on englanninkielinen, eli kielitaidottomalle voi sen oppiminen olla haaste. Tosin protokollat voimme tehdä itse suomeksi. En ole itse löytänyt IBC-järjestelmästä mitään huonoa. Se on helppo käyttää ja mielestäni se tekee työskentelyn isotooppiyksikössä sujuvaksi. IBC-ohjelmassa on todennäköisesti paljon ominaisuuksia, joita emme vielä edes osaa hyödyntää, mutta kunhan opimme käyttämään sitä täydellä teholla, on se loistava työväline isotooppityöskentelyssä.



40. Sädeturvapäivät
10. - 11.11.2016, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Sipilä

Suonensisäisen varjoaineen käyttö PET-TT ja SPECT-TT tutkimuksissa

Suonensisäistä varjoainetta voidaan käyttää fuusiokuvantamisen yhteydessä (PET-TT tai SPECT-TT) samoista syistä kuin TT:ssa yleensäkin. Varjoaine lisää elinten ja niiden sisäisten rakenteiden välistä kontrastieroa. Tällöin voidaan usein määrittää isotooppikuivissa havaittujen kertymien lokalisaatio tarkemmin kuin ilman varjoainetta tehdyn TT:n perusteella. Rakenteiden tehostumistapa voi myös tarkentaa TT-diagnostiikkaa. Johtoaajatuksena varjoaineen käytölle on, että erillistä varjoaine TT-tutkimusta ei tarvittaisi lisäselvittelyä. Erillisellä TT-kuvauksella ei myöskään välttämättä saavuteta samaa informaatiota kuin fuusiokuvauksella.

Varjoaineen mahdollinen käyttö tulee optimoida potilaan painon ja kuvausindikaation mukaan. Pään- ja kaulan alueen kasvaimet sekä gynekologiset syövät ovat esimerkkejä sellaisista indikaatioista, joissa suonensisäinen varjoaine usein parantaa poikkeavien kertymien tarkkaa lokalisoitua. Suonensisäisen jodivarjoaineen vasta-aiheita ovat merkittävästi alentunut munuaisfunktio tai jodiallergia. Pelkästään fuusiokuvantamiseen liittyviä vasta-aiheita ei ole. Pitää kuitenkin muistaa, että diagnostisen tason TT nostaa tutkimuksesta aiheutuvaa sädeannosta verrattuna ns. matala-annos TT-tutkimukseen.

Fuusiokuvantamisessa tyydytään usein varjoaineen suhteen yksivaiheiseen tutkimukseen (esim. parenkyymi/venavaihe). Tähän voi olla syynä se, että monivaiheista TT-tutkimusta ei välttämättä voida käyttää isotooppikuivissa ns. vaimennuskorjaukseen. Tällöin jouduttaisiin diagnostisen TT:n

lisäksi kuvaamaan matala-annos TT vaimennuskorjausta varten. Usein monivaiheisuus ei myöskään ole välttämätöntä diagnostiikan suhteen.

Suonensisäinen varjoaine ei vaimenna isotooppi-merkkiaineen aiheuttamaa säteilyä yhtä voimakkaasti kuin röntgensäteilyä. Tämä voi aiheuttaa ongelmia, koska TT kuvan informaatiota käytetään kuvissa ns. vaimennuskorjaukseen. Vaimennuskorjauksen avulla korjataan isotooppi-kuvien kertymien intensiteettieroja, jotka johtuvat merkkiaineen säteilyn vaimenemisesta kudoksissa. Varjoaine voi joissakin tapauksissa aiheuttaa artefaktityypistä vääristymää TT-informaation avulla vaimennuskorjattuihin isotooppikuviin tai vääristää PET-kuvista mitattuja aktiivisuusarvoja (ns. SUV-arvot). Vääristymät voivat korostua runsaasti varjoainetta sisältävissä rakenteissa kuten verisuonet tai virtsatiet. Tätä virhelähdettä on mahdollista hallita tarkastelemalla ns. vaimennuskorjaamattomia isotooppi-kuvia. Kirjallisuuden perusteella varjoaineen käytön mahdollisesti aiheuttamat vääristymät PET-kuvissa eivät merkitsevästi vaikuta kuvien kliiniseen tulkintaan (Mawlawi ym). Jos vaimennuskorjausta varten kuvataan erillinen matala-annos TT, mahdollisten artefaktojen syntyminen vältetään.

Kirjallisuus

Mawlawi ym. Quantifying the effect of IV contrast media on integrated PET/CT: clinical evaluation. AJR AM J Roentgenol. 2006 Feb;186 (2):308-19.



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Jussi Aarnio, Diagnostisten tukipalveluiden päällikkö, Sairaalfysikko, ESSOTE

Poikkeavat tapahtumat

Terveydenhuollon säteilynkäytöstä on raportoitu poikkeavia tapahtumia jo pitkään, mutta vuoteen 2010 asti raportointi oli vähäistä. Säteilyturvakuskuksen aktiivinen kampanjointi vuosikymmenen alussa tuotti tulosta, sillä vuonna 2015 terveydenhuollon toiminnasta ilmoitettiin 57 säteilyn käytössä tapahtunutta poikkeavaa tapahtumaa, kun vuonna 2010 niitä ilmoitettiin 10. Viime vuosien ennätys ilmoituksissa tehtiin 2014, jolloin röntgen-, isotooppi- ja sädehoitotoiminnasta raportoitiin yhteensä 99 poikkeavaa tapahtumaa.

Onko terveydenhuollon säteilynkäytöstä tullut holtitonta? Varmasti päinvastoin! Poikkeavien tapahtumien ilmoittamisen myötä terveydenhuollon turvallisuuskulttuuri on ottanut askeleen eteenpäin. Poikkeavat tapahtumat eivät enää hyödytä vain omaa yksikköä, vaan kaikilla on mahdollisuus oppia tilanteista. Oppimista tukee erinomaisesti STUK:n linjaus julkaista kaikki tapahtumat anonymineä internetissä, oppilaan vastuulle jää vain opiskelu.

Poikkeavat tapahtumat isotooppilääketieteessä

Isotooppilääketieteen tutkimuksista raportoitiin vuonna 2015 kaikkiaan 27 poikkeavaa tapahtumaa. Niistä 10 liittyi gammakuvauksiin, 9 PET-tutkimuksiin, 3 isotooppihoitoihin, 5 tapahtumista liittyi muuhun toimintaan, sisältäen esimerkiksi laadunvalvonnan yhteydessä ja radiolääkkeen valmistuksessa tapahtuneen tapahtuman. Seuraavassa on esitetty muutamia vuoden 2015 poikkeavista tapahtumista.

Varsin tyypillisiä tapahtumia ovat kuvauslaitteen toimimattomuuden vuoksi uusitut tutkimukset. Esimerkiksi kuvauslaitteen sängyn mekaanisen liikkeen rikkoutuminen esti tai keskeytti kaksi tutkimusta viime vuonna. Niin ikään kahdessa

tapahtumassa oli kyse kanyylin liikkumisesta ennen injektiota. Toisessa niistä tietoa kanyylin laitossa ilmenneistä ongelmista ei ollut raportoitu radiolääkkeen injisioineelle hoitajalle, joka ei huomannut kanyylin liikkuneen ulos suonesta. Laiterikot ovat yllättäviä, ja vaikka oman laitteen metkut voivat olla tiedossa, niihin on vaikea silti varautua kunnolla.

Vaikeita ennakoitavia tilanteita ovat myös potilaan kunnossa tapahtuvat muutokset, jotka ilmenivät radiolääkeinjektio ja kuvauksen välisenä aikana. Tällaisesta tilanteesta oli kyse tapahtumassa, jossa potilaalle tehtiin osastolla isotooppiyksikön tietämättä märkäpesäkkeen tyhjennys radiolääkkeen injisoinnin jälkeen, eikä kuvausta voitu suorittaa potilaan kunnan heikettyä liikaa.

Isotooppihoidot ovat turvallisuuden kannalta riskialtis hoito. Niissä yhdistyy usein erilainen säteily-ympäristö, virka-ajan ulkopuolinen toiminta ja moniammatillinen ryhmä hoitoon osallistuvia työntekijöitä, joilla on vaihteleva tietämys säteilyasioista. Eräässä tapahtumassa isotooppihoidossa ollut potilas oli ulostanut ja oksentanut eristyksen aikana potilashuoneessa. Siivoukseen osallistuneiden hoitajien dosimetrit eivät näyttäneet kirjauskynnyksen ylittäneitä lukemia, eikä heidän kilpirauhasissa todettu kontaminaatiota. Tapahtuma päättyi raportoidun kuvauksen perusteella hyvin, mutta siinä oli ainekset huomattavasti pahempaankin.

Turvallisuuskulttuuri

Oman yksikön turvallisuuskulttuurissa ilmenee pitkälti se, kuinka yksikössä suhtaudutaan työhön ylipäänsä. Onneksi turvallisuuskulttuuria voidaan myös kehittää. Professori Hudson esitti turvallisuuskulttuurin evoluutiolle viisi portaisen mallin, jolla kuvataan kulttuurin kehityskaarta. Mallin



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

mukaiset turvallisuuskulttuurin evoluution portaat ovat: patologinen, reaktiivinen, kalkulasiivinen, proaktiivinen ja generatiivinen. Patologisen turvallisuuskulttuurin piirteitä ovat esimerkiksi tiedon piilottelu, viestintuojien rankaiseminen ja uusien ideoiden vähättely, kun taas generatiiviselle turvallisuuskulttuurille ominaisia piirteitä ovat tiedon aktiivinen etsiminen, viestintuojien kouluttaminen ja uusien ideoiden lämmin vastaanottaminen. Generatiivisessa turvallisuuskulttuurissa turvallisuus on elimellinen osa organisaation toimintaa.

Portailla eteneminen on mahdollista aktiivisella ponnistelulla. Suomen Potilasturvallisuusyhdistys tarjoaa siihen keinoja aktiivisesti kouluttamalla terveydenhuollon toimijoita vaaratilanteiden tutkintaan. Tosissaan tehdyllä tutkinnalla voidaan tunnistaa organisaatiossa syvällä olevia syitä, korjata niitä ja kehittää toimintaa sen kautta. Mielinkiintoisen näkökulman tähän tarjoaa kontrollikeinojen kuumemittari. Kontrollikeinot ovat niitä toimenpiteitä, joilla toimintayksikössä ajatellaan vastaavat tilanteet estettävän jatkossa.

Kontrollikeinojen kuumemittari on visuaalinen verrokki, joka kertoo kontrollikeinona käytetyn menetelmän kuumuuden. Kaikkein kuuminta on, jos poikkeavan tapahtuman seurauksena henkilökunnalle vain muistutetaan oikeasta toimintatavasta, silloin tapahtuma tulee suurella todennäköisyydellä toistumaan yksikössä uudelleen. Jo hieman parempi käytäntö on kehittää turvallisuusohjeisiin ja tarkastuslistoihin perustuvaa suojausta, mutta niitä tehokkaampia ovat rakenteelliset muutokset toiminnassa, prosessit, joilla estetään poikkeavien tapahtumien tapahtuminen. Pienimmät lukemat kuumemittarista saa, kun poikkeavan tapahtuman seurauksena rakennetaan yksikköön jokin sellainen fyysinen tai tekninen suojaus, mikä estää vastaavan toistumisen

tulevaisuudessa. Tällaisesta hyvänä esimerkkinä toimii sairaalakaasuissa happiletkujen erilaiset liittimet.

Mikä on oman työyksikkösi turvallisuuskulttuuri?

Kirjallisuus

Säteilyturvakeskus, Tilinpäätös ja toimintakertomus 2015.

Säteilyturvakeskus, Poikkeavat tapahtumat terveydenhuollossa. Saatavilla : <http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/poikkeavat-tapahtumat/poikkeavat-tapahtumat-terveydenhuollossa>

Hudson P, Safety Management and Safety Culture. The Long, Hard and Winding Road

Trafi, Suomen ilmailun turvallisuuden vuosikatsaus 2013.

Suomen Potilasturvallisuusyhdistys, Vakavien vaaratapahtumien tutkinta. Opas sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioille. Saatavilla : http://www.potilasturvallisuusyhdistys.fi/documents/vakavien_opas.pdf (Noudettu 30.9.2016).

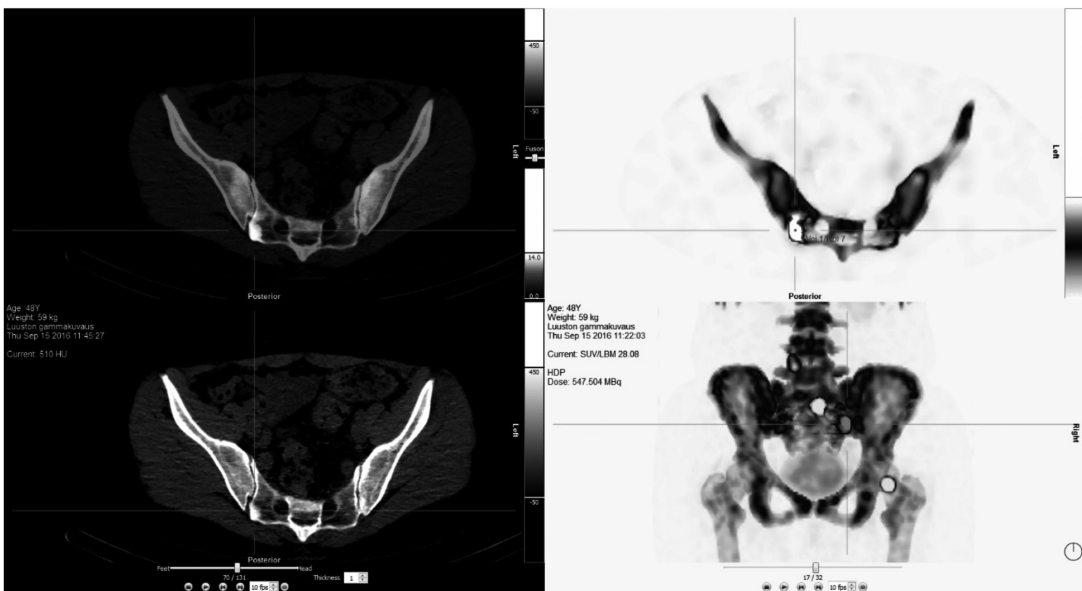
Pentti Rautio, PKSSK

Luuston SPET ja SPET-TT. Milloin tarvitaan fuusiokuvantamista?

Luuston gammakuvauksessa perinteisen WB (Whole Body) tasokuvausmenetelmän on laajalti korvannut SPET-kuvaustekniikka, jolla kuvataan 3D volyyymiä ja saadaan näin esiin entistä pienempiä luustolesioita. Perinteiselläkin menetelmällä aktiivisten metastaasien toteaminen on ollut mahdollista noin 1cm kokoisista leesioista lähtien ja aktiiviset pesäkkeet näkyvät yleensä muutamia kuukausia – ad puoli vuotta ennen anatomisia kuvantamismenetelmiä. SPET:llä päästään näkemään tätäkin pienempiä metastaaseja ja erityisen pieniä löydöksiä nähdään parin viimeisen vuoden aikana käyttöön tulleella luustospesifisesti vaimennuskorjatulla SPET/TT:llä, jolla erotuskyky luustossa on 2 -3 mm luokassa. Kun tämä menetelmä on vielä kvantitatiivisesti hyvin tarkka, niin pienten leesioiden arviointi helpottuu tarkasti

mitattavan aktiivisuuden ansiosta.

Luuston SPET on käytännössä edelleen hyvä useiden syöpien kuten prostata- ja rintasyöpä luustolevinneisyyden arvioinnissa ja sillä voidaan myös arvioida hoitovastetta. Kuitenkin kun SPET/TT:llä voidaan arvioida leesioiden aktiivisuus SUV-arvoilla (Standardized Uptake Value) hyvin tarkasti, samalla tavalla kuin PET/TT:ssä, niin se on suositeltavampi menetelmä hoitovasteen arvioinnissa. SUV-arvojen laskenta on vielä niin uutta, että kirjallisuutta normaaliarvioista ja aktiivisuustasoista eri syövyissä on vähän tietoja. Normaalin luuston SUV arvot ovat karkeasti arviotuna alle 12 tasoa ja esim. prostatasyövässä ollaan keskimäärin yli 30 SUV tasolla. Hoitovasteen seurannassa voi käyttää SUV-max-arvojen muutosta, tai tilavuuden ja aktiivisuuden tuloa TLG:n



Kuva1. Rintasyövän luustometastasointi. Fuusiokuva, luustospesifinen SPET, MaTT ja MIP-SPET, jossa volyymit (VOI) tuumoreista. Magneetissa epäilty kahdesti lievää sakroiliittiä. Magneettien välissä WB luustossa pienialaiset metastaasisuopekkit löydökset.

tapaan, mutta positiivisen hoitovasteen kriteerit ovat vasta muotoutumassa.

Kun luustospesifinen SPET/TT yhdistää anatomian ja luuston aktiivisuuden hyvin tarkasti niin löydösten luokittelu, joka on herkällä menetelmällä oleellista yli diagnostiikan välttämiseksi, tarkentuu erittäin merkittävästi. Paras hyöty tästä saadaan kun kuvia arvioidaan yhdessä radiologin ja isotooppiiläkärin kanssa samoin kuin PET/TT:ssä yleensä tehdään.

SPET/TT:ssä sädeannos ei ole uusilla laitteilla ongelmana. Olemme käyttäneet aina iteratiivisesti rekonstruoitua hyvin-matala-annos-TT-kuvausta ja isotooppiannosta on voitu myös redusoida kun isotooppiidatua ei tarvita enää löydösten paikannukseen.

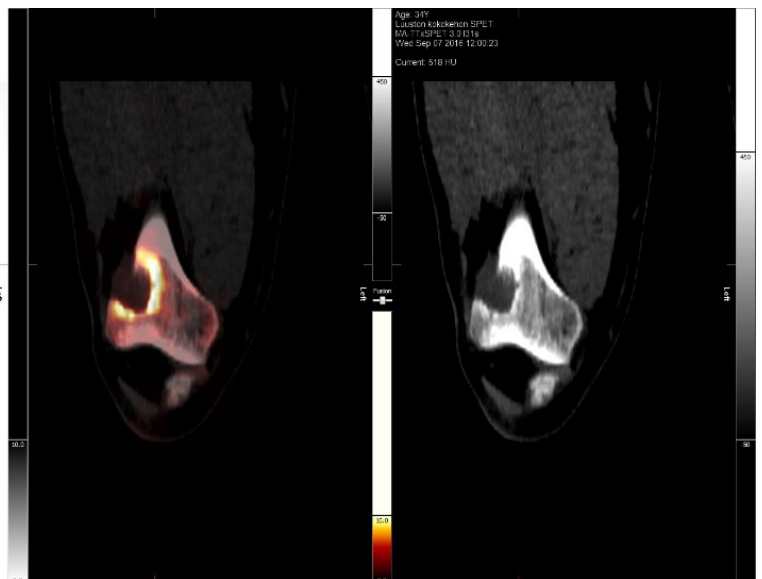
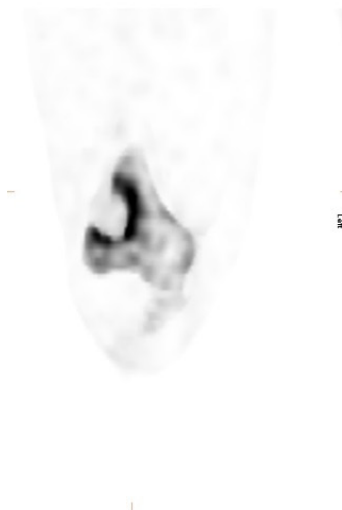
Mitä kannattaa kuvata luustospesifisesti vaimennuskorjattuna SPET/TT:llä?

1. Kaikki syöpäpäilyt kannattaa kuvata luustospesifisesti vaimennuskorjatulla SPET/TT:llä, jos sellainen on käytössä. Tämä varhaistaa ja tarkentaa diagnostiikkaa ja tekee hoitovasteen seurannasta eksaktia. Osteoklastiset metastaasit, jotka näkyvät defekteinä, ovat perinteisesti olleet haastavia SPET-kuvauksessa ja edelleenkin nämä ovat tulkinnallisesti haasta-

vampia kuin aktiiviset metastaasit. Kuitenkin tässäkin luustospesifinen SPET/TT helpottaa arviota.

2. Jo ennen luustospesifistä vaimennuskorjausta vakiintuneet, käsien ja jalkaterien kiputilojen tutkimukset, pitäisi aina kuvata tällä uudemmalla tekniikalla, sillä kivun paikka pienissä luissa ja rakenteissa paikantuu luustospesifisellä SPET/TT:llä vieläkin paremmin.
3. Sama periaate – missä kipu siellä aktiivisuus – koskee myös hankalia alaselän kiputiloja.
4. Kaikki potilaat, joilla on joilla on fiksaatorauto- ja yms., tulisi primaaristi kuvata näin.
5. Jos potilaalle tarvitaan kliinisin perustein sekä TT että luuston gammakuvaus niin aina olisi järkevää ja LEAN-periaatteiden mukaista tehdä nämä samalla laitteella samassa istunnossa. Tällöin luustospesifisestä SPET/TT:stä jää pois turhana Ma-TT.
6. Alustavat havainnot primaarien luutumoreiden aktiivisuuksien kvantitaatiosta yhdistyneenä menetelmän ylivoimaiseen resoluutioon puoltavat luustospesifisesti vaimennuskorjatun SPET/TT:n käyttöä näillä potilailla. Useat muutkin harvinaisemmat indikaatiot soveltuvat tällä menetelmällä kuvattaviksi, kunhan niistä kertyy lisää kokemuksia.

Age: 51Y
Luuston kokokehon SPET
xSPECT reidet [OSCO [R 24,Sub 2,5th 7.50] AC Enhanced]
Wed Sep 07 2016 11:41:24
Current: SUV_LBM 10.29



Kuva 2: primaari luutumori jossa matala reuna aktiivisuus SUV max n. 12. SPET/TT; Fuisio; TT



40. Sädeturvapäivät 10. - 11.11.2016, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Annette Beule, HUS Kuvantaminen, HUS Syöpäkeskus

Luustometastasointi TT:ssä

Eri lähteiden mukaan 30 – 70 % kaikista syöpäpotilaista saa sairautensa aikana luustometastaseja .

Yleisin luustometastasoinnin aiheuttaja on naisilla rintasyöpä ja miehillä prostatasyöpä. Kaikkiin syöpiin voi liittyä luustometastasointi. Hematologiset maligniteetit kuten myelooma, leukemia ja lymfooma voivat levitä luustossa paikallisesti tai diffuusisti.

Nykysyöpähoidoilla voi potilas elää monta vuotta, vaikka tauti on levinnyt luuhun. Potilaiden elämän laatu siinä aikana riippuu muun muassa siitä, pystytäänkö välttämään luustometastasoinnin komplikaatioita kuten murtumia ja halvaantumisia.

Luustometastasointi leviää yleensä hematogeenisesti, harvemmin suoraan kasvamalla vieraisesta pehmytkudostuumorista.

Luustometastasiat voivat esiintyä missä tahansa missä on luuydintä, mutta 90 % niistä kasvaa aktiivisessa punaisessa ytimestä, joka sijaitsee aikuisilla aksiaalisella luustoalueella (ranka, pelvis, rintalasta, lapaluut, humerusten ja femureiden proksimaaliset alueet). Harvoin luustometastasi alkaa kasvaa kortikaalisesta luusta.

Terveessä luussa tapahtuu jatkuvasti luun resorptiota (osteoklastien välittämänä) ja luun muodostusta (osteoblastien välittämänä). Nämä prosessit ovat normaalisti tasapainossa. Kun metastasi kasvaa ytimestä, voimistuvat osteoblastiset ja osteoklastiset aktiiviteetit. Riippuen hallitsevasta tapahtumasta on radiologinen kuva skleroottinen tai lyyttinen. Hyvin usein tapahtuu molempia reaktioita ja tauti näyttää lyyttis-skleroottiselta. Suotuisan hoitovasteen myötä nähdään TT:ssä tyypillisesti pesäkkeiden tiivistymistä ja sklerosoitumista.

Kaikilla syöpätyypeillä voi esiintyä lyyttisiä pesäkkeitä. Joissakin taudeissa kuten munuais-

syövässä, rakko- ja kilpirauhassyövässä tavataan kutakuinkin ainoastaan lyyttisiä pesäkkeitä. Skleroottisia metastaseja nähdään tyypillisesti prostata- ja rintasyövässä, mutta sitä voidaan tavata myös esimerkiksi keuhko-, ventrikkeli-, colon-, haima-, ja neuronendokriinisessä syövässä. Ventrikkelisyövässä nähdään joskus laajasti diffuusisia skleroottista metastasointia. Lymfoomaan liittyvät luustomuutokset voivat olla lyyttisiä tai skleroottisia; usein ne ovat lyyttis-skleroottisen näköisiä.

Luustometastasi on taudin alkuvaiheessa joskus oireeton. Kipu ja saattaa ilmaantua vasta kun metastasi tuhoaa laajasti luuta ja syntyy komplikaatioita kuten murtumia, medulla- ja hermo-kompressiota. Laaja lyyttinen muutos heikentää luuta ja se voi murtua. Karkea sääntö on, että jos metastasi käsittää alle 1/3 osaa luun paksuudesta, ei murtumavaaraa yleensä ole. Jos metastasointia on yli 1/2 luun läpimitasta, on murtumavaaraa. Skleroottiset metastasiat eivät yleensä aiheuta murtumavaaraa.

TT on paras kuvantamismenetelmä näyttämään kortikaalisia destruktioita. Myös luuydinmetastasointi erottuu TT:ssä usein hyvin etenkin sakrumissa, lantion luissa ja humerusten sekä lonkkien proksimaalisilla metafyyseillä, kun katsotaan kuvia pehmytkudosikkunalla luuikkunan lisäksi. MRI osoittaa kuitenkin herkemmin ja tarkemmin luuydintautia.

Kun rankametastasiin liittyvä pehmytkudossassa kasvaa luun ulkopuolelle, se voi kaventaa spinaalikanavan ja juurikanavia. Juurikompressio aiheuttaa kovia kipuja ja medullakompression seurauksena potilas voi halvaantua.

Yleensä spinaalikanavan metastasointi näkyy melko hyvin TT:ssä, kun kuvataan iv-varjoaineella ja käytetään pehmytkudosikkunaa. Etenkin uukaava medullakompressio onkin tärkeä tunnistaa



40. Sädeturvapäivät **10. - 11.11.2016, Tampere-talo** <http://www.sadeturvapaivat.fi>

TT:ssä, koska TT on syöpäpotilaiden seurannassa eniten käytetty kuvantamismenetelmä. Jos TT:ssä ei löydy oireita selittävää, on kuitenkin syytä kuvata alue MRI:llä, joka näyttää tarkemmin spinaalikanavan tilan.

Benignit luun muutokset voivat joskus muistuttaa luustometastasoita. Esimerkkejä tästä ovat muun muassa kulumamuutokset, Schmorlin herniat, kompaktasaarekkeet, osteoporoottiset kompressiomurtumat, rasitusmurtumat, osteomyeliitti, luuinfarktit, Pagetin tauti, benignit luutuumorit ja fibroosi dysplasia. TT:ssä pystytään yleensä erottamaan benignejä muutoksia metastaattisista luunmuutoksista, mutta joskus siihen tarvitaan MRI, PET, biopsia tai seuranta.

Syöpähoitoihin voi liittyä luuston benignejä muutoksia, joita joskus on vaikea erottaa uusista metastaaseista. Kemoterapian myötä voi luuytimessä tapahtua rekonversiota keltaisesta punaiseen ytimeen. Etenkin kasvutekijähoidon (granulosyytti stimuloiva faktori, GSF) jälkeen ilmaantuu punaisen ytimen saarekkeita tai diffuusisti aiempaa tiiviimmän näköistä luuydintä. Kortikosteroidien sivuvaikutuksiin kuuluvat osteopenia, murtumat ja osteonekroosit. Luustolääkkeiden kuten bisfosfonaattien ja denosumabin käyttöön liittyy esim. leukaluiden osteonekroosi. Sädehoidon jälkeen nähdään luissa rasvakonversiota. Kuukausia sädehoidon jälkeen voi esiintyä sakrum- tai nikamamurtumia; vuosia sädehoidon jälkeen nähdään joskus osteonekroosia.

