



42.
SÄDETURVAPÄIVÄT
1.-2.11.2018

Tampere-Talo



SISÅLLYSLUETTELO

Ohjelma	4-12
<i>Juhana Hakumåki, toimialajohtaja, Karolinska Universitetssjukhuset</i> Kuvantamisen haasteet terveydenhuollon teknologian murroksessa – kokemuksia lænsinaapurista.....	13
<i>Antti Kotiaho, fyysikko, OYS</i> Annoskeråysohjelmisto optimoinnin tukena.....	15
<i>Minna Husso, sairaalafyysikko, KYS Kuvantamiskeskus</i> Kåyttånnõnlåheisesti henkilõdosimetriasta.....	16
<i>Jyrki Lõtjõnen, CSO, Combinostics & dosentti, Aalto-yliopisto</i> Aivojen MRI-kuvien tekoålypohjainen arviointi muistipotilailla.....	18
<i>Simo Saarakkala, professori, Oulun yliopisto ja OYS</i> Polven natiivirõntgenkuvien tekoålypohjainen analyysi.....	19
<i>Mika Ukkonen, Gastrokir. EL, LT, KTM, TAYS/TA2</i> Suoliston kulkueste klinikon nåkõkulmasta.....	21
<i>Tuomas Saarinen</i> Suoliston kulkuesteen kuvantaminen ja lõydõkset.....	23
<i>Anne Juuti, kirurgi, HUS ja Tiina E. Lehtimåki, radiologi, HUS</i> Lihavuuskirurgian komplikaatiot – tapauksia ja teoriaa.....	24
<i>Påivi Wood</i> EKA - Ennakoiva Kliininen Arviointi vahvistaa rõntgenhoitajan roolia kuvien ottajana ja tulkkina.....	27
<i>Mikko Pakanen, sonograaferi-rõntgenhoitaja, OYS</i> Sonograaferi olkanivelen natiivikuvien arvioijana.....	29
<i>Mikko Ylinen, erikoislååkåri, TAYS</i> Hyvå olkapååkuva ja sen tulkinta.....	30
<i>Reetta Kivisaari, radiologi, HUS</i> Hyvå kyynårpååkuva ja sen tulkinta.....	31
<i>Juha-Jaakko Sinikumpu, lasten ortopedian ja traumatologian dosentti, LT, Oulun yliopistollinen sairaala</i> Lasten omintakeiset kyynårpåån murtumat.....	32
<i>Kimmo Lappalainen, Radiologi, HUS</i> Låpivalaisun asema diagnostiikassa ja toimenpiteisså.....	35
<i>Timo Laine, Evl</i> Låpivalaisun tutkimusvalikoima ja merkitys tånåån.....	36



SISÄLLYSLUETTELO

<i>Teija Sainio, Turun yliopistollinen keskussairaala</i>	
Mistä HIFU:ssa on kysymys	37
<i>Heikki Pärssinen</i>	
Luutumoreiden HIFU.....	38
<i>Maarit Anttila, KYS</i>	
Hoitavan lääkärin näkökulma gynekologisten syöpien kuvantamiseen.	40
<i>Edla Haapanen, Röntgenhoitaja, ESSOTE Kuvantaminen</i>	
Gynekologiset magneettikuvaukset hoitajan näkökulmasta.	42
<i>Arja-Riitta Pauna, radiologian erikoislääkäri, HUS-kuvantaminen, Naistenklinikka</i>	
Kohdunrunko- ja kohdunkaulasyövän magneettikuvantaminen.....	43
<i>Jukka Schildt, El., HUS-Kuvantaminen, Isotooppiyksikkö</i>	
Gynekologisten syöpien kuvantaminen PET/TT:llä.....	45
<i>Suvi Rautiainen</i>	
Munasarjasyövän levinneisyyselvittely.....	46
<i>Eija Pääkkö, OYS</i>	
Endometriosisin magneettikuvaus.	48
<i>Vesa Lund, Ylilääkäri ja Virpi Tunninen, ylifyysikko, Satakunnan keskussairaala</i>	
Säteilevä potilas sairaalaan - ensihoidon ja säteilyasiantuntijoiden yhteistyö.....	50
<i>Sampsa Kajaluoto, Tarkastaja</i>	
Säteilyturvallisuuspoikkeaman käsittely.....	52
<i>Eini Niskanen</i>	
Kuinkas sitten kävikään? Käytännön esimerkkejä säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittelystä.....	53
<i>Touko Kaasalainen, fyysikko, HUS Kuvantaminen</i>	
Vierasesineet magneettikuvauksessa.....	54
<i>Tom Eklund, röntgenhoitaja, HUS-kuvantaminen, Meilahti</i>	
Magneettikuvaus - Miten hyvä turvallisuus toteutetaan käytännössä?.....	56
<i>Marja Hedman, kardiologi, dos, oyl, KYS / Kuvantamiskeskus / Kliininen radiologia</i>	
Sydämentahdistinpotilas magneettikuvauksessa.....	57
<i>Petri Sipola, radiologi, KYS ja yliopiston lehtori, Itä-Suomen yliopisto</i>	
Gadolinium-kontrastiaaineet – vieläkö uskallan käyttää?.....	59



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Torstai 1.11.2018

Iso sali

- | | |
|---------------|---|
| 9.30 – 9.40 | Avaussanat
Ritva Vanninen, järjestelytoimikunnan puheenjohtaja |
| 9.40 – 10.10 | Carl Wegelius -luento |
| 10.10 – 11.00 | Kuvantamisen haasteet terveydenhuollon teknologian murroksessa -kokemuksia länsinaapurista
Juhana Hakumäki, Karoliininen yliopistosairaala |
| 11.00 – 12.30 | Näyttelyyn tutustuminen ja lounas |



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Torstai 1.11.2018

Sessio A, Iso sali

Ajankohtaista säteilyseurannasta

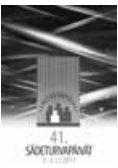
puheenjohtaja Jaakko Niinimäki, OYS

- 12.30 – 13.00 Annoskeräysohjelmisto optimoinnin tukena
Fyysikko Antti Kotiaho, OYS
- 13.00 – 13.25 Käytännönläheisesti henkilödosimetriasta
Fyysikko Minna Husso, KYS
- 13.25 – 13.35 Keskustelu
- 13.35 – 14.20 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

Tekoälyn mahdollisuudet radiologiassa

puheenjohtaja Jaakko Niinimäki, OYS

- 14.20 – 14.50 Strokepotilaiden TT-perfuusion automatisoitu
mismatch-analyysi
Radiologi Olli Tähtinen KYS/TAYS
- 14.50 – 15.20 Aivojen MRI-kuvien tekoälypohjainen arviointi muistipotilailla
Dosentti Jyrki Lötjönen, Combinostics
- 15.20 – 15.50 Polven natiivikuvien tekoälypohjainen analyysi
Professori Simo Saarakkala, Oulu
- 15.50 – 16.00 Keskustelu
- 18.00 – 23.00 Iltatilaisuus, Solo Sokos Hotel Tornii, Ratapihankatu 43



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Torstai 1.11.2018

Sessio B, Pieni sali

Akuuttia ja vähemmän akuuttia abdominaaliradiologiaa

puheenjohtaja Eila Lantto, HUS

- 12.30 – 13.00 Suolistovuoto toimenpideradiologin näkökulmasta
Radiologi Antti Marttila, OYS
- 13.00 – 13.30 Suoliston kulkueste kliinikon näkökulmasta
Kirurgi Mika Ukkonen, TAYS
- 13.30 – 14.00 Suoliston kulkuesteiden kuvantaminen ja löydökset
Radiologi Tuomas Saarinen, TAYS
- 14.00 – 14.10 Keskustelu
- 14.10 – 14.55 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi
- 14.55 – 15.55 Lihavuuskirurgian komplikaatiot - tapauksia ja teoriaa
Kirurgi Anne Juuti, HUS
Radiologi Tiina E. Lehtimäki, HUS
- 15.55 – 16.00 Keskustelu
- 18.00 – 23.00 Iltatilaisuus, Solo Sokos Hotel Tornii, Ratapihankatu 43



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 2.11.2018

Sessio C, Iso sali

Yläraajan natiivikuvaus: Olkapääkuvien tulkintaa

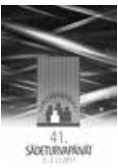
puheenjohtaja Katariina Kortelainen, Suomen Röntgenhoitajaliitto

- 8.30 – 9.00 EKA - Ennakoiva kliininen arviointi
Toiminnanjohtaja Päivi Wood, Suomen Röntgenhoitajaliitto
- 9.00 – 9.25 Sonograaferi olkapään natiivikuvan arvioijana
Röntgenhoitaja Mikko Pakanen OYS
- 9.25 – 9.50 Hyvä olkapääkuva ja sen tulkinta
Radiologi Mikko Ylinen, TAYS
- 9.50 – 10.00 Keskustelu
- 10.00 – 10.30 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

Yläraajan natiivikuvaus: Lapsen traumakynnärpää

puheenjohtaja Kirsi Lauerma, HUS

- 10.30 – 11.00 Miten otan diagnostiset kyynärpääkuvat?
Röntgenhoitaja Minna Tikkanen, OYS
- 11.00 – 11.25 Hyvä kyynärpääkuva ja sen tulkinta
Radiologi Reetta Kivisaari, HUS
- 11.25 – 11.50 Lastenkirurgin näkökulma
Kirurgi Juha-Jaakko Sinikumpu, OYS
- 11.50 – 12.00 Keskustelu
- 12.00 – 13.00 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 2.11.2018

Läpivalaisun rooli tänään, entä huomenna?

puheenjohtaja Taina Autti, HUS

- 13.00 – 13.30 Läpivalaisun asema diagnostiikassa ja toimenpiteissä
Radiologi Kimmo Lappalainen, HUS
- 13.30 – 13.55 Hoitajan rooli läpivalaisussa
Röntgenhoitaja Pirita Nieminen, TAYS
- 13.55 – 14.20 Läpivalaisun tutkimusvalikoima ja merkitys tänään
Radiologian erikoistuva lääkäri Timo Laine, TAYS
- 14.20 – 14.30 Keskustelu



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 2.11.2018

Sessio D, Pieni sali

HIFU-hoidot

puheenjohtaja Roberto Blanco Sequeiros

- 8.30 – 9.00 Mistä HIFU:ssa on kysymys
Fyysikko Teija Sainio, TYKS
- 9.00 – 9.30 HIFU-hoidot TYKS:ssä Kliinikon näkökulma
Gynekologi Antti Perheentupa / Kirsi Joronen, TYKS
- 9.30 – 10.00 Luutumoreiden HIFU
Erikoistuva lääkäri Heikki Pärssinen, TYKS
- 10.00 – 10.15 Keskustelu
- 10.15 – 10.45 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

Gynekologisen syövän kuvantaminen

Puheenjohtaja Eija Pääkkö, OYS

- 10.45 - 11.15 Hoitavan lääkärin näkökulma gynekologisten syöpien kuvantamiseen
Gynekologi Maarit Anttila, KYS
- 11.15 - 11.40 Gynekologiset magneettikuvaukset hoitajan näkökulmasta
Röntgenhoitaja Edla Haapanen, ESSOTE
- 11.40 - 12.05 Kohdunkaula- ja kohdunrunkosyövän magneettikuvantaminen
Radiologi Arja-Riitta Pauna, HUS
- 12.05 - 12.30 Gynekologisten syöpien kuvantaminen PET/TT:llä
Isotooppilääkäri Jukka Schildt, HUS
- 12.30 – 13.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas

Gynekologinen kuvantaminen jatkuu

Puheenjohtaja Irina Rinta-Kiikka, TAYS

- 13.30 - 14.00 Munasarjasyövän levinneisyyselvittely
Radiologi Suvi Rautiainen, KYS
- 14.00 - 14.30 Endometriosisin magneettikuvaus
Radiologi Eija Pääkkö, OYS



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 2.11.2018

Sessio F, Duetto 1- 2

**Säteilyturvallisuus säteilyvaaratilanteissa ja
säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittely**

Puheenjohtaja Matti Koskinen

- 8.30 - 9.10 Säteilevä potilas sairaalaan - ensihoidon ja säteilyasiantuntijoiden yhteistyö
Ylifyysikko Virpi Tunninen, Satadiag
Ylilääkäri Vesa Lund, SATSHP
- 9.10 - 9.40 Säteilyvammojen synty ja hoito
Tutkimusprofessori Eeva Salminen, STUK
- 9.40 - 9.50 Keskustelu
- 9.50 - 10.20 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi
- 10.20 - 10.50 Säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittely
Tarkastaja Sampsu Kaijaluoto, STUK
- 10.50 - 11.20 Kuinkas sitten kävikään? Käytännön esimerkkejä säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittelystä
Ylifyysikko Eini Niskanen, VSHP
- 11.20 - 11.30 Keskustelu
- 11.30 - 12.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Perjantai 2.11.2018

Magneettikuvausten turvallisuus

Puheenjohtaja Tommi Toivonen, STUK

- 12.30 - 13.00 Vierasesineet magneettikuvauksessa
Fyysikko Touko Kaasalainen, HUS
- 13.00 - 13.30 Miten hyvä turvallisuus toteutetaan käytännössä?
Röntgenhoitaja Tom Eklund, HUS
- 13.30 - 14.00 Sydämentahdistinpotilas magneettikuvauksessa
Kardiologi Marja Hedman, KYS
- 14.00 - 14.30 Gadolinium-kontrastiaineet – vieläkö uskallan käyttää?
Radiologi Petri Sipola, KYS



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

OHJELMA

Sädeturvapäivien järjestelytoimikunta 2018

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

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

Iltilaisuus pidetään torstaina 1.11. klo 18.00 – 23.00 Sokos Hotelli Tornissa

Käytännön järjestelyistä vastaa toimitusjohtaja Karoliina Sunell, Tavicon Oy, puh. 040 778 1770 (karoliina.sunell@tavicon.fi) ja järjestelytoimikunnan sihteeri Marika Miinalainen, puh. 044 711 3320 (marika.miinalainen@kuh.fi)

Koulutus

ST 1.7 ohjeen mukaista säteilykoulutusta hyväksytään yhteensä 7 tuntia (to 3t, pe 4t).

Itä-Suomen yliopiston Terveystieteiden tiedekunta on hyväksynyt 42. Sädeturvapäivien koulutusohjelman teoreettiseksi kurssimuotoiseksi koulutukseksi seuraaville erikoisaloille:

Radiologia 10 tuntia

Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede 8 tuntia

Naistentaudit ja synnytykset 5 tuntia

Näyttely

Näyttely on avoinna torstaina 1.11 klo 9.30 -15.30 ja perjantaina 2.11 klo 9.00 - 13.30.

Näyttelyn käytännön järjestelyt hoitaa Tavicon Oy, sadeturva.paivat@tavicon.fi



42. Sädeturvapäivät

1. - 2.11.2018, Tampere-talo

<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Juhana Hakumäki, toimialajohtaja (funktionschef), Kuvantaminen ja fysiologia (Bild och Funktion), Karolinska Universitetssjukhuset, Eugeniovägen 6, S-17164 Stockholm
S-posti: juhana.hakumaki@ssl.se

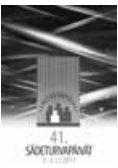
Kuvantamisen haasteet terveydenhuollon teknologian murroksessa – kokemuksia länsinaapurista

Tukholman läänin maakäräjät (Stockholms läns landsting) vastaa mm. terveydenhuoltopalveluiden järjestämisestä yhteensä 2,4 miljoonalle asukkaalleen. Sen suorassa alaisuudessa olevan Karoliinisen yliopistosairaalan tehtävänä on tuottaa alueen tarvitsemat yo-sairaalatasoiset palvelut kahdella kampuksellaan, jotka ovat samalla mittavan uudistusprosessin alla (NKS-sairaala Solnassa) sekä mittavan peruskorjauksen kohteeksi tuleva Huddingen sairaala (NKH).

Suomalaiselle totuttelemista on ollut paitsi skaalassa niin myös maakäräjien roolissa. Yhtäältä se on aivan ylivoimainen voimatekijä mutta toisaalta tiukan poliittisen ohjauksen alla - mikä näkyy tämän tästä sairaaloiden arjessa. Samalla maakäräjien toimintaa leimaa ikävä kyllä ainakin ajoittainen virkamiestason epäselvyys vastuista ja päätösvallasta sekä puutteellinen työn koordinaatio. Tukholman maakäräjien tuoreet investoinnit uusiin sairaaloihin ovat kuitenkin n. 2 Mrd €, josta uuden lääketieteellisen teknologian osuus on n. 300 M€ ja lääketieteellisen kuvantamisen osuus n. 200 M€. Merkittävä investointi siis. Miten näin suuret investoinnit kyetään sitten hyödyntämään järkevällä tavalla? Yhtenä ratkaisuna on pidetty maakäräjien kilpailuttamaa ja Philipsin kanssa solmittua lääketieteellisen teknologian hankinta- ja huolintasopimusta, mikä takaa kiinteät, ennakoitavissa olevat käyttökustannukset, jatkuvat päivitykset ja huollot sekä innovaatio-ohjelmat NKS-sairaalaan (kahden tai jopa kolmen laite-elinkaaren ajaksi). Laitekanta ei ole kuitenkaan sidottu pelkästään Philipsiin, vaan monet muutkin suuret toimijat, kuten Siemens, GE ja Toshiba ovat mukana alihankintoina. Sopimuksen todelliset hyödyt (tai haitat) nähdään vasta kun kuvantamistoiminta Solnassa on muuttanut kokonaisuudessaan uusiin tiloihin. Sopimukseen liittyvät tutkimus- ja kehittämishankkeet ovat päivitettävissä, mutta kohdistuvat tällä haavaa aivohalvaukseen, eturauhassyöpään sekä navigoituun "augmented reality" -kirurgiaan.

Kuvantamisen perustutkimus- ja kehitystyöhön panostetaan. Karoliininen yliopistosairaala vahvistaa yhteistyötään Karoliinisen instituutin (KI) ja Kuninkaallisen teknisen korkeakoulun (KTH) kanssa mm. siten että asetumme v. 2019 taloksi uuteen kuvantamisen tutkimus- ja kehitysympäristöön, jossa prekliininen kuvantaminen toimii kliinisen kuvantamisen kanssa rinnalla Karoliinisen sairaalan tiloissa (Biomedicum). Tätä työtä tukee myös uusi radiofarmasielaboratorio kahden syklotronin kera, mikä mahdollistaa kliinisten ja prekliinisten PET-lääkeaineiden ohella tulevaisuudessa myös teragnostiikan. Teknologiaraskaalla alalla, kuten kuvantamisessa ei KI:sta lääketieteellisenä yliopistona hieman yllättäen olekaan erityisen suurta apua, vaan kontakteja on haettava KTH:n ja Tukholman yliopiston suunnasta, mihin KI:n on perinteistään johtuen edelleen hieman vaikeaa asemoitua.

Puhtaan tutkimus- ja teknologianäkökulman lisäksi haasteena on kaikille tuttu kuvantamistutkimusten kysynnän ja tarjonnan "kohtalon-tanssi". Teknologinen murros ja muutostahti hoitokäytäntöjen puolella ja diagnostiikan parissa vaativat ajantasaista toimintadataa sekä ennustettavuutta. Toimialamme osalta tämä tarkoittaa sitä, että tuotanto mallinnetaan ja suunnitellaan nyt tarkoin tilaajien tarpeiden, laite- ja henkilöstökapasiteetin sekä käytettävissä olevan budjetin välisenä yhtälönä. Tässä hyödynnetään mm. HR-dataa, RIS-dataa, laitteiden (huolto)dataa sekä sairaalan yhteistä potilasstatistiikkaa. Samalla yhtälöön mallinnetaan tutkimustoiminta. Keskeisessä asemassa tulevat olemaan juuri teemaattisen organisaatiouudistuksen läpikäyneen sairaalan uudet kliiniset potilasvirtojen ohjausryhmät. Isona haasteena ovat olleet muutoksen tilapäisesti pahentamat puutteet tilaajien masterdatassa kuin myös Suomestakin ajoin tuttu haluttomuus tai kyyvyttömyys dialogiin tilaajien taholta. Sairaalan potilasryhmien muuttuessa ovat kysynnän muutoksen vaihteluvälit tänä



42. Sadedeturvapäivät **1. - 2.11.2018, Tampere-talo** <http://www.sadedeturvapaivat.fi>

vuonna olleet jopa +30% eri kuvantamistutkimusryhmittäin ilman mitään ennakkopuheita (!)

Tekoälystä povataan täälläkin ratkaisua kuvantamisen saatavuuteen ja laadun parantamiseen. Sovelluksia voi tulla nopeastikin kliiniseen käyttöön ja radiologien ja röntgenhoitajien tulee ehdottomasti olla mukana kehityksessä – luomassa juuri niitä työkaluja joita ammattikuntina haluaisimme käyttää. Ne tulevat kattamaan koko kuvantamiskentän aina laitteiden hallinnasta kuanparannukseen ja diagnostiikkaan. Kaupallisten toimijoiden suurin intressi on toki volyymidatassa, mutta lähes poikkeuksetta pääsyssä kliinisesti merkitsevä tiedon ja tietotaidon äärelle. Diagnostisesti autonomisen tekoälyn kehittäminen ja tuotteistaminen vaatii lisäksi tietohallinnollista, juridista sekä innovaatio- ja

hankintatoimien osaamista, joka ei synny sairaaloihin tai maakäräjille tyhjästä tai hetkessä. Tämä on yksi pilotoimistamme fokuksista ja haaste aivan lähitulevaisuudessa – miten vaikkapa virkamiestason ylivarovaisuus saadaan ylipuhuttua ja käännettyä yliopistosairaalan innovaatiotoiminnan parhaaksi.

Olemme vasta ehtineet raaputtaa pintaa sen suhteen, kuinka teknologinen murros vaikuttaa työnkuvaan ja miten sen pitäisi vaikuttaa diagnostiseen koulutukseen sairaalassa. Keinoäly voi automatisoida suuren osan itse kuvantamisprosessista samoin kuin diagnostiikasta. Näitä aiheita sivutaankin kiehtovasti myös näillä päivillä. Haasteet ja mahdollisuudet ovat aivan samat lahdan molemmin puolin!



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Antti Kotiaho, fyysikko, OYS

Annoskeräysohjelmisto optimoinnin tukena

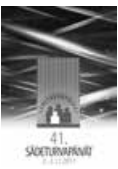
Annoskeräysohjelmisto on ollut käytössä Oulun yliopistollisen sairaalan Diagnostiikan vastuualueella ja Medisiinisen tulosalueella tällä hetkellä noin vuoden ajan. Annostietoa ja tutkimuksiin liittyvää muuta tietoa saadaan tällä hetkellä natiivi-, mammografia-, tietokonetomografia-, läpivalaisu- ja angiolaitteista. Aineistoa on kertynyt tiivistelmää kirjoittaessa 215 732 tutkimusta.

Annoskeräysohjelmiston avulla saadaan yksityiskohtaisempaa, isomman aineiston tietoa eri laitteilla käytetyistä protokollista. Keräämällä annostasot suuremmista aineistoista, minimoidaan pienempien osa-aineistojen tuottamaa keskiarvon vääristymää ja laitteiden välinen vertailu on luotettavampaa. Yksityiskohtaisemman ja helposti esitettävien parametrien ansiosta yksittäiselle laitteelle kohdistuvat poikkeamat säteilynkäytössä saadaan kiinni ja niihin pystytään puuttumaan entistä helpommin. Annoskeräysohjelmiston avulla pystytään löytämään säteilynkäytön poikkeavia tapahtumia, joita voidaan vähentää koulutuksella. Loppukesästä 2018 aloitettiin ensimmäiset hoitajavetoiset oman toiminnan kehittämiseen tähtäävät projektit, kyseisten poikkeavuuksien vähentämiseksi. Röntgenhoitajien ammattitaidon hyödyntäminen tulevaisuuden projekteissa tulee kasvamaan.

Ohjelmiston käyttö on ollut tähän mennessä pitkälti fyysikkopainotteista, keskittyen lähinnä eri tutkimusten keskiarvoissa havaittujen poikkeamien korjaamiseen ja annostasojen luomiseen. Eri protokollista luotuja säteilytietoja on käytetty omien ja kansainvälisissä julkaisuissa esitettyjen annostasojen vertailuun, STUKin vertailutasoja unohtamatta. Suomessa säteilyn käyttö kuvantamistoiminnassa on kuitenkin suurilta osin huomattavasti tarkemmin optimoitua moneen muuhun maahan verrattuna ja kansallisten aineistojen vertailu lieneekin yksi seuraavista projekteista/yhteistyökuvioista.

Raahan, Kokkolan ja Rovaniemen sairaaloiden omat annoskeräysohjelmistot saataneen käyttöön syksyn 2018 aikana. Kyseisten toimipaikkojen keskitetyt annostiedot saadaan de-identifioituna vertailuun yhdelle keskitetylle palvelimelle, jolloin annosvertailua ja optimointia voidaan suunnitella lähes koko Pohjois-Suomen alueen osalta samanaikaisesti.

Annoskeräysohjelmisto on helpottanut ja nopeuttanut monia työvaiheita huomattavasti, samalla mahdollistaen monia erilaisia kehitys- ja optimointiprojekteja jotka ovat ennen olleet liian työläitä toteutettaviksi. Lisääntyneen tiedon hyväksikäyttö on kuitenkin vielä alkutekijöissään, eikä kaikkia kehitysmahdollisuuksia todennäköisesti ole vielä keksitty.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Minna Husso, sairaalafyysikko, KYS Kuvantamiskeskus

Käytännönläheisesti henkilödosimetriasta

Taustaa

Säteilytyö on työtä, jossa työntekijän säteilyaltistus voi ylittää jonkin väestön annosrajoista (efektiivinen annos 1mSv, silmän mykiön ekvivalenttiannos 15mSv ja ihon, käsien ja jalkojen ekvivalenttiannos 150mSv).

Säteilytyöntekijöiden annos seurannasta säädetään EU:n direktiiveissä, Suomen kansallisessa lainsäädännössä sekä Säteilyturvakeskuksen (STUK) ohjeissa. Vaikka EU:n direktiivit on implementoitu kaikkien jäsenmaiden lainsäädäntöön, käytännöt työntekijöiden säteilyaltistuksen mitauksessa vaihtelevat. Useimmissa jäsenmaissa henkilödosimetri sijoitetaan henkilökohtaisten henkilökohtaisen säteilysuojan alle, joissakin säteilysuojan päälle, ja joissakin maissa käytetään dosimetria sekä suojan alla että päällä. Myös annosmääritys vaihtelee. Joissakin jäsenmaissa dosimetrin lukemasta vähennetään luonnon taustasäteily, toisissa vähennystä ei tehdä.

Suomessa säteilytyöntekijöiden annoksia on virallisesti mitattu vuodesta 1963 lähtien. Vuonna 2017 Säteilyturvakeskuksen annosrekisterissä oli 11 381 säteilytyöntekijää, joista 3 222 terveydenhuollon röntgentoiminnassa. Röntgensäteilyn käyttäjiltä mitattiin varsin korkeita yksittäisiä säteilyannoksissa 1990-luvun loppuun saakka. Vuosituhannen vaihduttua tilanne parani. Viimeisen 15 vuoden aikana ei yli 50mSv annoksia ole mitattu röntgensäteilyn käytössä. On hyvä muistaa, että henkilödosimetrilla mitattu säteilyannos ei suoraan ole efektiivinen annos, koska mittaus on tehty suojien päältä.

Käytännöt Suomessa

Henkilöannosta mitataan käyttäen kolmea eri annossuuretta.

$H_p(10)$ = kehon pehmytkudoksen annosekvivalentti kovalle säteilylle 10 millimetrin syvyydellä. Tästä annossuureesta käytetään nimitystä syväannos, ja se edustaa henkilön kokokehon annosta.

$H_p(0.07)$ = kehon pehmytkudoksen annosek-

vivalentti pehmeälle säteilylle sopivalla syvyydellä 0.07 millimetriä. Tästä annossuureesta käytetään nimitystä pinta-annos, ja se edustaa henkilön ihoannosta.

$H_p(3)$ = Silmän henkilöannosekvivalentti, joka määritetään kolmen millimetrin syvyydellä.

Henkilöannosekvivalentit $H_p(10)$, $H_p(0.07)$ ja silmän henkilöannosekvivalentti $H_p(3)$ voidaan mitata ihon pinnalle asetetulla anturilla, joka peitetään vastaavan paksuisella kerroksella kudosekvivalenttia ainetta.

Edellä mainittuja annossuureita voidaan mitata erilaisilla mittareilla. Tyypillinen henkilödosimetri mittaa sekä syvä- että pinta-annosta. Tällä hetkellä Suomessa terveydenhuollossa eniten käytetty henkilödosimetri on termoluminesenssidosimetri (TLD). DIS-dosimetri on uusi, nopeasti yleistyvä dosimetri. Sen etuna on mittarin lukumahdollisuus käyttöpaikalla erillisessä lukulaitteessa. Molemmat mainitut mittarit mitaavat syvä- ja pinta-annosta ($H_p(10)$ ja $H_p(0.07)$), mutta eivät silmän henkilöannosekvivalenttia ($H_p(3)$). Sekä TLD että DIS-dosimetri ovat nk. passiivisia mittareita. Tämä tarkoittaa sitä, että mitattu säteilyannos on luettavissa mittarista jälkikäteen. Joissakin työtehtävissä, esim. huolto- ja asennustöissä on virallisen annosmittarin lisäksi käytettävä aktiivista, hälyttävää mittaria. Aktiivinen mittari näyttää kertyneen annoksen ja mahdollisesti myös annosnopeuden reaaliajassa. Annosmittaria valittaessa on huolehdittava siitä, että mittari on käyttötarkoitukseen sopiva.

Mittari sijoitetaan kohtisuoraan säteilyn tulo-suuntaan nähden työvaatteessa rinnan kohdalle oikein päin. Mikäli käytetään henkilökohtaista säteilysuojaa, annosmittari sijoitetaan säteilysuojan ulkopuolelle. Mittari ei saa jäädä kehon minkään osan varjostamaksi. Terveydenhuollon sellaisessa röntgensäteilyn käytössä, jossa altistus voi olla suurta (annosmittarin lukema yli 20 mSv vuodessa), on käytettävä lisäksi toista annosmittaria säteilysuojan alla.

Säteilytyöntekijät jaetaan säteilytöluokkiin A ja B. Säteilytöluokkaan A kuuluvat ne työntekijät, joille työstä aiheutuva efektiivinen annos



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

on tai voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa tai silmän mykiön ekvivalenttiannos suurempi kuin 45 mSv vuodessa tai ihon, käsien ja jalkojen ekvivalenttiannos suurempi kuin 150 mSv vuodessa. Muut kuuluvat säteilytyöluokkaan B. Säteilytyöluokan A työntekijöille on järjestettävä annostarkkailu. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työntekijällä on oltava henkilökohtainen dosimetri jonka luku- tai vaihtoväli on enintään yksi kuukausi. Säteilytyöluokan B työntekijöillä voi olla henkilökohtainen dosimetri, tai he voivat käyttää tarvittaessa ryhmädosimetria työolojen tarkkailuun. Säteilytyöluokan B työntekijän dosimetrin luku- tai vaihtoväli on enintään kolme kuukautta. Henkilöannosmittauksia voi tehdä vain STUKin hyväksymä annosmittauspalvelu. Näitä ovat tällä hetkellä TVO ja Fortum (vain Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimaloiden työntekijät), sekä Doseco ja Landauer Nordic Holdings (säteilyn käyttö). Lisäksi STUKilla on menetelmä kehon sisäisen kontaminaation mittaamiseen.

Mitä uutta?

Säteilylainsäädännön uudistuessa säteilytyöntekijöiden annosrajat muuttuvat joiltakin osin. Erityisen suuri muutos on silmän mykiön kohdalla: Vuotuinen annosraja laskee 150mSv:sta 20mSv:iin. Joidenkin säteilytyöntekijöiden kohdalla silmän säteilyannoksen seuraaminen tulee olemaan tarpeen. Tällä hetkellä STUKin hyväksymissä annosmittauspalveluissa ei ole hyväksyttyä mittausmenetelmää silmän henkilöannoskvivalentin mittaamiseen. Sopivia mittareita on olemassa, ja jo nyt käytössä mm. Euroopassa.

Kirjallisuutta

<https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/160.pdf>
Directive 2013/59/Euratom - protection against ionising radiation
Säteilyturvakeskus: ST 1.6 Säteilyturvallisuus työpaikalla
https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1_2.pdf/962923f7-3843-4528-8b26-67d239988ffc



42. Sædeturvapæivæt 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Jyrki Lötjönen, CSO, Combinostics & dosentti, Aalto-yliopisto

Aivojen MRI-kuvien tekoälypohjainen arviointi muistipotilailla

Aivojen MRI-kuvien tulkinta pohjautuu vielä nykyisin pitkälti visuaaliseen arvioon. Erilaiset arviointiasteikot ovat askel kohti kvantitatiivisempaa tulkintaa, vaikka ne ovatkin varsin karkeita ja edelleen osittain subjektiivisia mittareita. European Society for Neuroradiologists (ESNR) julkaisi hiljattain tutkimuksen, jonka mukaan asteikoita käytetään Euroopassa melko laajasti esim. muistipotilaiden kuvien tulkinnaassa mutta lähes kolmasosa vastaajista ei kokenut olevansa luotavainen niiden käyttämisessä.

Tekoälypohjaiset menetelmät tekevät tuloaan radiologiaan. Kuvien kvantitatiivinen mittaaminen mahdollistaa radiologeille ja hoitaville klinikoille tasalaatuisemman tulkinna. Tämän esityksen tavoitteena on esitellä tekoälyn mahdollisuuksia diagnostiikan tukena mutta käsitellä myös menetelmien rajoituksia.

Kuvantamisbiomarkkerien määrittäminen

Kuvien kvantitatiivinen mittaaminen edellyttää usein kuvien segmentointia. Segmentoinnissa kuhunkin kuvapisteeseen liitetään tieto alueesta, johon se kuuluu. Koska kuvien segmentointi toimii ikään kuin välivaiheena itse kuvantamisbiomarkkerien laskennalle, se tarjoaa hyvän lähteen tekoälyn tuottamien tulosten luotettavuuden arvioimiseksi. Tekoälysovelluksia kritisoidaan usein siitä, että ne ovat mustia laatikoita käyttäjilleen. Radiologiassa lääkäri voi kuitenkin arvioida tekoälyn toimivuutta kunkin potilaan kohdalla erikseen tarkastelemalla tekoälyn tekemiä segmentointeja.

Tuloksia tulkitessa on hyvää tuntoa menetelmien peruseriaatteet. Useimmat segmentointimenetelmät perustuvat asiantuntijan manuaalisesti tekemiin segmentointeihin. Niiden pohjalta tekoäly oppii, kuinka tietyt alueet tulisi segmentoida. Vaikka tekoäly harvoin pyrkii oppimaan tuon asiantuntijan käyttämiä todellisia sääntöjä, tekoäly yrittää kuitenkin matkia lopputulosta, esim. sitä, miten konservatiivisesti kudosta otetaan rakenteeseen mukaan. Tulkinnaassa on siis hyvä

muistaa, että tulkitsejan oma käsitys oikeasta segmentoinnista saattaa poiketa opetusdatan segmentointeen asiantuntijan käsityksestä.

Tutkimukset osoittavat, että nykyisillä tekoälypohjaisilla segmentointimenetelmillä päästään usein vastaavaan tarkkuuteen kuin manuaalisella segmentoinnilla. Kun kuvat on segmentoitu, niistä on helppo laskea erilaisia kuvantamisbiomarkkereita, kuten tilavuuksia ja muotoja. Koska sairaudet voivat aiheuttaa kuviin hyvin spesifejä muutoksia, kuvantamisbiomarkkereita voidaan räätälöidä myös näiden erityispiirteiden tunnistamiseen. Esitelmässä esitellään muutamia erilaisia kuvantamisbiomarkkereita.

Kuvantamisbiomarkkerien käyttö diagnostiikassa

Lääketeieteessä käytetään mittaustulosten tulkinnaassa laajalti raja-arvoja. Laboratoriotulokset ovat tyypillinen esimerkki, jossa kullekin mittaukselle ilmoitetaan usein normaaliarvot. Kuvantamisbiomarkkereitakin verrataan yleensä vastaavan ikäisten ja samaa sukupuolta olevien terveiden henkilöiden mittauksiin. Myös pään koko huomioidaan vertailussa. Haasteena kuitenkin on, että epätyypillinen mittaustulos ei välttämättä indikoi sairautta, saati sitten kerro, mistä sairaudesta on kyse. Tämän lisäksi potilaasta saattaa olla useita mittauksia, jotka voivat olla keskenään ristiriidassa. Esitelmässä kerrotaan tekoälypohjaisesta menetelmästä, jolla pyritään tuomaan ratkaisuja edellä kuvattuihin haasteisiin muistisairauksien erotusdiagnostiikassa ja taudin etenemisen ennustamisessa. Mallit pohjautuvat kuvantamisbiomarkkereihin ja muiden kliinisiin mittoihin.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Simo Saarakkala, professori, Oulun yliopisto ja OYS

Polven natiiviröntgenkuvien tekoälypohjainen analyysi

Tekoälypohjainen radiologisten kuvien analyysi ja luokittelu on jo tätä päivää tieteellisessä tutkimuksessa. Toteutimme tutkimusryhmässämme Oulun yliopistossa tutkimuksen, missä koulutettiin tekoäly luokittelemaan automaattisesti nivelrikkoa polven natiiviröntgenkuvista.

Nivelrikko on maailman yleisin nivelsairaus. Sitä voi esiintyä kaikissa nivelissä, mutta suurinta haittaa se aiheuttaa yleisimmin polvi- ja lonkkanivelessä. Nivelrikolle on tunnistettu useita kliinisiä riskitekijöitä, joista tärkeimmät ovat lihavuus, nivelvammat, raskas fyysinen työ ja joissakin tapauksissa myös perinnöllinen alttius. Perinteisesti nivelrikon on ajateltu olevan yksi sairaustyyppi, joka johtaa luita suojaavan nivelrustokudoksen asteittaiseen rappeutumiseen ja häviämiseen nivelpinnoilta. Nykyisin kuitenkin tiedetään, että nivelrikko on monimuotoinen tautikokonaisuus, joka voi ilmetä eri ihmisillä eri tavoin. Myöskin taudin eteneminen eli progressio on yksilöllistä. Rustokudoksen rappeuman ja kulumisen lisäksi nivelrikko aiheuttaa usein patologisia muutoksia rustonalaisessa luussa, nivelkapselissa ja lihaksissa.

Nivelrikkoon ei ole olemassa parantavaa hoitoa, joten hoito keskittyy kivun hallintaan sekä toimintakyvyn ylläpitoon ja parantamiseen. Konservatiivisista lääketehtävistä hoidoista itsehoidon ohjaus, laihduttaminen ylipainoisilla nivelrikkopotilailla ja sopiva terapeuttinen harjoittelu ja liikunta (esim. lihaskunnon vahvistaminen fysioterapian avulla) ovat nivelrikon hoidon perusta. Nivelrikon lääkehoidon tavoitteena on lievittää kipua ja parantaa toimintakykyä. Sairauden loppuvaiheessa turvaututaan usein tekonivelleikkaukseen, jos nivelrikkokipu ei ole muutoin hallittavissa tai potilaalla on olennaisesti toimintakykyyn vaikuttava liikevajausta tai virheasento.

Nivelrikon diagnoosi perusterveydenhuollossa perustuu potilaan kuvaamiin oireisiin, kliiniseen tutkimukseen sekä natiivikuvaukseen. Natiivikuvasta pystytään näkemään nivelruston häviäminen nivelpinnoilta sekä nivelkierukan pullistuma (protruusio), joka ilmenee kuvassa yhteisesti nivelraon kaventumisena. Lisäksi na-

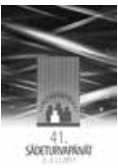
tiivikuvasta voidaan arvioida rustonalaisen luun (subkondraaliluun) muutoksia, kuten skleroosia, kystia sekä osteofyyttejä. Nivelrikon radiologinen vaikeusaste voidaan myös luokitella natiivikuvasta, ja yleisesti käytetäänkin ns. Kellgren-Lawrence (KL) -luokitusta (Taulukko 1).

Taulukko 1. Polvinivelrikon röntgenkuvan Kellgren-Lawrence-luokitus.

Luokka	Kuvalöydös
0	Ei poikkeavia löydöksiä
1	Mahdollinen nivelraon kaventuminen ja mahdollinen reunaosteofyytti
2	Selvät osteofyytit ja mahdollinen nivelraon kaventuminen
3	Useita kohtalaisia osteofyyttejä, selvä nivelraon kaventuminen ja jonkin verran skleroosia ja mahdollinen luiden päiden deformiteetti
4	Kookkaita osteofyyttejä, merkittävä nivelraon kaventuminen, vaikea skleroosi ja selvä luiden päiden deformiteetti

Tässä tutkimuksessa koulutettiin täysin automaattinen tekoälypohjainen tietokoneohjelma polven natiivikuvien nivelrikkoluokitukseen. Ohjelma koulutettiin luokittelemaan röntgenkuvat KL-luokituksen mukaisesti (Taulukko 1). Poikkeuksena diskreetteihin KL-luokkiin, ohjelma antaa kuitenkin jokaiselle kuvalle KL-luokkien todennäköisyysjakauman, mikä kuvaa tarkemmin nivelrikon vaikeusastetta. Tämän lisäksi kehitimme tietokoneohjelmaan ominaisuuden, että se korostaa automaattisesti röntgenkuvasta ne alueet, joiden perusteella tekoälyalgoritmi on päätenyt tiettyyn luokittelutulokseen.

Tietokoneohjelman koulutuksessa käytettiin n. 18 400 polven natiivikuvaa, joille jokaiselle oli käytössä kolmen radiologin antama konsensus oikeasta KL-luokasta. Koulutetun ohjelman suorituskykyä arvioitiin toisella, täysin itsenäi-



42. Sadedeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadedeturvapaivat.fi>

sellä n. 6 000 röntgenkuvan aineistolla. Ohjelma saavutti testiaineistossa hyvän yhteneväisyyden radiologien konsensusluokitukseen verrattaessa (kappa-arvo 0,83). Lisäksi ohjelma pystyi automaattisesti luokittelemaan polven natiivikuvat joko terveisiin (KL-luokka 0-1) tai nivelrikkoisiin (KL-luokka 2-4) suurella tarkkuudella (AUC = 0,93).

Johtopäätöksenä tutkimuksessa oli, että kehittämämme tekoälypohjainen tietokoneohjelma kykenee luokittelemaan nivelrikon vaikeusasteen polven natiivikuvista täysin automaattisesti samalla yhteneväisyydellä kuin kokeneet radiologit. Lisäksi ohjelma korostaa automaattisesti käyttäjälleen röntgenkuvasta ne alueet, joiden perusteella se on tehnyt diagnoosin. Kehittämämme tekoälypohjainen ratkaisu soveltuu myös muiden sairauksien diagnostiikkaan, kunhan luotettavaa koulutusaineistoa on riittävästi saatavilla. Ohjelmistomme lähdekoodi sekä itse analyysityökalu on vapaasti saatavilla internetissä.

Luennon lopuksi esitellään myös alustavia sekä ennen julkaisemattomia tuloksia uusimmasta tutkimuksestamme, missä tekoälypohjainen analyysialgoritmi koulutettiin ennustamaan nivelrikon radiologista pahenemista seuraavan 10 vuoden aikana.

Kirjallisuutta

Polvi- ja lonkkanivelrikko. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Ortopediyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2018. Saatavilla internetissä: www.kaypahoito.fi

Aleksei Tiulpin, Jérôme Thevenot, Esa Rahtu, Petri Lehenkari, Simo Saarakkala. Automatic Knee Osteoarthritis Diagnosis from Plain Radiographs: A Deep Learning-Based Approach. *Scientific Reports* (2018) 8:1727. Saatavilla internetissä: www.nature.com/articles/s41598-018-20132-7



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Mika Ukkonen, *Gastrokir. EL, LT, KTM, TAYS/TA2*

Suoliston kulkueste klinikon näkökulmasta

Johdanto

Akuutti vatsakipu on yleisin yksittäinen syy päivystyskäyntiin, ja jopa viidesosalla vatsakivun vuoksi päivystykseen hakeutuvista potilaista todetaan suolitukos. Taustalla voi olla funktionaalinen suolen toiminnan häiriö tai mekaaninen kulkueste. Tukos voi kehittyä akuutisti tai kroonisesti pitkäaikaisen synn seurauksena. Ohutsuolitukokset ovat yli kolme kertaa yleisempiä, kuin paksusuolitukokset.

Mekaanisissa ohutsuolitukoksissa yli kahdesosa kolmanneksesta tapauksista aiheuttajana ovat vatsaontelon kiinnikkeet. Leikkaamattomissa vatsaoissa sen sijaan kiinnikkeet ovat harvinaisia. Muita syitä ohutsuolitukoksille ovat mm. tyrät, tulehduksellisiin suolistosairauksiin liittyvät kaventumat sekä kasvaimet. Mekaanisissa paksusuolitukoksissa sen sijaan kiinnikkeet ovat hyvin harvinainen syy suolen toiminnan häiriöön. Näissä lähes puolessa aiheuttajana on maligniteetti. Muita syitä ovat mm. suolen kiertymät, vierasesineet sekä paksusuolen umpipussitautiin liittyvät krooniset ahtaumat.

Suolilamassa suolen normaali funktionaalinen toiminta on häiriintynyt. Taustalla on useimmiten vastikään tehty leikkaus (erityisesti lantion alueen kirurgia, avoleikkaukset sekä päivystysleikkaukset), mutta myös muut akuutit sairaudet (mm. infektiot, kardiovaskulaariset tapahtumat ja traumat) sekä käytössä olevat lääkitykset (erityisesti opiaatit ja antikolinergit) voivat laukaista suolilaman.

Patofysiologia

Mekaanisessa suolitukoksessa tukkivan prosessin seurauksena suolen sisäinen paine kasvaa. Suolen seinämän venytyksen seurauksena voi imunestekierto häiriintyä ja suolen seinämään kehittyä turvotusta. Tuolloin sen ns. barrier ominaisuus heikkenee, eli seinämän läpäisevyys kasvaa. Seurauksena voi olla tulehdusvälittäjä-aineiden ja bakteerien translokaatio seinämän läpi vatsaonteloon. Venytys voi jatkuessaan johdattaa vena- ja arteriakierron häiriöön, iskemiaan ja lopulta suolen puhkeamaan.

Suolilamassa sen tarkka mekanismi on tuntematon, mutta taustalla ovat mahdollisesti niin neuraaliset, humoraaliset kuin immunologiset osatekijät. Vatsan alueen leikkauksen jälkeen lama on jossain määrin normaalia, mutta pitkityessään kyseessä on poikkeava tilanne, jossa myös muut kirurgiseen hoitoon liittyvät komplikaatiot (kuten postoperatiiviset abscessit ja leikkausit) tulee ottaa erotusdiagnostisesti huomioon.

Oirekuva

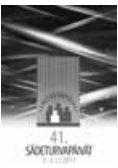
Mekaanisen suolitukoksen oireet vaihtelevat anatomisen sijainnin ja tukosta aiheuttavan synn mukaan. Mitä proksimaalisemmasta tukoksesta on kyse, sitä intensiivisempää on tukokseen liittyvä oksentelu. Distaalisissa tukoksissa suolen säiliökapasiteetti on suuri, jolloin päällimmäisinä oireena on usein vatsan turvottelu. Pahoinvointi ja varsinkin oksentelu ovat distaalisissa tukoksissa harvinaisempia. Mekaanisissa tukoksissa suolen toiminta voi jatkua normaalina, kunnes tukosalueelta distaalinen suoli on tyhjentynyt.

Kipu on ohutsuolen tukoksissa usein aaltomaista ja liittyy suolen supisteluun (potilas aistii vain seinämän venytyksen kipuna). Distaalisissa tukoksissa kipu voi puuttua tai se on luonteeltaan diffuusia ja jatkuvaa. Kun seinämän turvotuksen johdosta sen läpäisevyys lisääntyy, muuttuu usein epämääräinen viskeraalinen kipu jatkuvaksi ja tarkasti rajautuvaksi parietaaliseksi kivuksi. Tuolloin kliinisessä tutkimuksessa todetaan usein paikallinen aristus sekä saatetaan todeta myös kipuheijaste (defance). Perforaatioitilanteessa vatsa on tyypillisesti peritonistinen.

Suolilamassa suolen tavanomainen toiminta on häiriintynyt. Vatsan turvottelu on usein vähäisempää kuin distaalisissa tukoksissa. Kipu on epämääräistä ja oireisiin voi liittyä pahoinvointia. Kliinisessä tutkimuksessa mekaanisista tukoksista poiketen todetaan puuttuvat suoliäännet.

Hoito

Tukoksista aiheutuvaan suolen palautumattomaan iskemiaan sekä erityisesti puhkeamaan



42. Sædeturvapäivät

1. - 2.11.2018, Tampere-talo

<http://www.sædeturvapaivat.fi>

liittyy merkittävä komplikaatoriski ja kuolleisuus. Hoidon tavoitteena onkin riskipotilaiden oikea-aikainen tunnistaminen ja adekvaatti hoito. Konservatiivinen hoito riittää kuitenkin yli puolessa tapauksissa. Tutkimuksista riippuen 7-40 %:lla kehittyi iskeemisiä muutoksia suolitukoksen aikana.

Riippumatta siitä edetäänkö suoraan päivystysleikkaukseen, tulisi potilaille asettaa jo diagnoosivaiheessa nenämahaletku. Nenämahaletku dekomprimoi suolta, ja siten vähentää anestesiaan liittyviä riskejä, mutta voi myös itsellään laukaista tilanteen. Mikäli huolestuttavia piirteitä ei todeta ja konservatiiviseen hoitoon päädytään, pidetään potilaat ravinnotta. Nesteytyksellä korvataan suolitukoksen tyypillisesti liittyvät elektrolyyttihäiriöt. Nestehoidossa huomioidaan myös nenämahaletkun erityksen korvaus. Paralyyttisissä tilanteissa pelkkä konservatiivinen hoito on usein riittävä.

Operatiivisessa hoidossa leikkaustekniikka riippuu paitsi aiheuttavaan syyhyn, myös leikkaavan lääkärin kokemukseen. Esimerkiksi kiinnikeperäisissä tukoksissa avoleikkaus on käytetty vaihtoehto, mutta myös tähystysleikkaus on usein käyttökelpoinen. Lisäksi endoskooppinen hoito tulee kysymykseen tietyissä tilanteissa (volvulukset, pseudo-obstruktio).

Riskitekijät

Suolitukoksiin liittyvän iskemian ennustamiseen on kehitetty useita malleja ja menetelmiä. Riskipisteetyksissä mm. oireiden kesto, kuvantamisissa todettu suolen läpimitta, laboratoriomarkkerit (leukosyytit, CRP ja laktaatti) sekä kuvantamisissa erottuva suolen seinämän tehostumattomuus ennustavat iskeemisen vaurion todennäköisyyttä. Toisaalta koska tutkimuksissa päätetapahtumana on tyypillisesti suoliresektion tarve, on riskipisteitysten käyttökelpoisuus kliinikon näkökulmasta usein kyseenalaista koska tavoitteena olisi tunnistaa leikkausta tarvitsevat potilaat ennen kuin iskeemiset muutokset pääsevät kehittymään.

Yhteenveto

Suolitukokset ovat yleinen syy päivystyskäynteihin. Vaikka konservatiivinen hoito on usein riittävä, osa potilaista tarvitsee viivytyksetöntä kirurgista hoitoa. Riskipotilaiden tunnistaminen sekä tarkka diagnostiikka perustuvat kirurgin ja radiologin saumattomaan yhteistyöhön.



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Tuomas Saarinen

Suoliston kulkuesteen kuvantaminen ja löydökset

Epäily suoliston kulkuesteestä on yleinen ensiapukäynnin syy. Potilailla on akuutin vatsan oirekuva. Noin 5%:lla akuutti vatsa -potilaista oirekuvan syy on suoliston kulkueste. Suoliston kulkuestetilanteissa yleisimmin on kyseessä ohutsuolen kulkueste. Paksusuolen kulkuesteet ovat myös suoraviivaisempia ja yksinkertaisempia kuvantamalla arvioida.

Kliinikolta saadut riittävät esitiedot ovat olennaisia akuutin vatsan kuvantamisstrategian valinnassa. Ultraäänitutkimus ei ole suoliston kulkuesteen ensilinjan tutkimus muuta kuin lapsipotilailla tietyissä varsin rajatuissa tilanteissa. Vatsan natiiviröntgen ei nykyään ole ensilinjan tutkimus suoliston kulkuestetilanteissa eikä muissakaan akuutti vatsa -tilanteissa. Tavallinen vatsan natiiviröntgen pystyy varsin herkästi osoittamaan mahdolliseen perforaatioon liittyvän vapaan ilman vatsaontelossa mutta normaali vatsan natiivikuva ei poissulje kulkuestettä. Diagnostiikan kulmakivi on vatsan tietokonetomografia.

Laskimovaiheen kuvaus on riittävä suoliston kulkuesteen kuvantamisessa. Oireet voivat kuitenkin olla epäspesifejä. Jos erotusdiagnostiikassa pitää huomioida myös muusta syystä kuin mahdollisesta strangulaatiosta johtuva suolistoiskemian mahdollisuus niin kuvantamisessa on syytä olla mukana myös valtimovaiheen kuvaus. Kirjallisuudessa on vaihteleva suhtautuminen positiiviseen juottovarjoaineeseen. Juottovarjoaine voi pahentaa potilaan oirekuvaa ja häiritä suoliston seinämän arviointia. Usein varjoaine laimenee liikaa eikä kuvausvaiheessa ole edennyt vielä mahdolliseen tukoskohtaan saakka.

Suoliston kulkuestetilanteessa tärkeintä on osoittaa mahdolliset siihen liittyvät komplikaatiot ja välittömän kirurgisen intervention tarve. Näitä tilanteita ovat strangulaatio ja suolikanavan perforaatio. Lisäksi hoidon suunnittelua auttaa, että saadaan kuvantamalla arvioitua kulkuesteen taso (ohut- vai paksusuoli) ja mahdollinen tukoksen syy.

Ohutsuolen kulkuesteen yleisin syy on kiinnikkeet (n. 70%). Loput syyt ovat internit herniat, neoplasiat, tulehdukselliset suolistosairaudet ja erittäin pieni osa muita harvinaisempia syitä.

Tyypillisin löydös suoliston kulkuesteessä on suolisegmenttien laajentuminen. Syynä tähän voi olla mekaaninen tukos tai ileus. Tukostilanteessa tyypillisesti nähdään myös kapeampi segmentti ja mahdollinen transitiokohta jossa suolen kaliberi lyhyellä matkalla kapenee.

Strangulaatio on välitöntä kirurgista interventiota vaativa hätätilanne jossa suoli on iskemiasa. Siihen tyypillisesti assosioituu ns. "closed loop" -tukostilanne jossa yhdessä sijainnissa on kaksi tukoskohtaa ja mahdollinen iskemia syntyy näiden kohtien välillä olevaan suolisegmenttiin. 10% ohutsuolen kulkuesteistä on tätä kategori-aa. Tällaisessa tilanteessa mortaliteetti on jopa 10-35%. Tyypillinen kuvantamislöydös on kaksi kapeaa suolisegmenttiä toistensa lähellä ja silmukkana olevan suolen suoliliepeessä voidaan nähdä ödeemaa ja suolessa on iskemiaan viittavia löydöksiä.

Anne Juuti, kirurgi, HUS ja Tiina E. Lehtimäki, radiologi, HUS

Lihavuuskirurgian komplikaatiot – tapauksia ja teoriaa

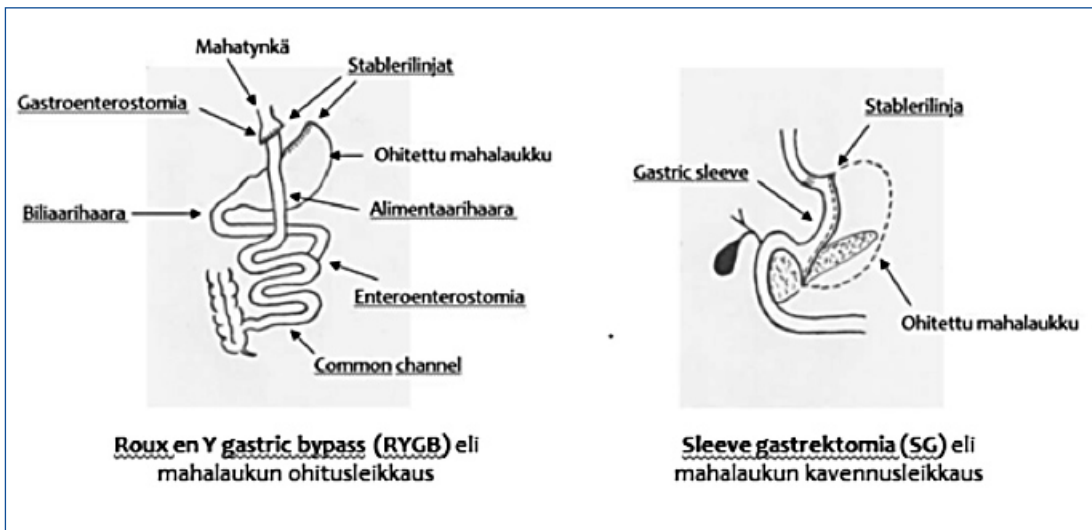
Suomessa tehdään noin 1000 lihavuusleikkausta vuosittain. Tavallisimmat lihavuusleikkaukset ovat mahalaukun ohitusleikkaus (80%) ja mahalaukun kavennusleikkaus (20%). Uusi leikkaustyyppi on yhden saumaliitoksen mahalaukun ohitusleikkaus ja perinteinen mutta harvoin käytetty duodenal switch -leikkaus. 90-luvulla suosittuja mahapantaleikkauksia ei enää tehdä, mutta tuolloin asetetut pannat saattavat komplisoitua. Suomessa on arviolta noin 10 000 lihavuusleikkattua potilasta.

varhaisia komplikaatioita etsitään, kun leikkaus on aivan tuore tai tehty viimeisimpien 4-5vkon aikana.

Myöhäiskomplikaatioita ovat mm. sauman steenoosin, kiinnikkeen, internin hernian tai portti-aukin tyrän aiheuttama vetovaikeus (n. 5%), harvinaisina sauman ulkusperforaatio (< 0,5%) tai fistelit, tavallisia akuutin vatsan löydöksiä unohtamatta.

Koska heti operaation jälkeen etsitään nimenomaan saumaongelmia, lekaasia tai strik-

Yleisimmät leikkaustyytit kaavakuvina



Pohjoismaissa vakavat varhaiskomplikaatiot (> Clavien-Dindo 3b) ovat harvinaisia ja niiden esiintyvyys on alle 3% leikatuista, leikkauksuolleisuus on 0,03%. Myöhäisleikkaukseen johtavia komplikaatioita on leikkaustyytistä riippuen 2-6%.

Kirurgisia varhaiskomplikaatioita ovat lekaasi (alle 1%), verenvuoto (alle 1%), obstruktio (alle 1%) ja syvä infektio tai abskessi (alle 1%). Harvinaisia ei-kirurgisia varhaiskomplikaatioita ovat keuhkokuume (alle 0,5%), embolia (alle 0,1%) ja kardiovaskulaarikomplikaatio (alle 0,1%). Näitä

tuuraa, on hyödyllistä kuvata vatsan TT ilman varjoainetta ommelmateriaalin tunnistamiseksi ja erottamiseksi mahdollisesta lekaasista. Myöhäiskomplikaatiossa keskeinen kysymys ei ole lekaasi, joten natiivileikkeiden tekeminen ei ole välttämätöntä. Kuvaustavan valintaan vaikuttaa olennaisesti siis leikkauksen ajankohta. Ommelmateriaalin tunnistamiseksi ja muuttuneen anatomian ymmärtämisen vuoksi läheteessä tulee ehdottomasti mainita leikkaustyyppi. Suositeltu kuvaustekniikka on



42. Sädeturvapäivät

1. - 2.11.2018, Tampere-talo

<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Varhaisissa kompikaatioepäilyissä:

- Natiivisarja ennen juottoa
- juuri ennen varjoainetehosteista kuvausta natiivisarjan jälkeen makuulla tutkimuspöydällä 50 ml 10 % jodivarjoainetta (sekoitussuhde 20 ml jodivarjoainetta 350 mg/ml, matalaosmolaalinen tai Gastrografin + 2 dl steriiliä vettä)

Myöhäisissä kompikaatioepäilyissä:

- ei natiivisarjaa
- 200–400 ml 10% jodivarjoaine juuri ennen (n. 5 min) kuvausta sekä makuulla tutkimuspöydällä suunnittelukuvan jälkeen 50 ml

Lekaasi voi ilmetä kaikissa saumoissa, RYGB-leikkauksessa sekä gastroentero- (GEA) että enteroanastomoosissa (EA) ja SG:ssa stablerilinjassa. SG:n lekaasi esiintyy yleensä sauman yläosassa. Myös ohitetun mahalaukun sauma voi puhjeta. Laparoskooppisen leikkaustekniikan vuoksi vatsaontelossa saattaa olla ensimmäisinä leikkauksen jälkeisinä päivinä huomattavakin määrä vapaata kaasua. Pelkkä vapaa kaasu ei vielä merkitse lekaasia, mutta jos kaasukuplia ja ödeemistä sameutta on nimenomaan sauman vieressä, lekaasia on epäiltävä. Ilmeiseksi lekaasiliöydös muodostuu, jos juotua varjoainetta karkaa saumasta GI-kanavan ulkopuolelle. Pienten lekaasien tunnistamisessa natiivisarja auttaa erottamaan ommelmateriaalin varjoainelekaasista.

Pitkittyessään lekaasista voi kehittyä fisteli, mikä yleisimmin muodostuu saumalueelta ohitettuun mahalaukkuun.

Lihavuusleikatun komplikaation hoitotulokset riippuvat viiveestä ja se vuoksi sekä TT tutkimus että leikkaus tehdään viiveettä heti kun epäily komplikaatiosta herää. RYGB saumalekaasin hoito on varhaisvaiheessa (alle 24h) reiän uudelleen ompelu ja dreeni. Myöhemmin sauman ympäristö on hauras, ja ompeluyritys voi suurentaa vauriota. Tuolloin suositellaan endoskooppisesti asetettavaa itsestään laajenevaa päällystettyä ruokatorvistenttiä ja paiseen dreneeraus. Enteroanastomoosin saumalekaasin hoito on laparoskooppinen suturaatio. Lihavuusleikkauksen komplisoituessa potilaan huono yleistila vaatii usein tehohoitoa.

Saumat saattavat myös jäädä leikkauksessa ahtaiksi tai enteroentorostomia-alue adheroi-

tua peritoneumpintaan siten, että suoli ei vedä. Radiologiset vihjeet ovat tuolloin samoja kuin missä tahansa muussa obstruktiotilanteessa, dilatoituneet suolenlenkit ja striktuura, mikä usein muodostuu sauma-alueelle. Haastavaa kuvantulkinnassa voi olla muuttuneen anatomian ymmärtäminen etenkin RYGB:ssä. Kuvatulkinta kannattaakin aloittaa tunnistamalla sauma-alueet, alimenterihaara, biliaarihaara ja common channel ja arvioimalla mikä haaroista on dilatoitunut ja mikä ei. Alimenterihaaran ja biliaarihaaran kulun erottamisessa auttaa juotu varjoaine. Varjoainetta on alimenterihaarassa mutta ei biliaarihaarassa, ellei sitä ole sinne regurgitoitunut. Spesifinen ja nopeaa reagointia vaativa komplikaatio RYGB:ssä on enteroanastomoosin striktuura tai muu kulkueste, joka aiheuttaa kulkuesteen biliaarihaaraan. Merkinä tästä on ohitetun mahalaukun dilatoitaatio ja edetessään ns "blow out" mahalaukun halkeaminen, joka on usein fataali. Hoito on laparoskooppinen ohitetun mahalaukun dekompressio esim PEG letkulla.

Striktuurin hoito: Jos heti postoperatiivisesti potilas ei voi juoda ja todetaan GEA sauman striktuura, on hoito sauman uudelleen ompelu. Jos GEA sauma strikturoituu myöhemmin, yleensä verenkierrolisistä syistä (tupakka), voidaan saumastriktuura dilatoida endoskooppisesti. Yleensä hoito vaatii 2-4 dilataatiota noin kk välein. EA striktuura voidaan korjata tekemällä uusi sauma. Sisäisten tyräporttien sulkemisen jälkeen ovat yleistyneet ns enteroanastomoosin "kinkkiytyminen" aiheuttama relatiivisen kulkuesteen ja vatsakivut ruokailun jälkeen. TT kuvassa voidaan nähdä EA:n proksimaalisuolen dilatoituminen. Hoito on operatiivinen.

Myöhäisvaiheessa vetovaikeutta voi aiheuttaa sauma-alueiden stenoosin lisäksi myös suolen interni hernioituminen tai invaginaatio. RYGB leikkauksen jälkeen jää kaksi sisäistä tyräporttiaukkoa, toinen EA:n meson aukkoon ja toinen alimenterihaaran meson ja transversumin meson väliin (ns. Petersenin aukko). Vuoden 2011 jälkeen suurin osa Suomen lihavuuskirurgian yksiköistä on sulkenut nämä porttiaukot leikkauksen yhteydessä. Interni hernioissa ohutsuolen lenkki työntyy jommasta kummasta tyräporttiaukosta aiheuttaen kulkuesteen ja intermittoivat vatsakivut. Nimenomaan lihavuusleikatuilla interni herniaatioiden syntyyn myötävaikuttaa viskeraalisen rasvan vähentymisen myötä muuttunut anatomia



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

ja siksi porttiaukkojen sulkulankojen väliin saattaa laihtumisen myötä venyä suolen mentävä aukko. Interni hernioissa radiologisena vihjeenä toimii suolen lenkin epänormaali klusteroituminen epätyypilliseen sijaintiin, mahdollinen hernioituneen meson ödeemi ja ääritilanteessa hyvin tunnetut suolistoischemian merkit kuten seinämän tehosumattomuus ja pneumatoosi. Usein nähdään myös meson suonien pyörteisyyttä, kiertymistä, mikä saattaa litistää venat jopa kokonaan lyttyyn. Petersenin herniassa jejunumia pujahtaa kolon transversumin ja alimenteriahaaran välistä, usein oikealta vasemmalle ja radiologisena vihjeenä nähdään silloin ligamentum Treitzen siirtyminen eteen ja oikealle.

Invaginaatio tapahtuu useimmiten EA sauman alueella. Sauma toimii silloin leading pointina työntyen menosuuntaan common channeliin aiheuttaen samalla vetovaikeutta joko alimentaarahaaraan, biliaarahaaraan tai molempiin.

Interni hernian ja invaginaation hoito on operatiivinen. Tyrän hoito on suolen repositio ja tyräportin sulku. Invaginaatin hoito on enteroanastomoosin resektio ja uusi sauma.

Harvinaisemmista, mutta toisinaan vastaantulevista muista leikkaustekniikoista mainittakoon mahapanta, gastric band. Mahapanta voi luiskahdtaa omalta paikaltaan GE-junktiosta alemmas ventrikkelin korpukseen, jolloin ruuan kulku estyy tai GE junktioon, jolloin restriktiota ei ole enää ollenkaan. Pantaa saattaa myös syöpyä ventrikkelin läpi osin tai kokonaan. Liian tiukka panta saattaa aiheuttaa ruokatorven motiliteettihäiriön ja ns. pseudoakalasian.

Postoperatiivisen infektion ja hematooman radiologinen diagnostiikka ja hoito ovat pitkälti samoja kuin missä tahansa muissa operatioissa ja siksi jätämme ne tämän lyhennelmän ulkopuolelle.

On toki muistettava, että potilas voi kärsiä myös aivan tavallisista lihavuusleikkauksesta riippumattomista akuutin vatsan syistä. Tiedetään, että laihtumisen ja rasva-aineenvaihdunnan muuttumisen myötä sekä sappikivien että virtsatiekivien muodostuminen on lihavuusleikatuilla muuta väestöä yleisempää.



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Päivi Wood

EKA - Ennakoiva Kliininen Arviointi vahvistaa röntgenhoitajan roolia kuvien ottajana ja tulkkina

”Tiedän ja osaan riittävästi traumakuvantamista, jotta pystyn suorittamaan tutkimuksen oikeutuksen ja optimoinnin sekä antamaan ennakoivan kliinisen arvion tästä tutkimuksesta”.

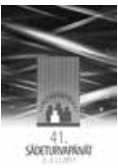
Röntgenhoitajalla, lääketieteellisen kuvantamisen ja säteilynkäytön asiantuntijana, on tärkeä rooli kuvantamisprosessissa tutkimuksen oikeutuksen arvioina ja optimoijana. Hän vastaa aina tutkimuksen toteuttamisesta omalta osaltaan hyvien käytäntöjen, näyttöön perustuvan tiedon ja kuvantamisprosessin onnistumisesta ja samalla tuottaa optimaalisen dokumentaation tutkittavasta ja arvioi sen riittävyden tapauskohtaisesti optimoiden. Röntgenhoitajan asema tutkimusten optimoinnissa ja oikeutusarvioinnissa, radiologian erikoislääkärin dokumentoiman ohjeistuksen mukaisesti, on potilaan hoitoketjussa tärkeässä roolissa. Röntgenhoitaja kohtaa tutkittavan henkilökohtaisesti ja pystyy usein tarkentamaan puutteellisia lähetetietoja haastatteleamalla ja tunnustelemalla potilasta ja tämän tiedon avulla arvioimaan tutkimuksen oikeutusta nimenomaisesti pyydetyn tutkimuksen suhteen. Liian usein röntgentutkimuslähete on laadittu liiallisella kiireellä, tutkittavaa näkemättä lähetetietojen pohjalta, tai usein myös avustavan henkilökunnan toimesta ns ”copy paste” toiminnalla. Vain kuvantamisen ammattilaiset tietävät miten suuri merkitys projektiovalinnoilla on – vamma näky tai se ei näy. Eli samasta kohteesta kuvatuilla tutkimuksilla on eroja.

Lääketieteellisen kuvantamisen kenttä on edelleen muutosten kourissa, eikä loppua ole näkyvissä. Jo vuosia sitten ensimmäisen kerran ennustettiin natiivitutkimusten määrän pienenmistä, mutta toistaiseksi pudotukset ovat olleet minimaalisia ja valtakunnallisia tilastoja tarkasteltaessa havaitaan pienoista määrän nousua. Samanaikaisesti myös leiketutkimusten määrät ovat kasvaneet lähes räjähdysmäisesti, toisin sanoen Suomi seuraa hieman perässä globaalia ilmiötä.

Säteilyturvakeskuksen mukaan vuonna 2015 Suomessa tehtiin kaiken kaikkiaan 3,9 miljoonaa säteilytutkimusta. Edellisen mittaukseen (2011) suhteutettuna leiketutkimusten määrä on kasvanut TTn osalta 11% sekä lisäksi MK-tutkimusten määrä lähestyy TT-tutkimusten määrää, unohtamatta kasvaneita UÄ-tutkimusten määrää. Mittausvälin aikana TT-tutkimusten määrän on kasvanut n 35% ja MK-tutkimukset 47% ja UÄ-tutkimukset 3,5%. Vastaavana aikavälinä radiologian erikoislääkäreiden määrä on pysynyt kutakuinkin vakiona, röntgenhoitajapuolellakaan ei suuria muutoksia ole havaittavissa työssäkävien osalta. Röntgenhoitajia on kuitenkin tälläkin hetkellä n 70 vaille työpaikkaa.

Resurssit ovat tiukoilla. Tutkimuksia tilataan ilman lausuntoa, ostopalvelut ovat laajalti käytössä kautta maan – pilviradiologit ovat nykypäivää Suomessakin. On varsin mahdollista, että päivystysajan kuvauksesta saadaan lausunto vasta viikon kuluttua. Siomessa on paikkoja, jossa 100% tutkimuksista lausutaan ostopalveluna eikä paikan päällä ole radiologian erikoislääkärinä, näin ollen tutkimuksen tilaajalla tai suorittajalla ei välttämättä ole laisinkaan kontaktipintaa radiologiin. Aina ei ole varmuutta siitä saavuttaako lausunto koskaan tutkittavaa. Potilasturvallisuuden ja potilaan hoitoketjun sujuvuuden ja kustannustenkin kannalta onkin aika hakea parannusta, esimerkit tästä ovat jo olemassa ja tutkittua tietoakin on saatavilla runsaasti.

Röntgenhoitaja ennakoivan kliinisen arvion suorittajana tuo tässä vaiheessa apua erityisesti niissä tilanteissa kun radiologian erikoislääkärinä ei ole paikan päällä lausumassa natiivikuvia. 1990-luvulla yleistyneen digitaalisen kuvantamisen myötä laajalti harjoitettu ”teippiviestintä” katosi, teippien avulla kokeneet röntgenhoitajat viestittivät tutkittavaa hoitavalle lääkäriille havaitsemastaan epänormaliudesta – kallisarvoinen viesti, jonka digitaalisuus vei mennessään.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

EKalla on kahdenlainen funktio kuvantamisen kokonaisprosessissa – kuvien ottajana ja tulkkina

Kuvien ottajana EKA antaa röntgenhoitajille valmiuksia ymmärtää erityisesti natiivikuvantamisessa traumamekanismeja eli mitkä ovat ns. tyypivammoja tietynlaisissa tilanteissa. Hän vastaa itsenäisesti röntgenkuvien riittävydestä ja oikeellisuudesta sekä huolehtii tarvittavien lisäkuvien ottamisesta. Röntgenhoitajan tehtävänä on tuottaa diagnostisesti riittäviä röntgenkuvia, joiden avulla mahdollistetaan tutkittavan paras hoito. Röntgenhoitajien peruskoulutukseen ei tänä päivänä vielä kuulu kattavaa opetuspakettia traumakuvantamisen kokonaisprosessin ymmärtämiseksi, siksi opetusta tuleekin muuttaa vastaamaan paremmin tämän päivän tarpeita ja lainsäädäntöjä. Toistaiseksi työelämässä on mukana röntgenhoitajan työtä tekeviä lähes 3 000 ja heilläkään ei kaikilla ole vielä valmiuksia tähän. Tästä syystä täydennyskoulutus on varsin tarpeellista. Radiologian erikoislääkärin koulutus painottuu tänä päivänä itse oikeutetusti leiketutkimuksiin, natiivikuvaluennan jäädessä vähemmälle. Johtuuko tämä resurssien vähydestä, kiinnostuksen puutteesta natiivikuvantamiseen vai onko kyseessä syysseuraus?

Kuvien tulkkina, röntgenhoitaja auttaa niin radiologeja kuin kliinikkolääkäreitäkin. Röntgenhoitaja toimii kliinikkolääkärille korvaamattomana apuna, tulkkina ja aina on hyvä muistaa, että kaksi silmäparia näkee aina enemmän kuin yksi silmäpari. Jos röntgenhoitaja esimerkiksi havaitsee olkapään kuvauksessa tutkittavalla pneumothoraxin, on tärkeää informoida hoitavaa lääkärinä havainnosta, sillä se saattaa jäädä huo-

miotta, jos kiinnostus kohdentuu päivystävällä lääkärillä vain luustotraumojen etsimiseen. Valokoinen pallo toimii viestin viejänä asiassa.

Vaikka röntgenhoitajalla ei ole lopullista vastuuta potilaan diagnosoinnissa, ei se vähennä henkilökohtaista vastuuta EKA -toiminnassa. Tämä ei pelkästään tarkoita vastuuta omasta toiminnasta, vaan myös mahdollisista laiminlyönneistä. Röntgenhoitajan tulee informoida potilaan hoidosta vastuussa olevia terveydenhuollon ammattilaisia havaitsemistaan seikoista, joilla saattaa olla vaikutusta potilaan hoitoon. On ymmärrettävä, miten pienikin kuvassa näkyvä tunnusmerkki tai yksityiskohta viittaa traumalöydökseen (esim. polven lipoheemoartroosi). Mikäli röntgenhoitaja havaitsee kuvassa muuta patologiaa kuin traumaperäisen murtuman, on hänen ohjattava röntgenkuvat radiologian erikoislääkärin konsultointiin ja lausuttavaksi. Lisäksi röntgenhoitajan on ymmärrettävä, miten havainnot vaikuttavat tutkittavaan ja hänen saamaansa hoitoon. Joskus tutkittavan hoitoketju ja -polku voivat kasvaa lisätutkimuksilla, uusintakäynneillä poliklinikalla jne.

EKA ei siis tarkoita raportin antamista röntgenkuvista, itse raportin antaminen (kuvailevan lausunnon anto) vaatii huomattavasti laajemman osaamistaustan ja koulutuksen, jossa pitää hallita muutakin kuin pelkkä traumakuvantaminen, oletettavasti patologian ymmärtäminen on selkeä osa kuvantamista. On selvää, että tässä vaiheessa suomalaisten röntgenhoitajien taidot eivät ole vielä tällä tasolla, koska meillä ei vielä ole tarvittavia perustaitoja eikä raportointiin tähtäävää laajaa ylemmän korkeakoulutusta. Mutta se on tulevaisuutta – meilläkin.



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Mikko Pakanen, sonograaferi-röntgenhoitaja, OYS

Sonograaferi olkanivelen natiivikuvien arvioijana

Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida ja kehittää olkanivelen ultraäänitutkimuksia suoritettavien sonograafereiden kykyä ja tietämystä patologisten löydösten arvioimiseen olkanivelen röntgenkuvista, sekä huomioida mitkä patologiset löydökset ovat luotettavasti löydettävissä sonograafereiden toimesta. Tässä tutkimuksessa keskityttiin ensisijaisesti olkanivelen degeneratiivisten muutosten tulkintaan ja arvioimiseen.

Tutkimusmateriaali koostui 50 anonymisoidusta olkanivelen röntgentutkimuksesta potilailta, joille oli tehty olkanivelen ultraäänitutkimus kahden kuukauden kuluessa röntgentutkimuksesta. Kolme sonograaferia arvioi tutkimusmateriaalin itsenäisesti (menetelmänä puolistrukturoitu arviointi) ja tuloksia verrattiin radiologin tekemään arviointiin. Röntgenkuvista arviointiin glenohumeraalinivel, osteofyytit, jännekalkkeumat, olkalisäkkeen muoto, subakromiaali-tila, akromioklavikulaarinivelen artroosi sekä mahdolliset muut huomiot.

Sonograafereiden löydöksiä paikkansapitävyys verrattuna radiologin löydöksiin: GH-nivel (sijoillaan, luksoitunut, subluksoitunut) 96.7%, GH-nivelrako (normaali, kaventunut, kadonnut) 94%, GH-nivel nivelpinnat (säännöllinen, skleroottinen, deformaatiota) 81.3%, osteofyytit (kyllä, ei, mahdollinen) 72.7%, jännekalkit (ei, kyllä-> pitkän akselin mitta mm) 81.4%, olkalisäkkeen muoto (tyyppi 1, 2, 3 tai 4) 69.3%, subakromiaali-tila (normaali, 5-7mm, kadonnut) 93.8%, AC-nivelen artroosi (normaali, mahdol-

linen, artroosi, graavi) 39.4% ja muut huomiot (mm. murtumat, luutumorit, pehmytkudosmuutokset) 76%.

Röntgenhoitajien kykyä arvioida ja raportoida röntgenkuvia/tutkimuksia on tutkittu laajalti. Tulokset ovat olleet hyviä. Poikkeuksetta on arvioitu traumapotilaiden kuvia. Tässä tutkimuksessa keskityttiin sonograafereiden (röntgenhoitaja AMK) suorittamaan degeneratiivisten muutosten arviointiin ja tulokset olivat hyviä.

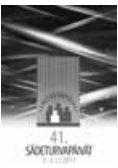
Lähteet:

Brealey S, Scally A, Hahn S, Thomas N, Godfrey C, Coomarasamy A. Accuracy of radiographer plain radiograph reporting in clinical practice: a meta-analysis. Clin Radiol. 2005 Feb; 60(2):232-41.

Tony N Smith and Marilyn Baird. Radiographers role in radiological reporting: a model to support future demand. The Medical Journal of Australia. 2007; 186 (12):629-631.

Johan du Plessis et al. Towards task shifting? A comparison of the accuracy of acute trauma-radiograph reporting by medical officers and senior radiographers in an African hospital. The Pan African Medical Journal. 2015; 21:308.

Buskov L, Abild A, Christensen A, Holm O, Hansen C, Christensen H. Radiographers and trainee radiologists reporting accident radiographs: a comparative plain film-reading performance study. Clin Radiol. 2013 Jan;68(1):55-8.



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Mikko Ylinen, erikoislääkäri, TAYS

YLÄRAAJAN NATIIVIKUVAUS: Olkapääkuvien tulkintaa

Hyvä olkapääkuva ja sen tulkinta

Olkapään röntgenkuvalla on edelleen vankka asema akuuttien ja kroonisten ongelmien selvittäjänä. Murtumien lisäksi akuuteissa vammoissa natiivikuvalla voidaan käyttökelpoisesti selvittää hartiakaaren nivelten sijoillaan olemista. Kroonisten olkapääkivun syiden diagnostiikassa röntgenkuva on rutiininomainen perustutkimus, johdattaen degeneraation, niveltulehdusten, erilaisten luuston metaboliaan liittyvien tautien, ja toisaalta myös tuumoreiden jäljille. Vuonna 2011 STUK:n selvityksen mukaan otettiin yli 110 000 kpl olkapään röntgenkuvaa (Helasvuo 2013), joka lähentelee muiden eniten natiivikuvattujen nivelten määriä.

Yleisesti perustyökaluna kuvataan humerus sisä- ja ulkorotaatiossa. Rotaation muutos erottelee humeruksen pään rakenteita eri tavalla ja toisaalta mahdollinen humeruksen murtuman erottaminen helpottuu. Ulkorotaatiossa otettu projektio kuvataan yleisesti viistossa lapaluun glenoideumin nivelpinnan suuntaisesti, jolloin voidaan tarkastella lavan ja solisluun rakenteita hieman eri kuvakulmasta, ja toisaalta glenohumeraaliniivelrako nähdään tasossa.

Nivelten kongruenssin tarkastelussa tulee radiologin näkökulmasta erityisen tärkeäksi standardilla tavalla otetut, kuvauskerrasta toiseen vakiona pysyvät projektiot ja raajan asennot, joissa luiden poikkeava sijainti on luotettavamin hahmotettavissa. Vaihtelevissa asennoissa ja projektiosuunnissa otetuista kuvista herää helposti turhia epäilyksiä sijoiltaanmenosta, toisaalta pahimmillaan todellinen luksaatio voi peittyä poikkeavan tai puuttuvan projektion vuoksi. Olkapään luksaatio tulisi havaita ja reponoida päivystyksellisesti tunneissa, koska pidempään jatkunut luksaatio hankaloittaa hoitoa ilman kirurgiaa, lihas- ja pehmytosakireyden lisääntyessä ajan kuluessa. Toisaalta myös vammaanjälkeiset komplikaatiot lisääntyvät.

Useissa toimipaikoissa olkapäätrauman yhteydessä on nähty oleelliseksi ulko- ja sisärotaatioprojektioiden lisäksi kuvata etu-taka suunnassa humeruksen ja glenoideumin suhteen näyttävä projektio. Putkosen projektio tai modifioitu trauma axial -projektiot ovat tässä käyttökelpoisia. Niiden etuna traumakuvannuksessa on, että olkavartta ei tarvitse siirtää pois vartalon viereltä. Nämä projektiot voidaan myös ottaa huonokuntoiseltakin potilaalta kyljellään/maukuullaan. Em. tyyppisillä projektioilla erotetaan melko harvinainen, mutta helposti havaitsematta jäävä posteriorinen luksaatio (Launonen 2013). Toisaalta etuprojektioihin kohtisuora axiaalityyppinen kuva parantaa Bankart vamman, caputin kompressiomurtumien sekä solis- ja lapaluun murtumien havainnointia.

Helasvuo T (toim). Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011. Säteilyturvakeskus 2013 STUK-B 161.

Launonen A, Iivanainen J, Lepola V. Olkapään alueen traumojen hoito perusterveydenhuollossa. Suomen lääkirilehti 2013; 15:1103-1107

Greenspan A. Orthopedic Imaging: a Practical Approach, Fifth ed. 2011.



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Reetta Kivisaari, radiologi, HUS

Yläraajan natiivikuvaus: Lapsen traumakynnärpää; Hyvä kyynärpääkuva ja sen tulkinta

Lapsen kyynärpääkuvan tulkinnan edellytykset ovat onnistuneet kuvausprojektiot ja näkemys lapsen normaalista kyynärnivelistä. Lapsen kyynärnivelen ympäristössä on kuusi luutumistumaketta, jotka ilmaantuvat tyypillisessä järjestyksessä. Tärkeää on osata myös lasten tavallisimmat kyynärnivelen vammat.

Suora etukuva ja suora sivukuva ovat tärkeimmät projektiot. Suoran etukuvan voi joskus joutua ottamaan erikseen humeruksesta ja proksimaalisesta kyynärvarresta eli radiuksesta ja ulnasta. Kyynärvarren kuvassa säteet kohdistetaan kyynärvarren alueelle, mutta yleensä kyynärnivelistä saa, onnistuneesta kuvasta, hyvän käsityksen. Pääsääntöisesti kuitenkin kyynärpään vammaa epäiltäessä kuvataan nimenomaan kyynärniveli.

Luutumistumakkeiden ilmaantumisesta ja rakenteesta saa tietoa oppikirjoista ja internetistä. Muistisääntönä luisten luutumistumakkeiden ilmaantumiseen toimii kalliiden asuntojen aikana esim.

capitellum 1-2v	kaikki
radius 3-4v	rahat
mediaalinen epikondyyli 5v	meni
trochlea 7v	tähän
olecranon 9v	onnettomaan
lateraalinen epikondyyli 11v	luukkuun

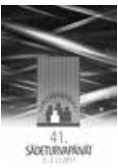
Trochlean luutumistumake luutuu useammissa fragmentissa ja myös lateraalisen epikondyylin luutumistumake on usein kaksiosainen.

Tärkein viite murtumasta on neste kyynärnivleessä. Neste nostaa rasvapatjaa humeruksen anteriori- ja dorsaalipuolella, rasva näkyy tummana kolmiona natiivikuvassa. Jos nivelessä on hydrops, 90% todennäköisyydellä kyynärnivleessä on murtuma, vaikka murtumaa ei näkyisikään.

Kaikista lasten murtumista suprakondylaarinen humerusmurtuma on toiseksi yleisin vastaten noin 16 % lasten murtumista. Kyynärnivelen murtumista noin 58 % on suprakondylaarisia ja se on lasten yleisin kyynärnivelen murtuma. Suprakondylaari murtumat jaetaan Gartlandin luokituksen mukaisesti: I) Ei virheasentoa, II) Kulmavirhe taaksepäin, III A) Dislokoitunut distaalikappaleen posteromediaalinen rotaatio, III B) Dislokoitunut distaalikappaleen posterolateraalinen rotaatio, IV) Dislokoitunut, instabiili kaikissa suunnissa.

Humeruksen lateraalikondyylin murtuma, joita murtumista kyynärnivleessä on n 15%, voi olla vaikea havaita. Murtumaan kehittyy helposti dislokaatio ja luutuessaan virheasentoon kyynärnivelen normaali valgus häviää. Tätä voidaan arvioida kantokulmalla tai Baumanin kulmalla. Lateraaliepikondyylin murtuma on varsin harvinaisen.

Mediaalikondyylin murtumia 10%. Mediaali epikondyylin avulsio voi esiintyä erillisenä tai liittyä kyynärnivelen luksaatioon.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

*Juha-Jaakko Sinikumpu, lasten ortopedian ja traumatologian dosentti, LT,
Oulun yliopistollinen sairaala*

Lasten omintakeiset kyynärpään murtumat.

Suomessa on noin miljoona kasvuikäistä, ja heillä tapahtuu noin 15.000-20.000 luun murtumaa vuodessa, niistä valtaosa yläraajoissa (Mäyränpää ym. 2010). Yläraajamurtumien määrä ja niiden leikkaushoito on lisääntynyt merkittävästi ainakin viimeisten parin vuosikymmenen ajan, mm. trampoliinien yleistymisen myötä (Korhonen ym. 2017, Sinikumpu ym. 2017). Kyynärpään murtumista 60% on humeruksen suprakondylaarisia murtumia, ja se on yksi yleisimmistä leikkaushoitoa vaativista murtumista lapsilla. Muita lasten omintakeisia kyynärpään murtumia ovat humeruksen lateraalisen nivelnastan murtuma, mediaalinen lihasten kiinnittymiskohdan avulsio sekä radiuksen proksimaalipään murtuma, joita käsitellään tässä katsauksessa lähemmin.

Suprakondylaarinen humerusmurtuma

Suprakondylaarinen humerusmurtuma (SCHF) esiintyy tavallisimmin 5-10 -vuoden iässä, usein vasemmalla puolella. Vammatyyppi on tavallisesti putoaminen ojennetun käden varaan, jolloin vammaenergia kääntää distaalisen murtumakappaleen ekstensiovirheasentoon. Gartlandin ja Wilkinsin luokittelujärjestelmässä I-tyyppi on hyväasentoinen ja II-tyypissä humeruksen taempi luun korteksi on kontaktissa ja toimii saranana. III-tyypissä murtumakappaleiden välillä ei ole luukontaktia ja murtuma on hetku. Fleksiotyyppisiä murtumia on 1-2% ja ne yleisesti ovat hoidollisesti haastavampia, epästabiliimpia (Kuoppala ym. 2016).

Röntgenkuvan analysointi on yleensä helppoa ja siinä rotaatiovirheasento, dislokaatio sagittaali- tai koronaalitasossa, angulaarinen deformatio sekä mediaalinen impaktaatio kiinnostavat kliinikkoa. Verisuonivauriot tai totaaliset hermoleesiot ovat murtumakomplikaatioina harvinaisia; vaikea-asentoiseen SCHF:een kylläkin liittyy melko tavallisesti neurapraxia, venytyksen johdosta. Huonoasentoisten murtumien hoito on sulkeinen tai avoin repositio sekä kirurginen fiksaatio ainakin tyyppin III murtumissa. Tyyppin II murtumissa repositio ja immobilisaatio kip-

saamalla voi johtaa yhtä hyvää lopputulokseen kuin osteosynteesi, mutta konsensusta ei ole. Pääsääntöisesti SCHF paranee pitkän aikavälin seurannassa hyvin, käytetäänpä päätemuuttujina toiminnallisia kliinisiä testejä, subjektiivisia oireita tai elämänlaatumittareita taikka kuvantamislöydöksiä (Sinikumpu ym. 2016).

Lateraalisen nivelnastan murtuma

Olkaluun alaosan lateraalikondylin murtuma on intra-artikulaarinen murtuma, jossa murtumakappaleeseen kiinnittyy supinaattorilihas, kyynärvarren ekstensorilihas ja nivelkapseli. Diagnoosi perustuu röntgenkuvaan, jonka tulkinassa pitää olla tarkkana: Milch-2-tyypin murtumassa capitellumin kasvuruston yläpuolella näkyy pieni sipulinkuorimainen "fliisu", mutta kuitenkin puolet ulnohumeraalinivelestä on irti ja ulnohumeraalinivel instabiili. Milch-1-tyypin murtumassa capitellum on halki ja murtuma kulkee Salterin ja Harrisin luokan 4 mukaisesti kasvuruston poikki: ulnohumeraalinivel on kylä stabiili, mutta capitellumin kasvurustoon voi tulla luusilta, joka vaikuttaa akselin valgisoitumiseen tai johtaa fishtail-deformiteettiin.

Vaikeasta primääridiagnostiikasta ja arvaamattomasta murtuman käyttäytymisestä johtuen lateraalikondylin murtuma on susi lampaiden vaatteessa. Murtumakappaleen dislokaation arvioimista voi helpottaa viistoprojektio. Yli 2 mm dislokaatio indikoi kirurgisen kiinnittämisen emoluuhun, jolloin pitkän ajan tulokset ovat hyvät (Sinikumpu ym. 2017). Yleensä reduktio tehdään avoimesti, vaikka näyttöä on myös sulkeisen, perkutaanisen hoidon onnistumisesta. Luutumattomuutta esiintyy, mikä ei ole tavanomaista lasten murtumille.

Ulnaarisen epikondylin murtuma

Esiteineillä (9-14-vuotiailla) tavataan humeruksen ulnaaripuolen jänteiden kiinnittymiskohdan avulsiota. Kysymyksessä on apofyyisin eikä epifyyisin irtoama, eikä murtuma vaikuta humeruk-



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

sen kasvuun tai muotoutumiseen pituuskasvun suunnassa. Arviolta puolet assosioituu kyynärnivelen luksaatioon. Fragmenttiin kiinnittyy kyynärvarren fleksoreita, pronator teres ja osa kollateraaliligamentista.

Mediaaliepikondylin murtuma näkyy röntgenkuvassa, sen jälkeen kuin ko sekundaarinen ossifikaatiokeskus ylipäänsä on alkanut kalkkeutua (noin 5-vuotiaana). Kappaleen erottaminen vaatii harjaantumista, sillä se voi peittyä kuvakulmasta johtuen emoluun varjoon tai olla kaukana donor-alueesta. Noin 15%:ssa irtokappale on vapaana nivelessä. Kliinikolle ekstra-artikulaarisen epifyysin sijaitseminen nivelessä kertoo kapselirepeämästä ja käytännössä koko kyynärnivelen mediaalisen retinakulumien repeämisestä. Hoito on avoin reduktio ja kirurginen fiksaatio. Kiinnitys poistettavilla sileillä Kirschner-piikeillä on tavanomaisin hoito, mutta kudokseen jätettävä ruuvi voi kasvuikäiselläkin olla toimiva ratkaisu, sillä iatrogeeninen apofysiodeesi ei vaikuta olennaisesti kyynärnivelen myöhempään toimintaan. Toisaalta, lievemmissä murtumissa huomattavakin dislokaatio voidaan jättää hoitumaan itsestään, jopa luutumattomuuden uhalla, sillä nonunion aniharvoin aiheuttaa oireita. Varovaisuutta pitää kuitenkin noudattaa, jos murtumakappale lepää suoraan ulnaarihermon päällä humeruksen sulkuksessa. Murtumakappale ja mahdollinen epäanatominen kallus voivat tehdä pikkurillin säteeseen suuntaavaa tikkuilua, joka on ärsyttävä oire ja voi vaatia myöhemmän neurolyysin ja hermon anteposition mediaalisen nivelnastan etupuolelle, kuten suprakondylaarimurtuman jälkeenkin, jos kohta komplikaatio on harvinainen (Sinikumpu ym. 2014).

Radiuksen proksimaalisen kaulan murtuma

Radiuksen proksimaalipään merkitys ei ole niinkään muodostaa radiohumeraaliniveltä, koska noin 80% yläraajan akselisuuntaisesta kuormasta kulkee ulnohumeraalisen eikä radiohumeraalisen nivelen kautta. Sen sijaan radiuksen tammipelin nappulaa muistuttava pää pivottaa annulaariligamentin suojassa mahdollista kyynärvarren nonsynoviaalinivelen pronatio-supinaatio -liikkeen. Radiuksen proksimaalisen kaulan murtuma syntyy valgisoivassa vääntövämmässä, luksaatioissa taikka Monteggia-vamman variaationa. Murtumalinja kulkee metafyyisistä fyysiin ja on Salterin ja Harrisin

luokkaa 1 tai 2 (eli on kasvulevymurtumaksi sinänsä benigniä tyyppiä).

Radiuksen proksimaalisen kaulan murtuma on kuitenkin red flag -murtuma, koska caputin venekierto on erityisen altis vaurioille. Kliinikolle radiuksen proksimaalipään murtumassa hyvä luutuminen kohtalaiseen asentoon on parempi tavoite kuin täydelliseksi korjattu asento ja avaskulaarinen nekroosi. Röntgenkuva antaa diagnoosin, ja caputin alignementhäiriötä voidaan sietää jopa 30 astetta, edellä olevasta syystä (Tarallo ym. 2013). Jos kuitenkin leikkaus on indikoitu (esim. ptoosimainen täydellinen dislokaatio), avoleikkauksessa on huomattava riski radialishermosta erkaantuvaan posteriorisen interosseaalihermon vaurioon sekä kontrahoi-vaan arpeen. Kokemukseni mukaan lähes kaikki proksimaaliset murtumat voidaan saada tyydyttävään asentoon Metaizeaun ydinnaulaustekniikalla, joka ehkäisee hoitokomplikaatioita. Siinä radiuksen distaalipäästä viedään retrogradisesti koukkukärkinen ydinnaula, jonka avulla caput ”keihästetään” ja naulaa kiertämällä käännetään caput linjaan. Heikkoutena on tarve naulan poistoon myöhemmin.

Yhteenveto

Tässä katsauksessa on poimittu kasvuikäisen kyynärpään erityisiä murtumatapauksia, jotka ovat melkoisen tavallisia lasten ortopedian ja traumatologian alalla mutta haasteellisia tutkia ja hoitaa. Hoito perustuu hyvään preoperatiiviseen käsitykseen murtumasta, mikä puolestaan edellyttää korkeatasoista kuvantamista. Löydöksen kliinisen merkityksen ymmärtäminen taas edellyttää paitsi kolmiulotteisesti hienovaraisen, kolmen erillisen luun muodostaman nivelkompleksin hyvää tuntemista, myös kasvuikäisen luuston ominaispiirteiden tietämistä. Tuoreen suomalaisen tutkimuksen mukaan korvattavia hoitovirheitä tapahtuu kyynärnivelen alueen murtumissa lapsilla usein ja sitä tavallisemmin, mitä pienemmän volyymin yksikössä hoito on toteutettu (Vallila et al 2015).

Kirjallisuutta:

Mäyränpää, M. K., Mäkitie, O., & Kallio, P. E. (2010). Decreasing incidence and changing pattern of childhood fractures: A population-based study. *Journal of Bone and Mineral Re-*



42. Sädeturvapäivät

1. - 2.11.2018, Tampere-talo

<http://www.sadeturvapaivat.fi>

search, 25(12), 2752-2759, 2010

Korhonen, L., Salokorpi, N., Suo-Palosaari, M., Pesälä, J., Serlo, W., & Sinikumpu, J. J. Severe trampoline injuries: incidence and risk factors in children and adolescents. *European journal of pediatric surgery*. Nov 22 [epub ahead a print], 2017

Sinikumpu, J. J., Pokka, T., Sirviö, M., & Serlo, W. Gartland Type II supracondylar humerus fractures, their operative treatment and lateral pinning are increasing: a population-based epidemiologic study of extension-type supracondylar humerus fractures in children. *European Journal of Pediatric Surgery*, 27(05), 455-461, 2017

Kuoppala, E., Parviainen, R., Pokka, T., Sirviö, M., Serlo, W., & Sinikumpu, J. J. Low incidence of flexion-type supracondylar humerus fractures but high rate of complications: a population-based study during 2000–2009. *Acta orthopaedica*, 87(4), 406-411, 2016

Sinikumpu, J. J., Victorzon, S., Pokka, T., Lindholm, E. L., Peljo, T., & Serlo, W. The long-term outcome of childhood supracondylar humeral fractures: A population-based follow up study with a minimum follow up of ten years and normal matched comparisons. *The Bone & Joint Journal*, 98(10), 1410-1417, 2016

Sinikumpu, J. J., Pokka, T., Victorzon, S., Lindholm, E. L., & Serlo, W. Paediatric lateral humeral condylar fracture outcomes at twelve years follow-up as compared with age and sex matched paired controls. *International orthopaedics*, 41(7), 1453-1461, 2017

Sinikumpu, J. J., Victorzon, S., Lindholm, E. L., Peljo, T., & Serlo, W. Ulnar nerve morbidity as a long-term complication of pediatric supracondylar humeral fracture. *Musculoskeletal surgery*, 98(2), 127-133, 2014

Tarallo, L., Mugnai, R., Fiacchi, F., Capra, F., & Catani, F. Management of displaced radial neck fractures in children: percutaneous pinning vs. elastic stable intramedullary nailing. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 14(4), 291-297, 2013

Metaizeau JP, Prevot J, Schmitt M (1980) Reduction and fixation of fractures of the neck of the radius by centromedullary pinning. Original technique. *Rev Chir Orthop Reparatrice App Mot* 66(1):47-49, 1980

Vallila, N., Sommarhem, A., Paavola, M., & Nietosvaara, Y. Pediatric distal humeral fractures and complications of treatment in Finland: a review of compensation claims from 1990 through 2010. *JBJS*, 97(6), 494-499, 2015



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Kimmo Lappalainen, Radiologi, HUS

Läpivalaisun asema diagnostiikassa ja toimenpiteissä

Luennoitsija Kimmo Lappalainen. Ollut läpivalaisu- ja angioprosessin omistaja vuodesta 2007 ja vs. ylilääkäri toimessa angio-osastolla vuodesta 2008 HUS- kuvantamisessa. Sinä aikana myös yksikön nimi on ehtinyt muuttua.

Perinteisen läpivalaisu- toiminta (LPV) oli ja on vielä pieniltä osin toiminallista diagnostiikkaa. Kuitenkin se suurin osuus vanhasta läpivalaisu- toiminnasta eli diagnostiikasta on kokonaan siirtynyt leiketutkimuspuolelle, siis TT- ja MK-toimintaan. Jopa osa toiminnallista diagnostiikkaa on kokonaan MK- toimintaa esimerkkinä defekografiat.

Melkein kaikki LPV- toiminta on nyt toimenpideradiologiaa. Sen suurin alue on urologia, kuten pyelostomiat mutta yhtä lailla myös gastroenterologia kuten sappitiedreneerukset. Haimatieavaukset (ERCP) meillä HUS:ssa ovat siirtyneet pääasiallisesti omaan vastakirurgian yksikköön.

Läpivalaisu- toiminnalta edelleen odotetaan toiminallisia tutkimuksia kuten KNT- vaatimat nielemisfunktiot, honotustutkimukset ja myös ruokatorvikuvaukset.

Perinteinen läpivalaisu- osasto ja erityisesti toimenpideradiologia on tärkeä osa röntgenosaston

toimintaa endovaskaalarisen toiminnan ohella. Endovaskaalarisen toiminnan ulottuvuudet jatkuvat laajalle ja monet muutkin erikoisalat hyödyntävät näitä mahdollisuuksia menestyksellisesti.

Meillä HUS Meilahdessa on säilytetty oma osastomme laaja- alaisen LPV- toimintaan siten että meillä on käytössämme edelleen tarvittavat ja modernit ns. Multipurpose C-kaarella toimivat laitteet. Tällä valinnalla varmistamme myös nykyiset ja tulevat ja hygienia- vaatimukset.

Olemme myös varustaneet Uuden Lastensairaalan tämän tyyppisellä MP- laitteella angiotoimintaa myöten hyvin edullisin kustannuksin.

Niissä yksiköissä, joissa tehdään vähän angio- ja lpv- toimintaa, olisi kovin suositeltavaa hankkia moderni LPV- laite perinteisen angiolaiteen sijaan.

Esitelmässä tullaan näyttämään paljon valokuvia toiminta- ja tilaratkaisuista ja myös tilastoja.

Erityisen keskeisenä luennolla tulee olemaan sädehygienian ts. miten HUS- Kuvantamisessa toimimme laitteiden ohjelmoinnissa ja sädesuojauksessa.



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Teija Sainio, Turun yliopistollinen keskussairaala

Mistä HIFU:ssa on kysymys

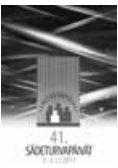
Korkeaintensiteettinen fokusoitu ultraäänihoido (HIFU-hoido) on noninvasiivinen menetelmä, jossa kudosta tuhotaan ultraäänien avulla ilman kirurgiaa ja ionisoivaa säteilyä. HIFU-hoidossa ultraääniaallot fokuroidaan kehon sisälle kasvainkudokseen, jolloin muodostuu paikallinen korkea intensiteetin ultraäänialue, jossa lämpötila nousee nopeasti. Lämmön tuottaminen johtuu ultraääniaaltojen absorptiosta kudokseen, jolloin akustinen energia muuttuu lämmöksi. Kudoksen lämmittäminen yli 57 celsius asteeseen aiheuttaa muun muassa koagulaatio nekroosia ja palautumatonta soluvahinkoa sekunneissa. Ultraääniaaltojen kohdistamisen ansiosta ympäröivä kudos ei vahingoitu.

HIFU-laitteilla voidaan hoitaa sekä hyvän- että pahanlaatuisia kasvaimia. Tällä hetkellä yleisimpiä hoitokohteita ovat kohdun pehmytkudoskasvaimet eli myoomat ja luuetäpesäkkeet. Muita hoitokohteita ovat muun muassa prostatasyöpä, osteoidi osteoomat ja rintakasvaimet.

HIFU-hoitoa voidaan ohjata joko ultraäänitai magneettikuvauksella. Nykyään käytetään yleensä magneettikuvausohjausta, koska sen avulla saadaan korkean resoluution anatomiset kuvat hoidon suunnittelua varten ja lisäksi voidaan tehdä lämpötilakartoitusta hoidon aikana.

HIFU-hoido kestää yleensä noin 2-4 tuntia esivalmistuneineen. Hoitoon kuuluu pääpiirteissään: potilaan asettelu, magneettikuvaus, hoidon suunnittelu, hoito reaaliaikaisen lämpötilamittauksen kanssa ja lopuksi hoitotulos varmennetaan kontrastiainekuvauksella. Hoidettu kudos näkyy kontrastiainekuvassa tehostumattomana alueena.

Tulevaisuudessa HIFU:lla voidaan todennäköisesti hoitaa myös muita syöpiä esimerkiksi haimasta, maksasta ja aivoista. Lisäksi HIFU:n avulla voidaan mahdollisesti annostella lääkkeitä tai geenejä kohdennetusti haluttuun kudokseen mikrokuilien, nanopartikkelien tai liposomien avulla. HIFU:a voidaan todennäköisesti hyödyntää myös immuunihoidoissa.



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Heikki Pärssinen

Luutumoreiden HIFU

Johdanto

Malignien ja benignien luutumoreiden hoito on perinteisin menetelmin tehokasta. Kuitenkin sekä perinteisissä sädehoidossa että kajoavissa hoidoissa on omat haittansa ja rajoitteensa. Uusia hoitovaihtoja edustavat kuvantamishajutetut toimenpiteet, kuten termo- ja kryoablaatiot. Korkean intensiteetin fokusoidun ultraäänen (HIFU) etuja ovat kajoamattomuus ja potilaan säästyminen ionisoivalta säteilyltä.

Hoito perustuu ultraäänitekniikan lähettämien ultraääniaaltojen kohdistamiseen yhteen polttopisteeseen, jolloin kudokseen välittyvä energia saa aikaan kudostuhoa lämpötilan nousun sekä värähtelyn seurauksena. Luussa sijaitsevan kohde-alueen hoitaminen HIFU:lla eroaa pehmytkudoksiin toteutetusta hoidosta luun erilaisten akustisten ominaisuuksien vuoksi. Mineraalipitoisessa tiiviissä korteksissa ultraäänitaajuinen aaltoliike etenee korkeintaan 2-5 millimetriä. Ultraääniaallon saavuttaessa luun ja pehmytkudoksen rajapinnan valtaosa energiasta heijastuu ja osa muuttuu lämmöksi. Kohdistettaessa ultraääniaaltoja riittävällä teholla luuhun saadaan aikaan pinnan kuumeneminen ja lämmönjohtumisen seurauksena myös ultraäänen ulottumattomissa olevat luun syvemmät osat lämpenevät. Toisaalta myös luuta vasten oleva luukalvo eli periosti ja ympäröivä pehmytkudos saavat osansa lämpöenergiasta, mistä voi olla sekä hyötyä että haittaa. Parhaiten hoitoon soveltuvat raajat sekä lantion alue, kuitenkin niin, että ultraääniaallolle on hahmoteltavissa suora reitti hoitokohteeseen, eikä väliin jää kriittisiä verisuoni- tai hermokanavia. Hoito toteutetaan sonikaatioilla, joissa ultraääniaaltojen elektronisesti ohjattu polttopiste liikkuu kooltaan 4-16mm ellipsin muotoisella alueella aiheuttaen kudostuhoa. Sonikaation vaikutusta seurataan reaaliaikaisella magneettitermometrialla, jolla voidaan seurata kohde-alueen ja ympäristön lämpötilan kohoamista. Hoitokertaan sisältyvien sonikaatioiden määrä vaihtelee kohteesta riippuen muutamasta useampiin kymmeniin.

Malignit tuumorit

Luuhun metastasoineessa syövässä yleinen hoitomuoto on sädehoito. Aina sädehoidolla ei kuitenkaan saavuteta riittävää kipuvastetta, ja sädeannokset lopulta rajoittavat uusintahaittoja. Kipuaistimus luussa perustuu tuumorin aiheuttamaan kemialliseen ja paineärsytykseen. HIFU soveltuu anatomiset rajoitteet huomioiden ominaisuuksiensa puolesta hyvin oireenmukaiseen, eli palliatiiviseen hoitoon; lämpöenergian vapautuessa luun pintaan myös kipua aistivathermopäätteet tuhoutuvat. Luun tuntoaisti perustuu pääosin periostissa sijaitseviin hermopäätteisiin. Tutkimuksissa paras kivunlievitys HIFU:lla on saavutettu hoidettaessa skleroottisia eli tiiviitä pesäkkeitä, toisaalta hoito on tehonnut myös lyyttisiin, eli luuta tuhoaviin tuumoreihin. Radikaali luumetastaasien hoito ei tällä hetkellä ole tutkimusten fokuksena, mutta myös tuumorimassaa tuhoavaa vaikutusta on saavutettu suuremmilla sonikaatioenergioilla lyyttisissä tuumoreissa, joissa korteksi on rikkoutunut.

Benignit tuumorit

Osteoidi osteoomat (OO) ovat luun hyvänlaatuisia kasvaimia, joissa paikallisesti häiriintynyt luuta muodostavien solujen aktiivisuus saa, ennen kaikkea sytokiinin välityksellä, aikaan tulehdusreaktion ja laajan turvotuksen luussa ja ympäröivissä pehmytkudoksissa, sekä lisäksi paikallista uudisluumuodostusta. Tulehdusreaktio aiheuttaa kipua varsinkin levossa ja yöaikaan. Yleisimmän OO esiintyy nuorilla tai nuorilla aikuisilla, mutta se on kuitenkin sangen harvinainen vastaten noin 11% hyvänlaatuisista luukasvaimista. OO-pesäkkeet luokitellaan sijainnin suhteen: luukalvon alaiset, luun kuorikerroksessa sijaitsevat ja kuorikerroksen alaiset (subperiosteaaliset, intrakortikaaliset ja subkortikaaliset). Itse muutos luussa on pieni, kooltaan vain muutamia millimetrejä. Perinteinen hoito on muutoksen mekaaninen poraaminen joko kirurgin toimesta pienen avauksen kautta tai kuvantamishajutusti. OO-pesäkkeiden HIFU-hoito toteutetaan yleis-

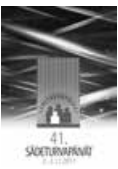


42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

nestesiassa hoitoalue vasten ultraäänilähetintä. Useimmiten jo matalaenergisillä (60-100W) fokusoiduilla sonikaatioilla saavutetaan riittävä kohdealueen lämpötilan nousu hoidettaessa pientä kohdetta

Desmoidi, vanhalta nimeltään fibrooma, on pehmytkudostuumori, joka esiintyy lihaksissa tai niiden läheisyydessä. Nämä sinänsä hyvänlaatuiset, joskin paikallisesti aggressiiviset, tuumorit ovat haastavia kirurgisen resektion

kannalta vaatien yleensä laajojakin leikkauksia uusiutumisherkkydestään johtuen. Jäännöstuumori saattaa aktivoitua kirurgisen manipulaation seurauksena melko runsaaseenkin kasvuun ja uusiutuneen taudin erottaminen arpikudoksesta on vaikeaa. Hoitokokeiluissa HIFU:lla on kyetty saavuttamaan laajaa tuumorinekroosia ja seurannassa hoidetut muutokset ovat pysyneet rauhallisina. Yleisesti pehmytkudoksen hoito vaatii luuhoidoja korkeampaa sonikaatioenergiaa.



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Maarit Anttila, KYS

Hoitavan lääkärin näkökulma gynekologisten syöpien kuvantamiseen

Gynekologisten syöpien vuosittainen määrä on lisääntymässä kuten muidenkin syöpien. Suomessa todetaan vuosittain n. 1700 uutta gynekologista syöpätapausta. Yleisimmät gynekologiset syövät ovat kohdunrungon- ja munasarjasyöpä. Mini-invasiivisen eli tähytysavusteisen kirurgian laaja käyttö gynekologisten syöpien kirurgisessa hoidossa edellyttää leikkausta edeltävää tarkkaa arviota syövän levinneisyydestä. Lisäksi myös kirurginen hoito kuten myös liitännäishoidot pyritään suunnittelemaan nykyisin yksilöllisesti huomioiden potilaan kokonaistilanne, suorituskyky, toipumisen edellytykset ja myös lisääntyvässä määrin kasvaimen ja potilaan molekyylibiologiset ja geneettiset tekijät. Hoitovasteen arvioinnissa eri kuvantamismenetelmät, erityisesti tietokonetomografia ja magneettikuvantaminen ovat yleisessä käytössä. Syöpien seurannassa harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta kuvantamisesta oireettomalla potilaalla ei ole näyttöä.

Kohdunrungonsyöpä on gynekologisista syöivistä yleisin ja hyväennusteinen, 5 vuoden kuluttua diagnoosista on elossa 83 % potilaista. Levinneisyysluokitus on kirurginen siihen soveltuville potilailla. Ennen leikkausta pyritään arvioimaan riski imusolmukemetastasoituihin ja siten arvioimaan imusolmukkeiden poiston tarpeellisuus leikkauksen yhteydessä. Riskiä imusolmukemetastaaseihin ennustavat huono erilaistumisaste endometriumnäytteessä todetussa syövässä, ei-endometrioidi histologinen tyyppi (seroosi, kirkassoluinen, karsinosarkooma) ja syvä (>50%) myometriuminvasio. Invaasiota pystytään parhaiten arvioimaan magneettitutkimuksella. Toinen vaihtoehto on gynekologisen ultraääniekspertrin tekemä arvio. Laajempaa levinneisyyttä imusolmukkeisiin, vatsaontelon elimiin ja keuhkoihin arvioidaan vartalon tietokonetomografialla. Uusi ja mielenkiintoinen, mutta vielä pääosin tutkimusasteella oleva menetelmä on vartijasolmuketutkimus, joka edellyttää tekijältä kokeneisuutta ja erityislaitteistoa indosyaanivihreän haittämiseen imuteissä ja vartijasolmukkeessa kohdunsuulle piston jälkeen.

Gynekologisista syöivistä toiseksi yleisin eli munasarjasyöpä niputetaan yhteen munatorvi- ja peritoneaalisen syövän kanssa, koska niiden hoitomenetelmät ovat samanlaiset eli kirurgisen ja sytostaattihoidon yhdistelmä. Potilaalle tärkein ennusteellinen tekijä on leikkauksen jälkeinen jäännöskasvain ja levinneisyysaste. Sytoreduktiivinen leikkaus on usein pitkäkestoinen ja komplikaatioaltis, joten ennen leikkausta pyritään mahdollisimman hyvin arvioimaan syövän levinneisyys eli leviäminen vatsakalvolle ja sisäelimiin leikkauksessa tarvittavien toimenpiteiden, kuten laajat vatsakalvopoistot, suoliresektio ja sisäelinten resektiot, ennakoimiseksi. Leikkausta edeltävänä kuvantamisen standardimenetelmänä pidetään edelleen vartalon tietokonetomografiaa, mutta magneettikuvauksella (erityisesti diffuusiopainotteinen) todetaan usein enemmän levinneisyyttä sen paremman pehmytkudoserotuskyvyn vuoksi. Lisäksi magneettikuvauksella pystytään paremmin arvioimaan epäselvien adnekstumoreiden maligniteettiriskiä, jos se gynekologisessa ultraäänitutkimuksessa on jäänyt epäselväksi.

Merkittävin asema erilaisilla radiologisilla kuvantamismenetelmillä on erityisesti kohdunkaulasyövän hoidonsuunnittelussa. Kohdunkaulasyöpiä todetaan Suomessa vuosittain n. 150 tapausta. Leikkaushoitoon päätyy yhä harvempi potilas, koska uusien suositusten mukaisesti pyritään maksimaalisesti välttämään yhdistelmähoitoja eli sekä leikkaus- että sädehoidon yhdistelmää siihen liittyvien komplikaatoriskien takia. Tämän vuoksi hoidon suunnittelussa levinneisyyden tai siihen todettavan korkean riskin poissulku tapahtuu parhaiten magneettikuvauksella eli saadaan selville kasvaimen koko ja leviäminen kohdunkannattimiin. Yli 4 cm kasvaimet ja kannattimiin levinneet syövät hoidetaan kemosädehoidon ja brakyterapian yhdistelmällä. Brakyterapian suunnittelussa ja toteuttamisessa magneettitutkimus on keskeisin kuvantamismenetelmä. Imusolmukelevinneisyyttä kohdunkaulasyövässä parhaiten todentaa PET-kuvauksella.



42. Sädeturvapäivät

1. - 2.11.2018, Tampere-talo

<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Imusolmukelevinneisyys ohjaa potilaan sädehoidon piiriin. Sädehoitovasteen seurannassa ja ennusteen arvioinnissa tarvitaan sekä magneetti- että PET-kuvantamista.

Emätinsyöpä on harvinaisuus, jota todetaan vuosittain n. 20 tapausta. Hoidon suunnittelussa tarvittavat kuvantamismenetelmät noudattavat kohdunkaulasyövässä käytettyjä ja useimmiten hoitomuodoksi valikoituu kemosaädehoidon ja brakyterapian yhdistelmä.

Ulkosynnyttinsyöpiä Suomessa todetaan vuosittain n. 100 tapausta. Levinneisyys nivustaipaiden imusolmukkeisiin määrittää merkittävimmin potilaan ennustetta ja hoidon laajuutta, joten se pyritään huolellisesti kartoittamaan. Vartijasolmuketutkimus on hyväksytty menetelmä määrittää leikkauksen aikana imusolmukelevinneisyys, mikäli leikkausta edeltävissä radiologisissa tutkimuksissa ei todeta levinneisysepäilyä. Imusolmukkeita arvioidaan tietokonekuvauksella ja tarvittaessa ultraäänitutkimuksen ja neulanäytteen avulla ennen leikkaushoitoa. Mikäli ulkosynnyttinsyövän arvioidaan kliinisesti kasvavan viereisiin elimiin kuten virtsaputki, peräaukko tai suoli, paras menetelmä tämän arvioimiseen

on magneettikuvaus. Laajempaa imusolmukelevinneisyyttä voidaan varmistaa PET-kuvauksella tarvittaessa.

Radiologisten tutkimusten tarkoituksena on mahdollisimman tarkasti arvioida syövän levinneisyys, jotta potilaalle voidaan antaa paras mahdollinen hoito. Tällä tavoin vältetään laajasti levinneissä syövässä hyödyttömät kirurgiset interventiot ja ohjataan potilas sytostaatti- ja/tai sädehoitoon.

Lähteet:

Gynekologisten syöpien Kelpo hoitosuositukset-FINGOG; Suomen Gynekologiyhdistys

Colombo N, Creutzberg C, Amant F, Bosse T, González-Martín A, Ledermann J, Marth C, Nout R, Querleu D, Mirza MR, Sessa C; ESMO-ESGO-ESTRO Endometrial Consensus Conference Working Group. ESMO-ESGO-ESTRO Consensus Conference on Endometrial Cancer: Diagnosis, Treatment and Follow-up. *Int J Gynecol Cancer*. 2016 Jan;26(1):2-30.

ESGO-ESTRO-ESP Guidelines for the Management of Patients with Cervical Cancer 2017



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Edla Haapanen, Röntgenhoitaja, ESSOTE Kuvantaminen

Gynekologiset magneettikuvaukset hoitajan näkökulmasta

Mikkelin keskussairaalassa on käytössä 1,5T Siemens Avanto ja gynekologisia magneettitutkimuksia tehdään kolmena päivänä viikossa keskimäärin 6-8 kappaletta. Gynekologisen magneettikuvauksen tutkimusindikaatioita ovat useimmiten gynekologinen syöpä tai sen epäily, anomaliat, toimintahäiriöt, myoomat, infektiot ja endometrioosi.

Gynekologinen magneettikuvaus vaatii potilaalta esivalmisteluita ennen kuvaukseen saapumista, sekä röntgenhoitajan suorittamia esivalmisteluita juuri ennen kuvauksen alkua. Ennen kuvausta varmistetaan mahdolliset kontraindikatiot, kanyloidaan lääkeaineen ja tehosteaineen antoa varten sekä suoritetaan ultraäänigeelitäytöt. Esivalmisteluissa on hyvä huomioida hienotunteisuus ja potilaan intymiteettisuoja.

Radiologi antaa kuvausohjeet potilaan lähteen perusteella. Mikkelin Keskussairaalassa on käytössä kuvausohjekansio, josta löytyy erilaisia protokollia kuvauskohteesta riippuen. Röntgenhoitajat kuvaavat pääsääntöisesti itsenäisesti, mutta radiologi on tarvittaessa käytettävissä. Kuvauksen kesto on protokollasta riippuen 30 - 60 minuuttia esivalmisteluiden kanssa. Kuvaukset ovat esivalmisteluiden jälkeen potilaan kannalta helppoja. Kuvauksen jälkeen ei ole erityisiä jälkitoimenpiteitä.

Mikkelin keskussairaalassa tehdään gynekologisia magneettitutkimuksia vuosittain noin 100. Tutkimusmäärät ovat lisääntyneet huomattavasti verrattuna aikaisempiin vuosiin.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Arja-Riitta Pauna, radiologian erikoislääkäri, HUS-kuvantaminen, Naistenklinikka

Kohdunrunko- ja kohdunkaulasyövän magneettikuvantaminen

Kohdunkaulasyöpä on maailmanlaajuisesti gynekologisista syövästä yleisin ja Suomessa kolmanneksi yleisin. Kohdunrunkosyöpä on yleisin gynekologinen syöpä Suomessa ja muissa teollistuneissa maissa, mikä liittyy länsimaiseen elintapoihin ja ylipainoon. Suomessa kohdunrunkosyöpää on noin 800 ja kohdunkaulasyöpää noin 160 tapausta vuodessa. Magneettikuvauksella arvioidaan kohdunkaula- ja kohdunrunkosyövän paikallista levinneisyyttä ja sitä käytetään myös kohdunkaulasyövän kemosädehoidon vasteen seurannassa.

Magneettikuvauksella voidaan arvioida kohdunrunkosyövän invaasiota kohdun lihaseinämään (<50 % vai \geq 50 %), leviämistä kohdunkaulan strooman alueelle, leviämistä kohtua ympäröiviin rakenteisiin ja imusolmukkeisiin. Magneettikuvauksella voidaan myös todeta mahdollinen kohdunrunkosyöpään liittyvä askites ja karsinosis, kohdun sivuelinten poikkeavuudet ja arvioida kohdun ja kasvaimen koko. Nämä asiat tulee mainita lausunnossa ja kasvaimen histologian ohella ne vaikuttavat leikkauksen laajuuteen ja leikkaustapaan: poistetaanko leikkauksessa vain kohtu sivueliminen vai poistetaanko lisäksi imusolmukkeita lantiosta ja/tai para-aorttaalisesti sekä vatsapaitaa. Kohdunrunkosyövän lihaseinämän invaasion arviointia heikentävät myomaattinen kohtu, adenomyoosi, kasvaimen sijainti kohdun sarvien alueella ja kasvaimen liitistämä lihaseinämä. Myös nämä asiat on hyvä mainita lausunnossa jos niitä ilmenee.

Magneettikuvauksella arvioidaan kohdunkaulasyövän levinneisyyttä kohdunvieruskudosten alueelle eli parametriaalivaasiota ja kasvaimen kokoa (<4 vai \geq 4 cm), kasvaimen leviämistä ympäröiviin rakenteisiin ja lantion sivuseinämien alueelle sekä imusolmukkeisiin. Nämä asiat vaikuttavat hoidon valintaan ja tulee mainita lausunnossa. Jos parametriaalivaasiota ei todeta ja kasvain on kooltaan alle 4 cm, on ensisijainen hoito operatiivinen. Jos todetaan parametriaalivaasiota ja/tai kasvain on kookas \geq 4 cm, hoidetaan syöpää kemosädehoidolla ja brakyterapialla.

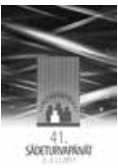
Jos potilas on alle 40-vuotias, halutaan säilyttää raskauden mahdollisuus ja harkitaan trakelektomiaa, on kasvaimen koon lisäksi hyvä mainita lausunnossa kohdunkaulan pituus ja kasvaimen etäisyys kohdunkaulan sisäsuusta.

Jos kohdunkaulasyöpä ulottuu juuri parametrian ja kohdunkaulan rajamaille eikä kohdunkaulan ulkopuolella parametrian alueella nähdä selvää kasvainkudosta, on mikroskooppinen parametriaalivaasio mahdollinen noin 40 – 70 %:ssa. Parametriaalivaasio on poissuljettu lähes 100 % todennäköisyydellä jos kasvainta ympäröi yli 3 mm niukkasignaalin kohdunkaulan strooma.

Magneettikuvausta käytetään kohdunkaulasyövän sisäisen sädehoidon suunnittelussa ja hoidon vasteen arvioinnissa. Kohdunkaulan rakenteen palautuminen normaaliksi on positiivisen hoitovasteen merkki. Diffuusiokuvaus voi auttaa jäännöskasvaimen tunnistamisessa.

Imusolmukemetastasoitinta epäillään jos imusolmukkeen lyhyt poikkiläpimittana on yli 1 cm tai pallomaisen imusolmukkeen yli 8 mm. Myös kasvaimen signaalia sisältävät ja nekroottiset imusolmukkeet tai rykelminä sijaitsevat pienet imusolmukkeet ovat epäilyttäviä TT- ja magneettikuvantamisessa. PET-TT-tutkimus on epäilyttävien imusolmukkeiden tunnistamisessa perinteisiä leiketutkimuksia herkempi.

Kohdunrunko- ja kaulasyövän magneettikuvantamisen perustana ovat korkean resoluution ja pienen kuva-alan T2-painotteiset kuvasekvenssit lantion sagittaali- ja kohdunrunгон aksiaalisuunnassa (kohdunrunkosyöpä) tai kohdunkaulan aksiaalisuunnassa (kohdunkaulasyöpä). Luotettavan arvion vuoksi em. aksiaalileikepakat tulee olla asetettu juuri oikeaan suuntaan. Mielellään kahdessa em. suunnassa (lantion sagittaali ja kohdunrunгон/-kaulan aksiaalisuunnassa) tehty diffuusiokuvaus auttaa kasvainten tunnistamisessa ja kohdunrunkosyövässä se auttaa myös kohdun lihaseinämän invaasion arvioinnissa. Kohdunrunkosyövässä dynaaminen tehostokuvaus auttaa kasvaimen tunnistamisessa ja levinneisyyden arvioinnissa. Tehostokuvaus aut-



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

taa kohdunrunkosyövän lihasseinämän invaasion arvioinnissa. Kohdunrunkosyöpä tehostuu huonosti kohdunlihasseinämään nähden ja tämän kontrastin on todettu olevan paras n. 90 – 150 sekunnin kuluttua tehosteaineen ruiskutuksen jälkeen. Kohdunkaulasyövässä tehostekuvaukseen auttaa poissulkemaan kasvaimen leviämistä ympäröiviin rakenteisiin ja pienet kasvaimet voivat tehostua hyvin voimakkaasti tehostekuvauksen alkuvaiheessa. Yksi laajemman kuva-alan omaava T1- tai T2-painotteinen kuvaussekvenssi tulee ulottua munuaisten tasolta nivusiin imusolmukkeiden arvioimiseksi sekä kohdunrunko- että kohdunkaulasyövän kuvantamisessa.

Luettavaa:

From Staging to Prognostication Achievements and Challenges of MR Imaging in the Assessment of Endometrial Cancer Stephanie Nougaret Magn Reson Imaging Clin N Am 25 (2017) 611–633

MRI of endometrium cancer – how we do it, Magn Reson Imaging Clin N AM 25 (2017) 611-633 Meissnitzer M et al

Optimization of MR Imaging for Pretreatment Evaluation of Patients with Endometrial and Cervical Cancer, RadioGraphics 2014; 34:1082–1098

The Revised FIGO Staging System for Uterine Malignancies: Implications for MR Imaging, RadioGraphics 2012; 32:1805–1827

Staging of uterine cervical cancer with MRI: guidelines of the European Society of Urogenital Radiology, Eur. Radiol. 2011 May;21(5):1102-10



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Jukka Schildt, El, HUS-Kuvantaminen, Isotooppiyksikkö

Gynekologisten syöpien kuvantaminen PET/TT:llä

FDG PET/TT:n käyttö gynekologisten syöpien kuvantamisessa on ollut voimakkaassa kasvussa viime vuosien aikana. Metabolisesti aktiivien poikkeavan kudoksen havaitseminen PET:llä ja sen tarkka lokalisointi TT:llä yhdessä parantavat syövän toteamista. Koska PET/TT-kuvantaminen käsittää koko kehon, saadaan tietoa sekä primaarituumorista, imusolmukelevinneisyydestä että etämetastasoinnista ja näin ollen hoitovalintaa helpottava levinneisyys selvittely usein tarkentuu. Etenkin kooltaan normaalirajoissa olevien imusolmukkeiden luonne voi selvitä metabolisen aktiivisuuden myötä. PET/TT:llä saadaan usein myös selville uusiutuneen taudin laajuus ja sitä myötä voidaan hoito optimoida. Myös hoitovastearviossa, etenkin hoitojen päätyttyä, PET/TT:llä voidaan havaita mahdollinen metabolisesti aktiivi jäännöstauti.

Kaikki gynekologiset syövät eivät kuitenkaan ole metabolisesti aktiiveja, eli "FDG-ahneita". Esimerkiksi histologisesti matala-asteiset syövät (jotkin endometriumien syövät) tai kystiset/limaatuottavat (jotkin munasarjasyövät) syövät voivat jäädä jopa FDG-negatiivisiksi. Kuukautiskiertoon liittyen kohdun ja munasarjojen fysiologinen aktiivisuus vaihtelee, mikä saattaa hankaloittaa tulkintaa. Myös etenkin lantion alueen muut fysiologiset kertymät (etenkin virtsateihin liittyvät) voivat aiheuttaa tulkintaongelmia.

PET/TT:n käyttöesimerkkejä eri gynekologisten syöpien yhteydessä:

Kohdunkaulan syöpä

Levinneisyys selvittelyt; lantion sivuseinään leviämisen sekä imusolmuke- ja/tai etämetastasoinnin toteaminen. Sädehoidon suunnittelu. Taudin uusiutuminen toteaminen. Mahdollisesti hoitovasteen seuranta.

Munasarjasyöpä

Levinneisyys selvittelyissä yleensä vain muiden modaaliteettien tukena hankalissa tapauksissa (munasarjojen pinnallinen tuumori, leviäminen kohtuun, etämetastasointi). Taudin uusiutuminen mikäli biokemiallinen relapsi eikä muilla modaaliteeteilla selittävää löydöstä.

Endometriumien syöpä

Levinneisyys selvittelyissä, etenkin etämetastasoinnin toteaminen korkean riskin taudeissa. Taudin uusiutuminen toteaminen.

Ulkosynnytinten syöpä

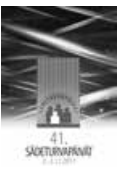
Primaarivaiheen levinneisyys etenkin korkeamman asteen taudissa.

Kirjallisuutta:

Rockall AG, Cross S, Flanagan S, Moore E, Avril N. The role of FDG-PET/CT in gynaecological cancers. *Cancer Imaging* 2012;12:49-65.

Prabhakar HB, Kraeft JJ, Schorge JO, Scott JA, Lee SI. FDG PET-CT of gynecologic cancers: pearls and pitfalls. *Abdom Imaging* 2015;40:2472-2485.

Khan SR, Arshad M, Stewart V, Bharwani N, Barwick TD. What's New in Imaging for Gynecologic Cancer? *Curr Oncol Rep* 2017; 19:8.



42. Sædeturvapäivät

1. - 2.11.2018, Tampere-talo

<http://www.sædeturvapaivat.fi>

Suvi Rautiainen

Munasarjasyövän levinneisysselvittely

Munasarjasyöpä on 5. yleisin naisten syöpä ja sillä on edelleen huono ennuste. Yleisin (70–80 %) tyyppi on korkean graduksen seröösi ovariokarsinooma. Munasarjasyöpä useimmiten (n. 60 %) todetaan epäselvien vatsavaivojen ja vatsan turvotuksen selvittelyssä vatsan TT:lla vasta levinneessä vaiheessa, kun vatsaontelossa on ascitesta ja tautia jo nähtävissä lantion ulkopuolella. Levinneisyyttä arvioitaessa on tärkeää kuvantaa myös thoraxin alue ja tutkia huolella eri suuntien kuvasarjat, sillä munasarjasyöpä leviää suoraan vatsaonteloon ja useimmiten sen ensilöydökset TT:ssa ovat, lantion kystisten/kystissolidien ekspansioiden oheen, omentin ja/tai meson rasvan eri asteinen metastasointi ja vatsakalvon paksuuntuma / nodulaisuus. Pallean pinnoilla, maksan ja / tai pernan päällä erottuu usein hentoakin laattamaista paksuuntumaa, mikä on parhaiten havaittavissa koronaari- ja ja sagittalisuunnan leikkeissä. Vatsaontelon rasvan määrä sekä ascitse vaikuttavat TT:n tarkkuuteen todentaa vatsaontelon metastasointia.

Tarkka levinneisyysluokitus levinneessä munasarjasyövässä on tänä päivänä tärkeää ja radiologin tulee tuntea munasarjasyövän levinneisyyden erityispiirteet ja yleisimmät löydökset. Sytoreduktiokirurgialla pyritään kasvaimen mahdollisimman täydelliseen poistoon, sillä jäännöskasvaimen koko on tärkein ennustetekijä levinneisyysasteen ja potilaan suorituskyvyn lisäksi. Kirurgiassa poistetaan lantion tuumorimassa, kohtu, omentti sekä pyritään poistamaan kaikki erottuvat tuumoripesäkkeet vatsakalvosta ja maksan sekä pernan pinnalta ja palleasta. Myös suolikirurgiaa ja resektioita tehdään imusolmukkeiden poiston oheen. Ultraradikaalikirurgiassa tehdään 1) laajat vatsakalvon poistot (myös palleasta), 2) maksan kapselin alaisten pesäkkeiden ja sappirakon poisto, 3) pernan ja haiman hännän poisto, 4) laajat suoliresektiot / osittainen mahalaukun poisto. Myös maksaan saatetaan tehdä resektio, mikäli kyseessä on yksittäinen maksaparenkyymin metastaasi. Maksamuutosten tarkka karakterisointi on siten tärkeää ja luotettavimmin selvitettävissä ylävatsan MRI-kuvauksella.

Levinneisysselvittelyssä kuvantamisen tulisi vastata seuraaviin kysymyksiin; sopiiko lantion löydös todella munasarjasyöpään vai onko kyseessä esim. levinnyt gi-kanavan syöpä? Onko vatsaontelon rasvassa tai vatsakalvolla metastasiasia ja mikä on löydösten laajuus ja koko? Rajoittuuko tauti lantiolle vai onko ylävatsalla ja esim. palleakaarissa pernan ja tai maksan päällä/pinnalla tautia? Onko parenkyymielimissä syvemmällä kuin kapselin alla metastaseja? Imusolmukemetastasoinnin laajuus ja sijainti (retroperitoneum, vatsaontelo, thorax, nivuset)? Levinneisyys thoraxin puolelle (pleuraneste, pleuran paksuuntumat)? Suolenseinämän affisio, laajuus, sijainti, tukokset? Virtsarakkoaffisio? Komplikaatiot kuten keuhkoembolia, lantion laskimoiden / ureterien kompressio / hydronefroosi? Mahdollisista merkityksellisistä sivulöydöksistä ja anatomisista variaatioista on myös tärkeää raportoida laajoja leikkauksia edeltävästi kuten esim. kaksoisureterit, vasemman munuaislaskimon sijainti jne.

Nyky-suositusten (ESUR guideline 2010) mukaan munasarjasyövän levinneisysselvittely tehdään vartalon varjoainetehoste TT-kuvauksella. Lantion MRI on puolestaan epäselvän munasarjamuutoksen selvittelyssä luotettavin tutkimus. Levinneisysselvittelyssä TT:lla päästään noin 70-90 %:n tarkkuuteen. Useissa tuoreissa tutkimuksissa vatsan ja koko vartalon MRI-kuvauksen käytettävyyttä ja luotettavuutta on tutkittu munasarjasyövän levinneisysselvittelyssä ja saatu hyviä tuloksia, kun kuvantamislöydöksiä on verrattu lopulliseen leikkaustulokseen. Primaarilevinneisysselvittelyssä PET-TT:n tulokset ovat olleet vastaavia kuin varjoaine TT-kuvauksen. PET-TT haasteena on ollut usein suolistoaaffisio sekä meson muutokset, joissa varjoainetehostettu TT- ja MRI DWI -kuvaukset ovat pärjänneet paremmin. Pienet ≤ 5 mm leesiot ovat puolestaan varjoaine TT-kuvaukselle haaste. PET-TT:n käytettävyyttä tulee esiin erityisesti residivointiepäilyssä sekä thoraxin alueen levinneisyydessä. Imusolmukemetastasointi on edelleen haaste TT- sekä MRI- että DWI-tutkimuksille ja näissä PET-TT on tarkempi menetelmä.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

FIGO 1: Kasvain rajoittuu ovarioihin/tuubiin

FIGO 2: Kasvain 1-2 ovariossa ja lantion levinneisyys

FIGO 3: Kasvain 1-2 ovariossa ja histologinen varmistus lantion ulkopuolisesta levinneisyydestä tai metastaasi retroperitoneaalisissa imusolmukkeissa

FIGO 4: Etäpesäkkeet muualla kuin peritoneaalisesti (maksan-/pernaparenkymmi, pleura, vatsaontelon ulkopuoliset imusolmukkeet kuten nivuset ja perikardiaalilita)

Viitteet:

Käypä hoito-suositus, Duodecim (2012): Munasarjasyöpä

Forstner et al. *Curr Radiol Rep* (2016) 4:31: Update on Imaging of Ovarian Cancer.

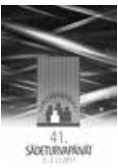
www.esur.org: Female Pelvis. Guidelines for ovarian cancer staging and follow-up

www.sgo.org: FIGO Ovarian Cancer Staging Effective Jan. 1. 2014

Castellani et al. *Abdom Radiol* (NY). 2018 Sep 19. doi: 10.1007/s00261-018-1779-6. [Epub ahead of print]: Imaging in the pre-operative staging of ovarian cancer.

Sahdev A. *Cancer Imaging*. 2016 Aug 2;16(1):19. doi: 10.1186/s40644-016-0076-2.

CT in ovarian cancer staging: how to review and report with emphasis on abdominal and pelvic disease for surgical planning.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Eija Pääkkö, OYS

Endometrioosin magneettikuvaus

Endometrioosi on hyvänlaatuinen, mutta oireiltaan vaihteleva tulehdussairaus. Sitä sairastaa 2-10 % fertiili-ikäisistä naisista. Taudinkuva voi vaihdella oireettomasta jopa vakavia komplikaatioita aiheuttavaan sairauteen. Tavallisimmin endometrioosi aiheuttaa lantion kiputiloja, etenkin kuukautiskipuja, ja lapsettomuutta.

Anamneesi, kliininen tutkimus ja transvaginaalinen ultraääni ovat usein riittäviä menetelmiä endometrioosin diagnostiikassa. Magneettikuvauksesta on apua epäselvän munasarjamuutoksen diagnostiikassa. Ennen vaativaa leikkaushoitoa multifokaalisten, syvien pesäkkeiden laajuus kartoitetaan yleensä magneettikuvauksen avulla. Kaikukuvauksella ja laparoskopialla viime mainitut voivat olla vaikeasti todettavissa.

Endometrioosin tyypilliset ilmenemismuodot

- 1 Peritoneaalinen muoto, jossa vatsakalvon pinnalla on vaihtelevan kokoisia ja värisiä pesäkkeitä, joissa voi olla verenvuotoa ja fibroosia,
2. Munasarjan endometrioosi eli endometriooma eli suklaakysta.
3. Lantion syvä endometrioosi (vatsakalvon pinnan alla > 5 mm syvyydellä), jonka tyyppipaikkoja ovat fossa Douglas, kohdunkaulan takapinta, sacro-uterinaligamentit, kohdun ja virtsarakon välinen alue, virtsarakon seinämä, suolen seinämä, emätin sekä emättimen ja peräsuolen välinen seinämä.

Magneettilöydökset

Peritoneaalinen endometrioosi näkyy vaihtelevasti kuvantamistutkimuksissa. Pienet, vaihtelevan kokoiset ja väriset pesäkkeet, joissa on verenvuotoa ja fibroosia voidaan todeta parhaiten laparoskopialla.

Endometriooma aiheuttaa tyypillisen runsaskaikuisen kaikukuvaukslöydöksen ja MK:ta tarvitaan harvoin erotusdiagnoosissa. T2-kuvissa endometriooma näkyy matalasignaalisena kystamaisena muutoksena, jonka signaali johtuu toistuvista verenvuodoista. T1-kuvissa endometriooma on kirkas ja kirkkaus säilyy rasvasatu-

roiduissa T1-kuvissa, minkä perusteella se voidaan erottaa rasvaa sisältävästä dermoidista eli teratoomasta, joka muuttuu niukkasignaalisiksi rasvasaturoiduissa kuvissa.

Syvien pesäkkeiden signaali riippuu arpi- ja sileälihaskomponentin sekä verenvuodon määrästä. T1-kuvissa kirkkaana näkyvät vuotope-
säkkeet ovat melko harvinaisia ja pääosin syvät pesäkkeet ovat T2-kuvissa niukkasignaalisia, kurovia muutoksia. Suolen seinämässä pesäkkeet eivät yleensä läpäise limakalvoa, vaan rajoittuvat seroosaan ja lihaskerrokseen. Ne näkyvät tyypillisesti suolen ulkopinnalla puolikuumaisina pak-sunnoksina, joiden suolen puoleisella pinnalla on T2-kuvissa kirkkaana näkyvä limakalvo. Suolen endometrioosia esiintyy n. 50%:lla vaikeaa endometrioosia sairastavista.

MK tekniikka

- T2-kuvat sagittaali- ja aksiaalisuunnassa ilman rasvasaturaatiota. Koronaalisuunnasta on apua, mikäli kuvausaika sallii.
- T1-spin echo kuvat sagittaalisuunnassa.
- leikepaksuus e.m. enintään 4 mm. Kuva-ala suoliluun harjasta symfyysiin.
- rasvasaturoidut T1-kuvat aksiaali- ja sagittaalisuunnassa verenvuodon toteamiseksi. Nopeat, hengityspidätyksen aikana otettavat kolmiulotteiset gradienttikaikusekvenssit ovat käyttökelpoisia.
- i.v. tehostusainetta ei käytetä rutiinisti
- virtsateistä otetaan koronaalisuunnan nopea T2-painotteinen kuvaus mahdollisen hydro-nefroosin ja hydroureterin toteamiseksi

Potilaan valmistaminen magneettikuvaukseen

Noin neljän tunnin paastosta on hyötyä peristaltiikan vähentämiseksi. Suolta lamaava lääke parantaa kuvanlaatua: yksi ml hyoskiinibutyylibromidia (Buscopan, 20 mg/ml) lihakseen tai hitaasti laskimoon. Vaihtoehtona on glukagoni, joka on ensisijainen lääke esim. ahdaskulmaglaukoomaa sairastavilla. Virtsarakossa saisi olla jonkin verran täyttöä. Emättimeen kannattaa laittaa kai-



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

kukuvauksessa käytettävää geeliä, joka parantaa emättimen seinämään liittyvien endometrioosimuutosten havaitsemista ja auttaa emättimen ja peräsuolen välisen tilan hahmottamista.

Endometrioosin komplikaatiot

Endometrioosi voi aiheuttaa akuutteja vatsaoireita, mm. suolitukoksia ja umpisuolen puhkeamisia, joiden ensisijainen kuvantamismenetelmä on TT.

Endometrioosiin liittyy lisääntynyt munasarjasyövän riski. Tästä merkinä voi olla heterogeeninen kystissolidi, nopeasti kasvava muutos. Samalla verenvuotoon liittyvät signaalimuutokset yleensä vähenevät.

Ekstragenitaalinen endometrioosi

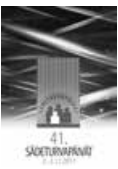
Endometrioosia voi esiintyä lähes missä vain lantion ulkopuolellakin: suolisto, virtsatiet, iho, sisäelimet, keuhkot, keskushermosto, luu, lihakset, imusolmukkeet. Pallean alueella sijaitse-

saan endometrioosi voi penetroida pallean ja aiheuttaa hemo-pneumothoraxin. Endometrioosi voi affisoida myös suoraan thoraxin rakenteita ja aiheuttaa kuukautiskiertoon liittyen (katamenaalista) hemo-pneumothoraxia ja veriyskää. Löydöksenä voi olla myös keuhkonodulukset. Tavallisin lantion ulkopuolella esiintyvä, radiologisia tutkimuksia vaativa muutos on kuitenkin ihon endometrioosikyhmyt. Ne esiintyvät tavallisimmin keisarinleikkausarvessa, mutta myös navan seudussa ja nivustaipeiden alueella. Magneettikuvauksessa näkyvä veri auttaa ihomuutosten diagnostiikassa.

Kirjallisuutta

Pääkkö E, Niinimäki M. Endometrioosin magneettikuvausdiagnoosi. *Duodecim* 2017; 133(1):1-7.

Siegelman ES, Oliver ER. MR imaging of endometriosis: ten imaging pearls. *Radiographics* 2012; 32:1675-91.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Vesa Lund, Ylilääkäri ja Virpi Tunninen, ylifysikko, Satakunnan keskussairaala

Säteilevä potilas sairaalaan - ensihoidon ja säteilyasiantuntijoiden yhteistyö

Suomessa ei ole koskaan sattunut vakavaa onnettomuutta, jonka seurauksena sairaalaan olisi tuotu kontaminoitunut potilas. Meillä ei myöskään ole kokemusta säteilyvammojen tunnistamisesta tai hoidosta. Terveydenhuollon on kuitenkin varauduttava tilanteisiin, jossa ihmisiä on altistunut ulkoiselle säteilylle ja/tai kontaminoitunut. Velvollisuus varautumiseen on määritelty lainsäädännössä ja viranomaisten antamissa ohjeissa (luettelo lopussa).

Valmiustoiminnan tarkoituksena on varmistaa, että organisaatio osaa toimia oikein poikkeustilanteessa (ja kykenee hoitamaan myös perustehtävänsä). Etukäteissuunnittelu ja yhteistyö sairaalan omien organisaatioiden ja eri viranomaisten välillä on välttämätöntä.

Jos potilaalla on samanaikaisesti vaikea vamma ja radioaktiivisen aineen aiheuttama kontaminaatio, tilanteessa toimivat sekä traumatiimi että sairaalafysikoiden muodostama säteilyasiantuntijaryhmä. Normaalioloissa fyysikot eivät ole mukana ensihoidon ja päivystyksen toiminnassa, joten kahden erilaisen asiantuntijaryhmän toiminnan yhteensovittaminen ei käy ongelmitta ilman etukäteissuunnittelua. Säteilyasiantuntijoiden toiminnan johtaminen ja organisoituminen ei myöskään synny itsestään tilanteen ollessa ns. päällä.

Suunnittelutyön lisäksi toimintamalli on testattava säännöllisesti mahdollisimman realististen käytännön harjoitusten avulla. Satakunnan keskussairaalaassa tätä varautumistyötä on tehty jo pitkään. Esityksessä käsitellään säteilyonnettomuusharjoituksia ja niistä opittuja asioita.

Valmiustoiminnan perusteet

1. **Terveydenhuoltolaki 30.12.2010.** "Sairaanhoidopiirin kuntayhtymän on päätettävä yhteistyössä alueensa kuntien kanssa terveydenhuollon alueellisesta varautumisesta suuronnettomuuksiin ja terveydenhuollon erityistilanteisiin. Sairaanhoidopiirin kuntayhtymä on lisäksi velvollinen laatimaan yhteis-

työssä alueensa kuntien kanssa terveydenhuollon alueellisen valmiussuunnitelman."

2. **Valmiuslaki 29.12.2011.** "Valtioneuvoston, valtion hallintoviranomaisten, valtion itsenäisten julkisoikeudellisten laitosten, muiden valtion viranomaisten ja valtion liikelaitosten sekä kuntien, kuntayhtymien ja muiden kuntien yhteenliittymien tulee valmiussuunnitelmin ja poikkeusoloissa tapahtuvan toiminnan etukäteisvalmisteluin sekä muilla toimenpiteillä varmistaa tehtäviensä mahdollisimman hyvä hoitaminen myös poikkeusoloissa."
3. **Pelastuslaki 29.4.2011.** "Viranomaiset, laitokset ja liikelaitokset, jotka ovat velvollisia antamaan pelastusviranomaisille virka-apua ja asiantuntija-apua tai joiden asiantuntevasta muutoin tarvitaan pelastustoiminnassa ja siihen varautumisessa, ovat velvollisia laatimaan pelastuslaitoksen johdolla ja yhteistoiminnassa keskenään tarpeelliset suunnitelmat tehtäviensä hoitamisesta pelastustoiminnan yhteydessä ja osallistumisesta pelastustoimintaan. Pelastuslaitokselle on annettava selvitykset pelastustoimintaan käytettävissä olevista voimavaroista."
4. **Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 6.4.2011.** "Sairaanhoidopiirin kuntayhtymän on ensihoitopalvelua järjestäessään: 1) vastattava ensihoitovalmiuden ylläpidosta, johdettava ensihoitopalvelun operatiivista toimintaa ja laadittava ohjeet kuljetusta edellyttävien potilaiden hoitoon ohjauksesta sekä ohjeet niitä tilanteita varten, joissa potilas ei tarvitse kuljetusta; 2) vastattava ensihoitopalvelun päivittäistoiminnasta, päivittäistoiminnasta poikkeavista erityistilanteista ja niihin varautumisesta"
5. **Riskienhallinta ja turvallisuussuunnittelu. Opas sosiaali- ja terveydenhuollon johdolle ja turvallisuusasiantuntijoille 2011.** "Sosiaali- ja terveydenhuollon ammattihenkilöille on varmistettava riittävä käytännön turvallisuusosaaminen normaaliolojen häiriötilanteiden ja poikkeusolojen edellyttämään toimintaan an-

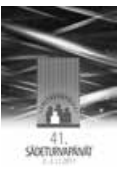


42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

tamalla täydennyskoulutusta ja järjestämällä käytännön harjoituksia. Sosiaali- ja terveydenhuollon henkilöstön täydennyskoulutuksen järjestäminen on työnantajan vastuulla. Sairaanhoidopiirit määrittelevät normaaliolojen häiriötilanteisiin ja poikkeusoloihin liittyvät painopistealueet henkilöstönsä täydennyskoulutusta varten. Organisaatio päättää, keitä henkilöitä koulutustarve koskee. Koulutuksen painopisteiden määrittely tehdään alueellisen riskianalyysin perusteella. Painopisteitä voivat olla esimerkiksi valmiussuunnittelun kehittäminen ja ylläpito, viestintä, väestönsuojelu, säteilyonnettomuudet, kemikaalionnettomuudet, palosuojelu, yhteistyö eri viranomaisten kanssa, lääkinnällinen pelastustoiminta sekä valmiusharjoitusten toteutuksen suunnittelu. Täydennyskoulutuksen tavoitteena on syventää perustietoja ja -taitoja sekä luoda edellytykset turvallisuuskulttuurin edistämiseen ja riskienhallintaan. Käytännön harjoituksilla on koulutuksessa merkittävä rooli.

6. **Säteilytilanneohje. Sisäministeriö 2016.** ...”Terveydenhuollon tulee varautua myös väestön säteilymittauksiin esimerkiksi väliaikaisissa toimipisteissään sekä väestöaltistuksen pitkäaikaisseurannan organisointiin”
7. **Säteilylle altistuneiden tutkimus ja hoito. STM 2008.** ”Ydinvoimalaitosten lähellä olevien hoitopisteiden on varauduttava ottamaan vastaan altistuneita ja/tai kontaminoituneita potilaita. Ympäri vuorokautinen valmius on keskussairaالاتasolla. Muualla maassa ei edellytetä ennakko varautumista, koska tällainen tapahtuma on paikalliselta kannalta katsoen äärimmäisen epätodennäköinen. Tämän ohjeen sisältämä tieto on tarpeen, jotta sairaaloissa voidaan toimia oikealla tavalla myös täysin odottamattomassa tilanteessa, johon liittyy säteilyä.”

Lisäksi on hyvä muistaa, että kontaminoitunut potilas voi päätyä sairaalaan muualtakin kuin ydinvoimalaitoksesta.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Sampsa Kajaluoto, Tarkastaja

Säteilyturvallisuuspoikkeaman käsittely

Tekevälle sattuu ja rapatessa roiskuu. Usein työn tuoksinassa sattuneet vahingot kuitataan olankohautuksella ja todetaan, että vahingot ovat väistämätön osa työntekoa. Silloin kun säteilyttää vahingossa työkaveria ja potilaan kuvaus menee vähän sinnepäin, olankohautus ei riitä. Kaikki säteilyturvallisuuspoikkeamat täytyy käsitellä jämptisti ja ottaa niistä opiksi, jotta saavutetaan paras säteilyturvallisuus.

Lainsäädännölliset vaatimukset säteilyturvallisuuspoikkeamin käsittelylle on esitetty uuden Säteilylain pykälissä 129 §, 130 § ja 131 §, sekä säteilyturvallisuuspoikkeamia käsittelevässä määräyksessä. Käytännössä säteilyturvallisuuspoikkeaman käsittelystä voidaan tunnistaa seuraavat vaiheet:

1. säteilyturvallisuuspoikkeaman havaitseminen
2. välittömät toimenpiteet säteilyaltistuksen rajoittamiseksi
3. tapahtumasta ilmoittaminen säteilyturvallisuusvastaavalle
4. tapahtuman kulun kirjaaminen
5. tapahtumasta raportointinen
6. syiden selvittäminen
7. korjaavien toimenpiteiden toteutus
8. tapahtumasta oppiminen.

Säteilyturvallisuuspoikkeamia on erilaisia. Osa tapahtumista on ohi hyvin nopeasti, kuten ylimääräisen henkilön altistus röntgenkuvauksesta. Osan hoitaminen taas vaatii enemmän resursseja, kuten esimerkiksi useiden henkilöiden kontaminoituminen radioaktiivisesta lääkkeestä. Näin ollen tapahtuman käsittelyn laajuus eri vaiheissa vaihtelee.

Säteilyturvallisuuspoikkeaman havaitsemisen jälkeen tulee toimia käyttöpaikkakohtaisen toimintaohjeen mukaisesti. Ensimmäisiä välittömiä toimenpiteitä ovat tapahtumasta säteilyturvallisuusvastaavalle ilmoittaminen ja säteilyaltistuksen rajoittaminen. Kontaminaatiotapauksessa rajoittaminen toteutetaan mm. tunnistamalla ja rajaamalla säteilyvaarallinen alue. Röntgentoiminnassa ei vähäisimmissä altistustapauksissa tarvitse välttämättä tehdä muuta kuin varmistaa, ettei altistusta jatketa tai toisteta.

Tapahtumien kulku tulee kirjata mahdollisim-

man varhaisessa vaiheessa, ettei tärkeitä asioita unohdu. Säteilyturvallisuuspoikkeama raportoidaan toiminnanharjoittajan omaan järjestelmään ja asiaan kuuluville viranomaisille. STUKille raportoidaan aina viivytyksettä mm. tapahtumista, joissa työntekijän tai väestön edustajan säteilyturvallisuus on vaarantunut sekä tapahtumista, joissa potilas saa merkittävän suunnittelemattoman altistuksen. Säteilyturvallisuuspoikkeamat, joissa potilaan suunnittelematon altistus on vähäisempää voidaan ilmoittaa STUKille kootusti vuosittain.

Tapahtuman syiden selvittäminen on yksi tärkeimmistä säteilyturvallisuuspoikkeaman käsittelyn vaiheista. Mitä merkittävämpi tapahtuma, sitä suuremmalla pieteetillä syyt tulee selvittää. Yksittäin vähäiset tapaukset voivat muodosta merkittäväksi tapahtumaksi, jos tapahtumia yhdistää yhteinen syy. Merkittävissä tapahtumissa on hyvä käyttää systemaattisia analysointimenetelmiä, kuten juurisyyanalyysia, syiden selvittämiseen.

Kun tapahtuman syyt on selvitetty, tulee tehdä korjaavat toimenpiteet, jottei vastaavia tapahtumia sattuisi tulevaisuudessa. Korjaavat toimenpiteet voivat olla teknisiä, esim. suojausmekanismin lisääminen laitteeseen, tai organisatorisia, kuten toimintaa koskevan ohjeistuksen muuttaminen.

Viimeinen vaihe on tapahtumasta oppiminen. Jotta käsittelyssä päästäisiin oppimiseen asti, on säteilyturvallisuuspoikkeamat syytä käydä läpi niin turvallisuusluvan haltijan, säteilyturvallisuusvastaavan, lääketieteellisen fysiikan asiantuntijan kuin säteilyturvallisuusasiantuntijankin kanssa. Tärkeintä on kuitenkin, että poikkeama käsitellään arjen työtä tekevän henkilöstön kanssa.

Jos tapahtumasta ei ole opittu mitään, säteilyturvallisuuspoikkeaman käsittely on epäonnistunut, ja vastaava tapahtuma sattuu todennäköisesti uudelleen. Tämä tarjoaa toki uuden mahdollisuuden oppimiseen, mutta ei ole järin toivottavaa.

Säteilyturvallisuus sairaaloissa ei synny STUKin tarkastusten kautta, vaan työnsä huolella ja turvallisuus edellä tekevien ihmisten kautta. #turvallisuusalkaaminusta



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Eini Niskanen

Kuinkas sitten kävikään? Käytännön esimerkkejä säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittelystä.

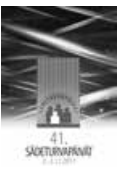
Säteilylle altistavien poikkeavien tapahtumien ilmoittamisesta on säädetty säteilyasetuksen 20.12.1991/1512 17§:ssä. Röntgentoiminnassa tapahtuvien poikkeavien tapahtumien ilmoittamisen menettelyä täsmennettiin ST-ohjeessa 3.3 vuonna 2014. Sen mukaan säteilyturvakeskukseen on ilmoitettava röntgentutkimuksiin tai toimenpiteisiin liittyvä poikkeava tapahtuma viipymättä ainakin silloin, kun kyseessä on ulkopuolisen henkilön tahaton altistuminen, väärän potilaan kuvaus vaativuusluokan III toiminnassa, työntekijän tavanomaisesta poikkeava altistuminen poikkeavan tapahtuman yhteydessä, potilaan saama merkittävä ylimääräinen altistus poikkeavan tapahtuman yhteydessä vaativuusluokan III toiminnassa, sikiön saama merkittävä ylimääräinen altistus poikkeavan tapahtuman yhteydessä vaativuusluokan III toiminnassa, systemaattinen laite- tai järjestelmävikä, tai muu tapahtuma, josta on tärkeää tiedottaa muille toiminnan harjoittajille vastaavan tapahtuman välttämiseksi.

Viipymättä ilmoitettavien poikkeavien tapahtumien lisäksi uudessa ST-ohjeessa otettiin käyttöön kootusti ilmoitettavat tapahtumat. Kootusti ilmoitettavia poikkeavia tapahtumia kerätään siis jo neljättä vuotta. Mahdollisuus ilmoittaa turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmät poikkeavat tapahtumat kootusti on lisännyt ilmoitusherkyyttä, mikä on mahdollistanut toimintatapojen kriittisen tarkastelun ja mahdollisen lisäkoulutustarpeen havaitsemisen.

Poikkeavista tapahtumista ilmoittamisen tulisi olla henkilökunnalle mahdollisimman yksinkertaista ja helppoa, jotta ilmoituskynnys olisi matala ja ilmoituksia tehtäisiin. Ilmoittamatta jääneet

tapaukset eivät auta korjaamaan mahdollisia ongelmia toiminnassa. Ilmoitusten säännöllinen läpikäynti yhdessä koko osaston henkilökunnan kesken auttaa havaitsemaan mahdolliset puutteet toiminnassa ja keksimään ongelmiin ratkaisun. Poikkeavien tapausten läpikäynti on tärkeä tehdä ketään syyllistämättä. Lisäksi aina on hyvä verrata edellisvuosiin, jotta nähdään missä on onnistuttu, olivatko tehdyt muutokset olleet toimivia tai lisäkoulutus hyödyllistä ja missä on vielä mahdollisesti parannettavaa.

Uusi säteilylaki tuo muutoksia poikkeavien tapahtumien ilmoittamiseen. Jatkossa käytettävä termi tulee olemaan säteilyturvallisuuspoikkeama. Lisäksi ohjeistus säteilyturvallisuuspoikkeamien ilmoitusmenettelystä tulee jatkossa olemaan samanlainen koko terveydenhuollon säteilyn käytön alalla, eli myös isotoopin ja sädehoidon tulee ilmoittaa vuosittain kootusti turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmät säteilyturvallisuuspoikkeamat. Merkittävät suunnittelemattomat lääketieteelliset altistukset tulee ilmoittaa säteilyturvakeskukselle viipymättä ja muut kootusti yhteenvedona. Uudessa STUK:n määräyksessä Säteilyturvallisuuspoikkeamiin varautumisesta sekä toimista säteilyturvallisuuspoikkeamien aikana ja niiden jälkeen on määritetty nykyistä ohjeistusta tarkemmin milloin kyse on merkittävästä suunnittelemattomasta lääketieteellisestä altistuksesta. Tämä helpottaa säteilyturvallisuuspoikkeamien käsittelyä varsinkin röntgentoiminnassa, jossa rajanveto viipymättä ilmoitettavan ja kootusti ilmoitettavan säteilyturvallisuuspoikkeaman välillä on ollut varsin häilyvää.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Touko Kaasalainen, fyysikko, HUS Kuvantaminen

Vierasesineet magneettikuvauksessa

Magneettikuvausten lukumäärät ovat viime vuosina kasvaneet tasaista tahtia uusien kuvausindikaatioiden ja laitetekniikan kehittymisen myötä. Magneettitutkimusten etuina esimerkiksi tietokonetomografiatutkimuksiin nähden ovat erinomainen pehmytkudoskontrasti ja toisaalta ionisoivasta säteilystä aiheutuvan säteilyriskin puuttuminen kokonaisuudessaan. Magneettikuvaus onkin nykytietämyksen mukaan oikein käytettynä potilaalle täysin turvallinen tutkimusmenetelmä ja mahdolliset riskit liittyvät lähinnä laitteen vääränlaiseen käyttöön sekä potilaiden kehoissa sijaitseviin vierasesineisiin ja niiden huomiotta jättämiseen kuvauksia tehtäessä. Magneettikuvaukseen liittyvät onnettomuudet ovat kuitenkin lisääntyneet maailmalla viime vuosina tai sitten niistä raportoidaan aiempaa herkemmin. Vaikka terveydenhuollossa nykyisin käytettävät implantit ja ulkoiset ortopediset kiinnityslaitteet ovat tyypillisesti magneettikuvauksen kannalta turvallisia, mahtuu mukaan kohtalaisen suuri joukko vierasesineitä, jotka tuottavat magneettitutkimuksiin rajoituksia tai estävät ne kokonaan. Kehoon asennettujen implanttien ja proteesien aiheuttamista kontraindikaatioista voi aiheutua käytännötyössä myös tulkintaongelmia, sillä vierasesineiden tarkkoja tietoja ei ole aina saatavilla tai kyseisten vierasesineiden magneettiturvallisuutta ei ole testattu.

Magneettikuvauksen turvallisuudesta puhuttaessa tulee huomioida laitteen voimakas staattinen magneettikenttä, gradienttikentät, radiotaajuusenergia ja magneettikuvauslaitteiden toiminnan kannalta keskeinen helium. Käyttäjien ja muun sairaalahenkilökunnan (esim. siivoojat ja anestesiahenkilökunta), kuten myös huoltomiestenkin, on syytä tiedostaa mahdolliset turvallisuusriskit ja toimia magneettiyksikössä annettujen ohjeiden mukaisesti. Voimakas ja aina päällä oleva staattinen magneettikenttä on potilastyössä suurin yksittäinen riski. Se aiheuttaa veto- ja vääntövoimia magnetoituviin vierasesineisiin ja voi liikuttaa helposti myös suuriakin esineitä laitteen läheisyydessä. Gradientti- ja radiotaajuuskentät vaikuttavat puolestaan vain kuvauksen ollessa käynnissä. Muuttuva magneetti-

kenttä indusoi sähkövirran johtaviin kohteisiin ja voi aiheuttaa lämmön nousua elektrodi-kudosrajapinnoilla. Ne voivat vaikuttaa myös aktiivisten implanttien, kuten erilaisten stimulaattoreiden toimintaan. Radiotaajuuskentät aiheuttavat puolestaan kudosten lämpenemistä ja voivat aiheuttaa joissakin tapauksissa palovammoja sähköä johtaviin materiaaleihin indusoituneiden virtojen ja näiden fokuoitumisten vuoksi. Monet ferromagneettiset implantti- ja proteesimateriaalit ovat vuosien saatossa korvattu materiaaleilla, jotka mahdollistavat turvallisen magneettikuvauksen. Esimerkiksi titaanin ja biomateriaalien käyttö on yleistynyt erilaisten implanttien ja proteesien valmistuksessa. Nämä uudet ja aiempaa vähemmän ferromagneettisia materiaaleja sisältävät vierasesineet mahdollistavat myös kuvanlaadun säilymisen aiempaa parempana. Kehityksestä huolimatta voivat vierasesineet yhä edelleen häiritä magneettikuvan laatua ja pahimmassa tapauksessa tuottaa diagnoosiin kelpaamattomia kuvia ja tätä kautta vääriä diagnooseja.

Vierasesineitä omaavia potilaita kuvattaessa tulee varmistua vierasesinekohtaisista rajoituksista. Valmistajat ovat voineet asettaa kuvauksia koskevia rajoituksia esimerkiksi sallitulle SAR-arvolle, spatiaalisen gradienttikentän voimakkuudelle sekä kenttävoimakkuudelle. Myös käytettävän kelan, sallitun kuvausalueen ja kuvausajan keston suhteen on voitu asettaa omia rajoituksia, kuten myös implantaatioajalle suhteessa kuvaushetkeen. Yleisesti ottaen vierasesineet ovat luokiteltu niiden magneettiyhteensopivuuden perusteella kolmeen eri luokkaan (MR safe, MR conditional ja MR unsafe) ASTM:n (American Society for Testing and Materials) käyttämän luokituksen mukaisesti. Vierasesineiden soveltumisesta magneettikuvaukseen saa lisätietoa erilaisista tietokannoista ja internetsivuilta, kuten ilmaisesta www.mrisafety.com -sivustolta ja maksullisesta MagResource-tietokannasta (www.magresource.com).

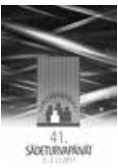
Vierasesineet voidaan luokitella myös aktiivisiin ja passiivisiin vierasesineisiin. Magneettikuvaus voi vaikuttaa aktiivisten vierasesineiden,



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

kuten sydämentahdistinten ja neurostimulaattoreiden, toimintaan ja aiheuttaa näitä omaaville potilaille vakavia vaaratilanteita ja vammoja. Magneettikuvaus voi esimerkiksi hajottaa ulkoisia kuulokojeita sekä aiheuttaa sydämentahdistinten, sähköisten stimulaattoreiden tai neurostimulaattoreiden vikaantumisia ja johtaa pahimmassa tapauksessa potilaiden vammautumisiin tai kuolemiin. Nämä laitteet vaativat tyypillisesti niissäkin tapauksissa, joissa kuvaus on mahdollista, erityisiä säätötoimenpiteitä laitteille. Passiivisissa vierasesineissä ei sen sijaan tarvita säätötoimenpiteitä, vaan kuvauksen turvallisuus ja mahdolliset rajoitukset riippuvat lähinnä vierasesineen materiaalista. Paitsi tarkoituksella potilaille asennetut vierasesineet, myös suunnittelemattomasti kehoon joutuneet vierasesineet tulee aina selvittää. Esimerkiksi erilaiset luodit tai metallinsirpaleet voivat liikkua ja kuumeta kuvauksen aikana ja aiheuttaa potilaille vakavia vaurioita.

Yhteenvedona mainittakoon, että kullakin magneettitoimijalla tulisi olla oma turvallisuusprotokollansa, jota pidetään myös säännöllisesti ajan tasalla. Ennen potilaiden kuvauksia tulee aina selvittää, onko potilaalla vierasesineitä, mitä vierasesineitä ja missä nämä sijaitsevat sekä toisaalta myös missä ja milloin nämä vierasesineet on asennettu tai miten ne ovat joutuneet kehoon. Nämä tulee selvittää lähetteitä, sairauskertomuksia, esitietokyselylomakkeita ja potilashaastatteluja hyödyntäen. Mahdollisesti myös potilaiden aiempia radiologisia kuvia voidaan joutua tarkastelemaan kuvausmahdollisuuksia arvioitaessa. Yksiköiden on myös syytä sopia ne toimenpiteet, joilla mahdolliset poikkeamat ja vaaratilanteet käydään yksityiskohtaisesti osastoilla läpi. Magneettiturvallisuuteen liittyvistä poikkeamista tulee vierasesineiden kohdallakin tehdä ilmoitus Valviralle. Laadukkaaseen työkentelyyn kuuluu, että virheistä pitää pystyä oppimaan.



42. Sädeturvapäivät
1. - 2.11.2018, Tampere-talo
<http://www.sadeturvapaivat.fi>

Tom Eklund, röntgenhoitaja, HUS-kuvantaminen, Meilahti

Magneettikuvaus - Miten hyvä turvallisuus toteutetaan käytännössä?

Sessiossa käydään läpi käytännön magneettiturvallisuutta ja keskustellaan turvauhkien ehkäisystä arjen työtä tekevien näkökulmasta.

Magneettikuvausten turvallisuuteen kiinnitetään paljon huomiota jokapäiväisessä hoitotyössä. Tästä huolimatta ns. läheltä piti -tilanteita tapahtuu koko ajan. Turvauhkien ehkäisy ja

kontraindikaatioiden selvittely vaativat hoitajalta aikaa ja huolellisuutta. Session aikana käydään läpi erilaisia tilanteita, joissa potilaan/hoitohenkilökunnan/ulkopuolisen henkilön turvallisuus on ollut uhattuna.

Sana on vapaa koko session aikana ja kaikki kysymykset sekä kommentit ovat tervetulleita.



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Marja Hedman, kardiologi, dos, oyl, KYS / Kuvantamiskeskus / Kliininen radiologia

Sydämentahdistinpotilas magneettikuvauksessa

Sydämentahdistinpotilaiden määrä lisääntyy jatkuvasti, vuonna 2017 Suomessa asennettiin yli 6000 hidasyöntisyys-, rytmihäiriö- tai vajaa-toimintatahdistinta (kuva 1). Toisaalta magneetti-kuvausten tarve lisääntyy menetelmien kehittymisen ja uusien kuvantamis-indikaatioiden myötä ja vuonna 2015 STUK:n tilaston mukaan Suomessa tehtiin lähes 400 000 magneettikuvausta. On arvioitu, että 50-75 %:lla tahdistinpotilaista on elinaikanaan tarve magneettikuvantamiselle. Siksi viimeisen vuosikymmenen aikana ovat tahdistinvalmistajat siirtyneet tuottamaan magneetti-yhteensopivia tahdistinjärjestelmiä, joissa sekä generaattorin että johtojen ferromagneettisuus on minimoitu, magneettiin reagoivat reed switch -kytkimet on korvattu turvallisemmilla Hall-sensoreilla ja on lisätty suodattimia, joilla estetään muuttuvan magneettikentän aiheuttaman virran siirtyminen tahdistinjohtimia pitkin.

Magneettikuvaukseen liittyvät riskit tahdistinpotilailla liittyvät 1) staattisen magneettikentän aiheuttamaan veto- ja vääntövoimaan, 2) muuttuvan magneettikenttien aiheuttamaan sähkövirtaan ja 3) pulsoivan radiotaajuusenergian aiheuttamaan lämpenemiseen. Tahdistinpotilaalla tämä voi tarkoittaa esimerkiksi tahdistimen toimintahäiriötä tai rytmihäiriön provosoitumista kuvauksen aikana sekä tahdistuskynnyksen nousua lämmön aiheuttaman sydänlihaskuitien seuruksena.

Aikaisemmin sydämentahdistinta pidettiin esteenä magneettikuvaukselle. 1980- ja 90-luvuilla raportoitui useita kuolemaan johtaneita komplikaatioita tahdistinpotilailla magneettikuvauksissa. Jälkikäteen analysoituna näille kuolemapauksille oli kuitenkin yhteistä se, että kuvaukset oli tehty harkitsemattomasti ja ilman asianmukaista potilaan valvontaa ja monitorointia. Sittemmin on julkaistu useita satojen potilaiden aineistoja, joissa magneettikuvaukset eri kehon alueille on toteutettu turvallisesti ilman merkittäviä komplikaatioita. Nämä kansainväliset tutkimukset kattavat sekä magneettiyhteensopivia että ei-magneettiturvallisista tahdistinjärjestelmiä ja lisäksi kattavasti kaikenlaisia tahdistinjärjes-

telmiä yksinkertaisista hidasyöntisyystahdistimista vajaatoiminta- ja rytmihäiriötahdistimien yhdistelmiin. Näiden tutkimustulosten perusteella on laadittu kansainvälisiä suosituksia turvallisen magneettikuvauksen toteuttamiseksi sydämentahdistinpotilailla ja nämä suositukset ovat jo jalkautuneet ohjaamaan sairaaloiden kuvantamiskäytänteitä.

Hiljattain julkaistiin noin 5000 potilaan meta-analyysi ei-magneettiyhteensopivilla tahdistinjärjestelmillä yhteensä 6000 magneettikuvauksessa. Kuvauksia tehtiin kaikille kehon osille mukaan lukien rintakehän kuvaukset. Tutkimuksessa ei havaittu yhtään kuolemantapausta ja havaittiin ainoastaan 3 johtovauriota ja 11 yllättävää tahdistimen toimintaa. Eniten (94 kpl) tapahtui niin sanottuja power on reset -toimintoja, joissa tahdistin muuttaa ennen kuvausta tehdyt asetukset tehdasasetuksiin kuvauksen aikana, joka voi johtaa tahdistimen epäasianmukaiseen toimintaan. Nämä muutokset esiintyivät kuitenkin pääasiassa vanhanaikaisissa tahdistinjärjestelmissä. Yhteenvetona meta-analyyseistä todettiin, että riskit ei-magneettiturvallisilla tahdistinjärjestelmillä kuvattaessa ovat äärimmäisen pienet. Huomion arvoista on, että tässä analyysissä oli mukana peräti 100 magneettikuvausta 'hylättyjen', vapaiden tahdistinjohtojen kanssa, 25 epikardiaalista tahdistinjohtoa sekä muutamia väliaikaisia tahdistimia, jotka virallisissa suosituksissa katsotaan edelleen vasta-aiheiksi magneettikuvaukselle. Näihinkään tapauksiin ei liittynyt komplikaatioita.

Nykytietämyksen valossa minkä tahansa kehon alueen magneettikuvauksella voidaan toteuttaa turvallisesti myös ei-magneettiyhteensopivalle sydämentahdistinpotilaalle, kun tahdistimen asennuksesta on kulunut yli 6 viikkoa, magneettikuvauksen hyödyt ovat hoidollisesti merkittävät (kliinikkolääkärin ja radiologin arvio), tahdistinjärjestelmän toiminta optimoidaan ennen kuvausta ja toiminta tarkastetaan kuvauksen jälkeen (kardiologi, tahdistinhoitaja) sekä kuvauksen aikana potilasta valvotaan EKG:n lisäksi pulssioksimetrillä ja kliinisesti (röntgenhoitaja). Potilaan asianmukainen informointi magneetti-



42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

kuvaukseen liittyvistä hyödyistä ja riskeistä sekä tutkimuksen aikaisten tuntemusten ilmoittamisesta on tärkeää. Yksiselitteisten yhteisten kirjallisten ohjeiden laatiminen työyksiköihin auttaa suoraviivaistamaan turvallisen kuvausprosessin etenemistä. Tässä jos missä moniammatillinen, joustava yhteistyö hoitavan klinikon, tahdistinkardiologin ja radiologin sekä röntgenhoitajien kesken on ensiarvoista.

Hyödyllistä kirjallisuutta:

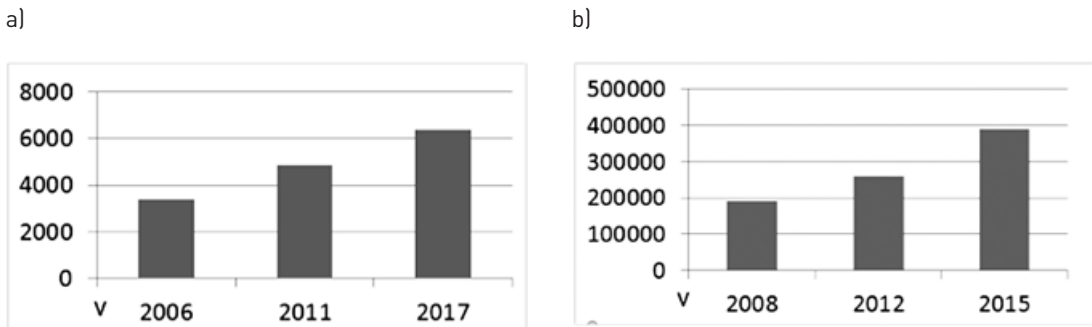
2013 ESC guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *European Heart Journal* 2013;34:2281-2329

Shah A et al. Magnetic resonance imaging safety in nonconditional pacemaker and defibrillator recipients: A meta-analysis and systematic review. *Heart Rhythm* 2018;15:1001-1008

Kaasalainen et al. MRI with cardiac pacing devices –safety in clinical practice. *Eur J Radiol* 2014;83:1387-1395

Kaasalainen et al. Sydämentahdistinpotilaiden magneettikuvaus – turvallinen toimintamalli. *Duodecim* 2015;131:737-743

Kuva 1. Sydämen tahdistinjärjestelmien ensiasennusten (a) ja magneettikuvausten (b) määrät Suomessa viime vuosina (Lähde: Suomen Kardiologisen Seuran ja STUK:n tilastot)





42. Sädeturvapäivät 1. - 2.11.2018, Tampere-talo <http://www.sadeturvapaivat.fi>

Petri Sipola, radiologi, KYS ja yliopiston lehtori, Itä-Suomen yliopisto

Gadolinium-kontrastiaineet – vieläkö uskallan käyttää?

Gadolinium on lantanoideihin kuuluva maame-talli. Se on vapaana elimistölle myrkyllinen. Ke-laatit ovat suuria orgaanisia molekyyliä, jotka muodostavat gadoliniumin kanssa gadoliniumke-laatin, jonka toksisuus on vähäinen. Gadolinium lyhentää kudoksen T1 aikaa ja lisää signaalia T1-painotteisessa magneettikuvauksessa. Eli-mistöön injisoituna varjoaineena gadolinium antaa informaatiota verisuonista (angiografia), kudoksen verenkierrosta (tuumorikarakterisaa-tio), veriaivoesteen eheydestä (aivotuumorit) ja soluvälitilan koosta (tulehdus, sydämen arpiku-dos). Gadolinium varjoaineet otettiin kliiniseen käyttöön vuonna 1988.

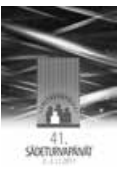
18 vuotta varjoaineiden käytön aloittamisen jälkeen (2006) nefrologit ottivat yhteyttä FDA:n viranomaisiin. He olivat todenneet vaikeaa mu-nuaisten vajaatoimintaa sairastavilla potilailla ihon punoitusta ja paksunemista. Ihoon ja sub-kutikseen tuli puumaista kuvioitusta ja joskus iho kutisi. Tila saattoi edetä ja johtaa nivelten kuroumiin ja nivelten liikkumattomuuteen. Tauti nimettiin nefrogeeniseksi systeemiseksi fibroo-siksi. Potilaat olivat saaneet gadolinium-varjo-ainetta muutamia päiviä - muutamia kuukausia aiemmin. Tautia esiintyi noin 3% korkean riskin potilaista. Joskus oireet tulivat vasta vuosia ga-doliniumin annon jälkeen. Epäilty yhteys gado-linium-varjoaineen ja NSF:n välillä vahvistui, kun NSF-potilaiden ihonäytteistä löydettiin gado-liniumia keskimäärin 70 ppm (ppm = parts per mil-lion, promillen tuhannesosa). Tutkijat eivät löytä-neet gadoliniumia niiden potilaiden ihonäytteistä, joilla munuaisfunktio oli normaali. NSF:iin ei ole hoitoa; munuaisiirto saattaa stabiloida taudin ja mahdollisesti jonkin verran lievittää oireita.

Lähes kaikki NSF-tapaukset esiintyivät mole-kyylirakenteeltaan lineaarisilla gadolinium-var-joaineilla gadodiamide (Magnevist, Omniscan), gadoversetamide (OptiMARK) ja vain yksittäisiä tapauksia esiintyi potilailla, jotka olivat saaneet molekyyliirakenteeltaan makrosyklisillä aineita gadoteridolia (ProHance), gadobutrolia (Gadavist) ja gadoterate meglumineaa (Dotarem) tai lineaa-rista gadoxetate disodium -varjoainetta, joka

erittyi munuaisten lisäksi myös maksan kautta (Eovist, Primovist ja MultiHance). Makrosyklisis-sä kelaateissa gadolinium-ioni on sidottu useilla sidoksilla rengasmaiseen kelaattimolekyyliin. Tällöin vapaata gadoliniumia pääsee irtoamaan vain, jos useat sidokset katkeavat yhtäaikaaisesti. Linearisessa kelaattimuodossa gadolinium-ioni ei ole rengasrakenteen suojaama, joten gado-liniumia pääsee irtoamaan kelaatista helpommin.

Gadoliniumin irtoaminen kelaattiparistaan ja muuttuminen vapaaksi gadolinium kationiksi (3+) tapahtuu solujen välisessä interstitiaalitallassa. Gd3+ sitoutuu negatiivisesti varautuneihin anio-neihin mm. fosfaattiin. Uusi yhdiste on liukene-maton ja voi stimuloida kiertävien fibroplastien aktivaation ja fibroottisen kudoksenreaktion joillain potilailla. Jo hyvin pienet gadoliniummäärät voi-vat indusoida fibroplastien hyaloraanisynteesiä ja synteesi ei välttämättä ole annosriippuvainen. Eräässä tutkimuksessa sekä 10 mmol/l että 1 mmol/l aiheuttivat fibroplastien hyaloraanisyn-teesin kaksinkertaistumisen. Gadoliniumin in-dusoimaa fibroosia on kuvattu ihon lisäksi luu-rankolihasissa, sydänlihaksessa, munuaisissa ja kiveksissä. Gadoliniumkelaatit eliminoituvat munuaisten kautta. Jos eliminoituminen viiväs-tyy, gadoliniumilla on enemmän aikaa irrota ke-laattiparistaan.

NSF-taudin tunnistamisen jälkeen riskipotilai-den kohdalla on ryhdytty varotoimenpiteisiin. Ca-nadian Association of Radiologists -yhdistyksen kesäkuu 2018 suosituksen mukaan potilailla, joil-la on lievä tai kohtalainen munuaisten vajaatoi-minta (eGFR 30-60 mL/min/1.73 m²) varjoainetta voidaan käyttää normaalisti. Potilailla, joilla on vaikea munuaisten vajaatoiminta tai munuaiset eivät toimi lainkaan (eGFR < 30 mL/min/1.73 m²), varjoaineen käyttö pitää harkita yksilöllisesti ja vaihtoehtoisia modaaliteetteja tulee käyttää mikä-li mahdollista. Jos varjoainetta käytetään, täytyy käyttöön pyytää potilaan suostumus ja käyttää turvallisemmassa ryhmässä olevia varjoainei-ta. Annos voi olla normaali. Toistettuja injektioita tulee välttää. NSF riski voidaan näin toimien ar-vioida olevan hyvin alhainen (<1%). Vuoden 2009



42. Sädeturvapäivät

1. - 2.11.2018, Tampere-talo

<http://www.sadeturvapaivat.fi>

jälkeen uusia NSF-tapauksia ei ole raportoitu.

Vuonna 2014 raportoitiin natiivi T1-painotteisissa MRI-kuvissa kirkassignaalisuutta aivojen tyvitumakkeissa globus palliduksessa ja pikkuaivojen nucleus dentatuksessa potilailla, jotka olivat saaneet useita annoksia molekyylirakenteeltaan lineaarisia varjoaineita gadopentetate dimegluminea tai gadodiamidia – samoja varjoaineita, jotka olivat aiemmin aiheuttaneet NSF-tapauksia. Nyt todetut kirkassignaalimuutokset olivat kuitenkin potilaan munuaistoinnasta riippumattomia. Post mortem tutkimuksissa aivoista löydettiin gadoliniumia. Sitä oli enemmän potilailla, jotka olivat saaneet lineaarisia varjoaineita. Varjoainetta löytyi kontrolleja enemmän kaikista aivojen tutkituista osista: tyvitumakkeiden lisäksi pikkuaivojen valkeasta aineesta, frontaalilohkon korteksilta ja frontaalilohkon valkeasta aineesta. Erityisen runsaasti gadoliniumia oli kuvissa kirkassignaalina näkyvissä tumakkeissa. Postmortem-aineiston potilailla ei ollut ollut vaikeaa munuaisten vajaatoimintaa (eGFR < 45 mL/min/1.73 m²).

Lapsipotilailla (n=280), jotka olivat saaneet vähintään 5 annosta gadodiamidia, todettiin nucleus dentatuksen signaalin korreloivan annettujen varjoaineannosten määrän kanssa. Vastaava löydös todettiin myös toisessa 46 lapsipotilaan gadodiamidi-aineistossa. Visuaalisesti havaittavat, tutkimuksesta toiseen progressiivisesti lisääntyvät kirkassignaalimuutokset nucleus dentatuksessa todettiin lapsella, joka oli saanut 35 annosta gadodiamidia.

Molekyylirakenteeltaan syklisiä varjoaineita saaneiden potilaiden löydökset ovat ristiriitaisia. Eräissä tutkimuksissa potilailla, jotka olivat saaneet vähintään 20 kertaa gadoterate megluminea tai gadobutrolia ei todettu nucleus dentatuksessa signaalimuutoksia kun taas tutkimuksessa, jossa potilaat olivat saaneet 10-44 annosta gadobutrolia nucleus dentatuksen signaali ja varjoaineannos korreloivat. Tässä tutkimuksessa visuaalisesti havaittavat kirkassignaalimuutokset nucleus dentatuksessa todettiin kahdella potilailla, jotka olivat saaneet 37 ja 44 annosta varjoainetta.

Kirkassignaalimuutoksia aivoissa ei havaittu 41 lapsipotilaan aineistossa, jossa potilaat olivat saaneet keskimäärin 9 annosta makrosyklista gadoterate megluminea, ei myöskään 24 lapsipotilaan tapausverrokkitutkimuksessa, jossa potilaat olivat saaneet keskimäärin 14 annosta makrosyklisiä gadoteridolia tai gadoterate megluminea. Sen sijaan 50 potilaan aineistossa, jos-

sa lapset (keski-ikä 8 vuotta) olivat saaneet yli 6 annosta gadoterate megluminea globus pallidus/talamus -signaalien suhde ja nucleus dentatus/pons -signaalien suhde korreloi annettujen varjoaineannosten kanssa. Verrattaessa saman potilaan viimeisimpiä kuvia ensimmäisiin tyvitumakkeiden signaali oli lisääntynyt.

Aivojen lisäksi gadoliniumia on etsitty ja löydetty luusta. 2004 analysoitiin luunäytteitä potilailta, joilta oli poistettu leikkauksen yhteydessä femurin caput. Potilailla oli normaali munuaistoinnasta ja he olivat saaneet lineaarisia gadodiamidia tai makrosyklisiä gadoteridolia. Näytteistä löydettiin gadoliniumia ja sitä oli enemmän niillä potilailla, jotka olivat saaneet gadodiamidia. Lineaarisen molekyylin injektion jälkeen kudokseen näytti jäävän nelinkertaisen määrän gadoliniumia syklisen molekyylin injektioon verrattaessa. Toisessa tutkimuksessa (2009) lineaarisia gadodiamidia ja syklisiä gadoteridolia löydettiin lonkan proteesileikkauksessa otetuista luunäytteistä. Pitoisuudet olivat enimmillään >800 kertaisia verrattaessa verrokkihenkilöihin, jotka eivät olleet saaneet gadolinium-varjoaineita. Tutkimuksessa ei todettu pitoisuuseroja lineaarisen ja syklisen molekyylin välillä. Kudospitoisuudet eivät korreloineet injektioajankohtaan, enimmillään injektioista oli aikaa kahdeksan vuotta. Potilailla, joilla oli osteoporoottisia murtumia, gadoliniumia oli vähemmän.

Johtopäätökset: Elimistöön jää varjoaineinjektion jälkeen gadoliniumia. Gadoliniumia jää elimistöön sitä enemmän, mitä enemmän sitä on annettu, mitä pitempään gadolinium viipty elimistössä ja mitä instabiilimpaan kelaattiin sitoutuneena se on annettu. Elimistöön jäävä gadolinium on suurempina pitoisuuksina haitallista: se indusoi kudoksen fibrotisoitumista. Onko elimistöön jäävillä pienillä gadoliniummäärillä terveydellistä merkitystä, ei tiedetä.

Vieläkö uskallan käyttää? Gadoliniumvarjoaineista voi olla hyötyä tautien diagnostiikassa. Koska elimistöön jäävä gadolinium saattaa kuitenkin olla haitallista myös pieninä pitoisuuksina, varjoainetta tulisi käyttää vain silloin, kun yksilöllinen hyöty-haitta-analyysi puoltaa varjoaineen käyttöä. Useimmissa tutkimuksissa varjoaineen käyttö voidaan korvata käyttämällä natiivi MRI-sekvenssejä, varjoainetehosteista UÄ ja CT-kuvausta, biopsioita ja seurantaa. Joissain tapauksissa oikeasta taudinmäärityksestä saatava hyöty on suurempi kuin varjoaineen käyttöön liittyvät riskit (esimerkiksi sydänsarkoidoosin diagnoosi varjoainetehosteisella MRI-kuvauksella).

