



SÄDETURVAPÄIVÄT

45. SÄDETURVAPÄIVÄT

3. – 4.11.2022

Tampere-Talo



SISÄLLYSLUETTELO

Ohjelma	4-11
<i>Jari Hakanen</i>	
Työssä uupunut, tylsistynyt vai työn imussa?	12
<i>Helena Liira</i>	
Long Covid: Kliininen tausta ja oireet.....	13
<i>Aira Jartti, Dos. Osastoylilääkäri, OYS Kuvantaminen</i>	
Covid-19 infektion pitkäaikaislöydökset keuhkojen TT-tutkimuksessa	14
<i>Verner Ruonala, Tarkastaja, STUK</i>	
Tutkimusmäärät, mitä nyt kuvataan?.....	18
<i>Pasi Lepola, Ylifyysikko, Kuvantaminen</i>	
Kansallinen suositus kuvankatselumonitoreille.....	19
<i>Esa Liukkonen, Tutkimuskoordinaattori, FT, TtM, rh, OYS</i>	
Monitorien laadunvarmistus - kokemuksia OYSista.....	20
<i>Ulla-Mari Aakula, Johtava auditoija, kouluttaja, Labquality Oy</i>	
Sisäiset kliiniset auditoinnit.	22
<i>Merja Wirtanen, kliininen asiantuntija - HUS Diagnostiikkakeskus, radiologia</i>	
Itsearviointit "how to do it".	23
<i>Pekka Poutiainen</i>	
PET radiolääkkeen valmistuksen validointi.	25
<i>Iida Kuurne, tarkastaja, STUK</i>	
Isotooppitutkimukset ja -hoidot, mikä on muuttunut?	26
<i>Sarita Forsback, Kehityspäällikkö, FT, Dosentti, Valtakunnallinen PET-keskus, Radiokemian Laboratorio, Turun yliopisto</i>	
Uudet PET-radiolääkkeet.	28
<i>Heikki Minn</i>	
PSMA-PET/TT: klinikon näkökulma.....	29
<i>Jyri Järvinen, OYS</i>	
Magneettikuvaus (MK) ei-traumaattisen olkapäevaivan selvittelyssä.....	30
<i>LT, dosentti Aleksi Reito, ortopedian ja traumatologian erikoislääkäri, TULES-keskus, TAYS, Tutkimusjohtaja, Tekonivelsairaala Coxa, Tampere</i>	
Mitä oikeasti tarvitaan?.....	32
<i>Niko Sillanpää</i>	
Tietokonetomografian oikeutuksen arviointi: EU-JUST-CT-projekti.....	33



SÄDETURVAPÄIVÄT

SISÄLLYSLUETTELO

<i>Ritva Bly, Johtava asiantuntija, STUK</i>	
Saako oireettomia kuvata? - Uudet kriteerit kuvantamisen oikeutukseen	34
<i>Jaakko Niinimäki, Radiologi, OYS</i>	
Rangan natiivikuva, milloin kuvataan aikuiselta?	36
<i>el Nurminen Janne, TYKS Kuvantaminen</i>	
Koko kehon pyyhkäisykuvaus ja aikuisten skolioosi	37
<i>Päivikki Tanskanen, lastenradiologi, OYS</i>	
Lasten selkärangan natiivikuvaukset.....	38
<i>el Ilkka Törmänen, vatsaradiologia, TAYS</i>	
Pankreatiitin diagnostiikka.....	40
<i>Helka Parviainen, LKT, vatsaradiologi, Vaasan ks, Helsingin yo ja Duodecim</i>	
Haimasyövän kuvantamisiagnostiikka ja paikallislevinneisyyden arviointi.....	42
<i>Suvi Marjasuo</i>	
IgG4:ään liittyvä sairaus ja autoimmuunipankreatiitti	43
<i>Antti Siiki, LT, Gastrokirurgian erikoislääkäri, Haimakirurgia, osasto GAS2, Gastroenterologian vastuualue, TAYS, Tampereen yliopistosairaala, Pirkanmaan sairaanhoitopiiri</i>	
Mitä klinikko haluaa haimalausunnolta?	45
<i>Johanna Virtanen radiologian el, TYKS</i>	
Rektumin karsinooman diagnostiikka - paikallislevinneisyys magneettikuvauksella	47
<i>Sanna Valle, radiologi, HUS</i>	
Tulehdus vai tuumori?	49
<i>Tiina E Lehtimäki, abdominaaliradiologi, Vaasan keskussairaala</i>	
Suolistoiskemian diagnostiikka.....	51
<i>Mikael Brix</i>	
Fotonilaskenta-TT, katsaus teknologiaan ja sen sovelluksiin.....	54
<i>Teija Sainio, Neuro-HIFU, Turun yliopistollinen keskussairaala</i>	
Neuro-HIFU: Neurokirurgiaa ilman veistä?	55
<i>Jussi Hirvonen</i>	
Neuroradiologian AI-sovelluksia.....	56



SÄDETURVAPÄIVÄT

OHJELMA

Sädeturvapäivät 3.-4.11.2022

Sädeturvapäivät järjestetään tänä vuonna 45. kerran. Koulutus järjestetään hybridi-mallilla, jossa sekä lähi- että etäosallistumien on mahdollista. Tallenteet ovat tapahtuman jälkeen katsottavissa sessioittain 4.12.2022 saakka.

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

Iltatilaisuus pidetään torstaina 3.11.2022 klo 18.30 – 23.00 Tampere-talossa.

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

Teoreettinen koulutus

Koulutusta on anottu Tampereen yliopistolta teoreettiseksi kurssimuotoiseksi koulutukseksi seuraaville erikoisaloille;

Radiologia 10t, Kliininen fysiologia ja isotooppi lääketiede 10 t, Akuuttilääketiede 5t, Endokrinologia 5t, Gastroenterologia 5t, Gastroenterologinen kirurgia 5t, Infektiosairaudet 5t, Keuhkosairaudet ja allergologia 5t, Kirurgia / runkokoulutus 5t, Kliininen neurofysiologia 5t, Lastenneurologia 5t, Lastentaudit 5t, Neurokirurgia 5t, Neurologia 5t, Syöpätaudit 5t, Yleiskirurgia 5t, Yleislääketiede 5t

ST 1.7 ohjeen mukaista säteilykoulutusta Säteilysuojelukoulutus (kaikki erikoisalat) 10 t.

Todistukset lähetetään sähköpostitse maanantaina 7.11.2022.

Näyttely

Näyttely on avoinna torstaina 3.11.2022 klo 9.30 - 15.00 ja perjantaina 4.11 klo 9.00 - 13.30.

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

Sädeturvapäivien järjestelytoimikunta 2022

Roberto Blanco, puheenjohtaja
Susanne Kapanen
Sari Koistila
Pasi Lepola
Riikka Lindén
Pirita Tahvonen
Petra Tenkanen-Rautakoski
Elias Vaattovaara
Sari Virsula
Marika Miinalainen, sihteeri



SÄDETURVAPÄIVÄT

OHJELMA

Torstai 3.11.2022

8.30 - 9.30 Aamukahvit, 2 krs

ISO SALI

9.30 - 9.40 Avaussanat
Järjestelytoimikunnan puheenjohtaja

9.40 - 10.10 Carl Wegelius -luento

10.10 - 11.00 Työssä uupunut, tylsistynyt vai työn imussa?
Tutkimusprofessori Jari Hakanen, Työterveyslaitos

11.00 - 12.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas

ISO SALI

Long covid

puheenjohtaja Lauri Mattila

12.30 - 12.55 Long Covid: Kliininen tausta ja oireet
ylilääkäri Helena Liira, HUS

12.55 - 13.20 Covid-19 infektion pitkäaikaislöydökset keuhkojen
TT-tutkimuksessa
dos. osastonylilääkäri Airi Jartti, OYS

13.20 - 13.30 Keskustelu

13.30 - 14.15 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

Keuhkosityöpä vai ei

puheenjohtaja Tapio Vehmas

14.15 - 14.45 Keuhkosityövän erotusdiagnostiset vaihtoehdot
radiologi Lauri Mattila, OYS

14.45 - 15.15 Keuhkosityövän diagnostinen polku
keuhkolääkäri Toomas Uibu, TAYS

15.15 - 15.45 Keuhkomuutos -biopsia vai ei
Kirsi Volmonen, HUS

15.45 - 16.00 Keskustelu



SÄDETURVAPÄIVÄT

OHJELMA

Torstai 3.11.2022

PIENI SALI

Tutkimusmäärien laadukasta monitorointia

puheenjohtaja Atte Lajunen, STUK

- 12.30 - 12.55 Tutkimusmäärät, mitä nyt kuvataan?
tarkastaja Verner Ruonala, STUK
- 12.55 - 13.20 Kansallinen suositus kuvankatselumonitoreillesairaalafysikko
Pasi Lepola, Päijät-Sote
- 13.20 - 13.45 Monitorien laadunvarmistus - kokemuksia OYSista
tutkimuskoordinaattori Esa Liukkonen, OYS
- 13.45 - 14.00 Keskustelu
- 14.00 - 14.45 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

Omatoinnissa arvioinnit jatkuvan parantamisen työkaluna

puheenjohtaja Raija Honkanen

- 14.45 - 15.15 Sisäiset kliiniset auditoinnit
Johtava auditoija Ulla-Mari Aakula, Labquality Oy
- 15.15 - 15.45 Itsearviointit "how to do it"
Kliininen asiantuntija Merja Wirtanen, HUS
- 15.45 - 16.00 Keskustelu
- 18.30 - 23.00 Iltajuhla, Tampere-talo



SÄDETURVAPÄIVÄT

OHJELMA

Torstai 3.11.2022

MAESTRO

Isotooppikuvantaminen

puheenjohtaja Jussi Aarnio, Essote

- 12.30 - 12.55 PET-lääkeaineen valmistuksen validointi
Radiokemisti Pekka Poutiainen, KYS
- 12.55 - 13.20 Isotooppitutkimukset ja -hoidot, mikä on muuttunut?
tarkastaja lida Kuurne, STUK
- 13.20 - 13.45 Uudet Merkkiaineet,
Sarita Forsback, Turun yliopisto
- 13.45 - 13.55 Keskustelu
- 13.55 - 14.40 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

Isotooppikuvantaminen

puheenjohtaja Jukka Kemppainen, TYKS

- 14.40 - 15.05 PSMA-PET
Jukka Kemppainen, TYKS
- 15.05 - 15.30 PSMA-PET klinikon näkökulma
professori, emeritus Heikki Minn, TYKS
- 15.30 - 15.55 Kokovartalo-PET
Juhani Knuuti, TYKS
- 15.55 - 16.00 Keskustelu



SÄDETURVAPÄIVÄT

OHJELMA

Perjantai 4.11.2022

PIENISALI

Ei traumaattinen olkapää

puheenjohtaja Milja Holstila, TYKS

- 8.30 - 9.00 Hyvä olkapään RTG-kuva (hyvä kuva hoitajalle) röntgenhoitaja
Maija Häkkinen, HUS
- 9.00 - 9.25 Milloin RTG & UÄ -tutkimukset riittävät?
radiologi Mika Nevalainen, OYS
- 9.25 - 9.50 Olkapään MRI ei-traumaattisen olkapäävaivan selvittelyssä.
Milloin tarvitaan MRI-artrografia?"
radiologi Jyri Järvinen, OYS
- 9.50 - 10.15 Mitä oikeasti tarvitaan?
LT, dos. ortopedi Aleksi Reito, TAYS
- 10.15 - 10.45 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

Oikeutusarvioinnin käytännön toteutuminen

puheenjohtaja Niko Sillanpää, TAYS

- 10.45 - 11.10 Lähetteestä tutkimukseen (röntgenhoitajan rooli)
röntgenhoitajat Pirita Nieminen ja Annamari Kuusikko, TAYS
- 11.10 - 11.35 TT-tutkimukset
radiologi Niko Sillanpää, TAYS
- 11.35 - 12.00 Saako oireettomia kuvata? - Uudet kriteerit kuvantamisen
oikeutukseen
johtava asiantuntija Ritva Bly, STUK
- 12.00 - 13.00 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas



SÄDETURVAPÄIVÄT

OHJELMA

Perjantai 4.11.2022

PIENISALI

Selkäranka

puheenjohtaja Jaakko Niinimäki, OYS

- 13.00 - 13.25 Natiivikuva, milloin kuvataan aikuiselta?
radiologi Jaakko Niinimäki, OYS
- 13.25 - 13.55 Koko kehon pyyhkäisykuvaus ja aikuisten skolioosi
radiologi Janne Nurminen, TYKS
- 13.55 - 14.20 Lasten selkärangan natiivikuvaukset
radiologi Päivikki Tanskanen, OYS
- 14.20 - 14.30 Keskustelu

DUETTO 1 -2

Haima, nyt

puheenjohtaja Tiina E Lehtimäki

- 8.30 - 8.55 Pankreatiitin diagnostiikka
radiologi Ilkka Törmänen, TAYS
- 8.55 - 9.20 IgG4-sairauden ilmentymät vatsan alueella
radiologi Suvi Marjasuo, TAYS
- 9.20 - 9.45 Haimasyövän kuvantamisdiagnostiikka ja
paikallislevinneisyyden arviointi
radiologi Helka Parviainen, Vaasan ks
- 9.45 - 10.10 Mitä klinikko haluaa lausunnonla
gastrokirurgian erikoislääkäri Siiki Antti, TAYS
- 10.10 - 10.20 Keskustelu
- 10.20 - 10.50 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi



SÄDETURVAPÄIVÄT

OHJELMA

Perjantai 4.11.2022

DUETTO 1 -2

Suolisto ”karsinoomasta kuolioon”

puheenjohtaja Suvi Marjasuo

- | | |
|---------------|--|
| 10.50 - 11.15 | Rektumin karsinooman diagnostiikka
radiologi Johanna Virtanen, TYKS |
| 11.15 - 11.40 | Tulehdus vai tuumori
radiologi Sanna Valle, HUS |
| 11.40 - 12.05 | Suolistoiskemian diagnostiikka
radiologi Tiina E Lehtimäki, VKS |
| 12.05 - 12.15 | Keskustelu |
| 12.15 - 13.15 | Näyttelyyn tutustuminen ja lounas |

Vaikeita tapauksia (Haima/suoli)

puheenjohtaja Pirita Tahvonnen

- | | |
|---------------|--|
| 13.15 - 14.30 | radiologi Inkeri Lehto, HUS
radiologi Jaakko Vanhatalo, TYKS
radiologi Sanna Konstari, OYS
radiologi Riikka Nevalainen, TAYS
radiologi Tiina-Talvikki Lehtimäki, KYS |
|---------------|--|



SÄDETURVAPÄIVÄT

OHJELMA

Perjantai 4.11.2022

MAESTRO

Uudet teknologiat

Puheenjohtaja tutkimus- ja innovaatiojohtaja Juha Töyräs, PSSHP

- 8.30 - 8.55 Fotonilaskenta-TT, katsaus teknologiaan ja sen sovelluksiin erikoistuva fyysikko Mikael Brix, OYS
- 8.55 - 9.20 Nopeammin, tarkemmin, voimakkaammin: uudet MRI-sekvenssit sairaalafyysikko Eveliina Lammentausta, OYS
- 9.20 - 9.45 Neuro-HIFU sairaalafyysikko Teija Sainio, TYKS
- 9.45 - 10.00 Keskustelu
- 10.00 - 10.30 Näyttelyyn tutustuminen ja kahvi

AI:n käytännön sovellutuksia, kyllä kone tietää

puheenjohtaja Jussi Hirvonen

- 10.30 - 10.55 Natiivikuvien AI sovellutuksia professori Simo Saarakkala
- 10.55 - 11.20 Neuroradiologian AI-sovelluksia professori Jussi Hirvonen, Turun yliopisto
- 11.20 - 11.30 Keskustelu
- 11.30 - 12.30 Näyttelyyn tutustuminen ja lounas

AVH Potilaan Polku

puheenjohtaja Johanna Pekkola

- 12.30 - 12.55 Aivoverenkiertohäiriön akuutti hoito Neurologian erikoislääkäri Anne-Mari Kantanen, KYS
- 12.55 - 13.20 Radiologinen diagnostiikka, radiologi Mikko Nyman, TYKS
- 13.20 - 13.45 Toimenpideradiologinen hoito radiologi Petri Saari, KYS
- 13.45 - 14.00 Keskustelu



SÄDETURVAPÄIVÄT

Jari Hakanen

Työssä uupunut, tylsistynyt vai työn imussa?

Esityskuvaus: Työpaikoilla ollaan kuormittuneita, tylsistyneitä, työn imussa ja innostuneita ja joskus vaan tyytyväisiä. Esityksessä jäsenneitä näitä erilaisia työhyvinvoinnin kokemuksia ja vastataan seuraaviin kysymyksiin: mitkä seikat työssä tuottavat tyypillisesti kuormitusta ja kuinka tunnistaa kuormituksen merkit? Mitkä ovat ne voimavarat työssä, jotka kannattelevat ja synnyttävät työn imua? Miten vältetään hai-

tallinen rutinoituminen? Entä miten omaa työtä tuunaamalla voi jokainen lisätä työnsä mielekkyyttä ja mitä ovat henkilöstön hyvinvointia ja hyvää työtoimintaa lisäävän palvelevan, ihmisiä kunnioittavan, johtamisen tunnuspiirteet. Tavoitteena on, että jokainen osallistuja saa vähintään yhden myönteisen idean ja välineen omaan työhönsä ja sen kehittämiseen.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Helena Liira

Long Covid: Kliininen tausta ja oireet

Koronavirusinfektion pitkäaikaisoireilla (long Covid tai post Covid-19) tarkoitetaan oireita, jotka esiintyvät vielä kolmen kuukauden kuluttua Covid-19-infektioon sairastumisesta. Tavallisia koronavirusinfektion pitkäaikaisoireita ovat rintatuntemukset, uupumus, joka ei parane lepäämällä, "aivosumu" ja muut kognitiiviset ongelmat, yskä, hengitysvaikeudet, rytmihäiriötuntemukset sekä pitkäkestoiset kivut. Hollantilaisen väestötutkimuksen mukaan pitkäaikaisoireita on joka kahdeksannella Covid-19-infektioon sairastuneella.

Virusen jälkeisiä oireyhtymiä on tunnettu aikaisemmin esimerkiksi influenssan jälkeen. Koronavirusten aiheuttamat SARS- ja MERS-epidemit tuottivat long Covidin kaltaisia pitkäaikaisoireita noin kolmasosalle potilaista. Seurantatutkimusten mukaan näistä pitkäaikaisoireista pääosa potilaista kuntoutui hyvin.

Koronaviruksen pitkäaikaisoireiden mekanismi on edelleen osittain epäselvä, mutta elinvaurioiden lisäksi siihen saattaa liittyä kroonisen tulehduksen piirteitä, endoteelin vaurioita ja autoimmuunireaktioita. Myös geneettisten tekijöiden tiedetään vaikuttavan.

Merkittävä osa oireista syntyy siten, että virus häiritsee tahdosta riippumattoman hermoston toimintaa. Vaikka tarkkaa vauriomekanismia ei tunneta, monet oireet voidaan selittää autonomisen hermoston häiriöllä. Esimerkiksi makuulta ylös nousemiseen liittyvä sydämentykytys (posturaalinen takykardia eli POTS) on tavallinen koronavirusinfektion pitkäaikaisoire, ja sitä tavataan muidenkin virusinfektioiden jälkeen.

Oireet kuormittavat potilaita tyypillisesti paljon. Uupumus voi olla vaikeaa ja haitata normaalia elämästä ja työstä suoriutumista. Long Covid on monimuotoinen ja voi eri potilailla ilmetä erilaisin oirein. Potilaille on tärkeää tulla kuuluksi oireineen ja haasteineen. Moni kärsii myös post-traumaattisen stressin oireista. Korona on

kohdellut monia perheitä hyvin kuormittavalla tavalla. Moni on kokenut myös raskaita sairaa-lahoitajaksoja.

Lääkärin tehtävänä on varmistaa, että oireet eivät johdu muusta, samanlaisia oireita aiheuttavasta sairaudesta. Potilaan kliininen tutkimus on tarpeen ja usein tarvitaan myös laboratoriotutkimuksia. Vaarana on, että potilas joutuu laboratorio- ja kuvantamistutkimusten kierteeseen, joka pitää osata päättää.

Keskeistä on ylläpitää toivoa ja valaa uskoa kuntoutumisen mahdollisuuteen. Kun riittävä erotusdiagnostiikka on tehty, potilaalle on usein helpottavaa, kun asetetaan long Covidin diagnoosi (U08.9 tai U09.9) ja keskitetään voimavarat hoidon ja kuntoutuksen suunnitteluun.

Hoidossa keskeistä on psykoedukaatio, tietojen antaminen sairaudesta ja sen hoidosta, potilaan ja läheisten kuuleminen tarkoituksena voimaannuttaa heitä selviämään sairaudesta. On hyvä kertoa, että oireet tyypillisesti vaihtelevat. Stressin hallinta ja hyvä uni tukevat toipumista. Potilaat voivat hyötyä tahdosta riippumattoman hermoston toimintaa rauhoittavista hoitomuodoista kuten mindfulnessista ja meditaatiosta.

Myös lääkkeillä voidaan auttaa näitä potilaita, vaikka täsmälääkettä long Covidiin ei vielä tunneta. Beetasalpaaja rauhoittaa tykytysoireita ja sen avulla potilas saattaa pystyä liikkumaan enemmän. SSRI-lääkkeistä on hyötyä mielialaoireista kärsiville. Myös kroonisen kivun lääkkeet, esimerkiksi gabapentiini ja pregabaliini, voivat olla hyödyllisiä kipuoireista kärsiville.

Monitekijäiseen oireyhtymään tepsii moniammatillinen lähestymistapa. Fysioterapeutti voi ohjata hengitysharjoituksia ja antaa ohjeita liikunnan lisäämiseen. Mielenterveyden ammattilaisen apua saatetaan tarvita mieliala- ja stressioireisiin. Jatkuvasta hoitosuhteesta on hyötyä long Covid-potilaalle, koska kuntoutuminen kestää kuukausia, joskus jopa vuosia.



Aira Jartti, Dos. Osastoylilääkäri, OYS Kuvantaminen

Covid-19 infektion pitkäaikaislöydökset keuhkojen TT-tutkimuksessa

COVID-19 nykytilanne

- Yli 2,5 vuotta kestänyt SARS-CoV-2-pandemia on loppusuoralla ja viimeisten Omikron-varianttien myötä lievenemässä endeemiseen suuntaan
- Rokotukset ja sairastetut infektiot ovat lisänneet väestön vastustuskykyä
- SARS-CoV-2 ei kuitenkaan ole häviämässä vaan uusia variantteja ilmenee ja ne väistävät rokotteiden ja aiempien sairastumisten aikaansaamia antibodeja
- Populaatio, joka on sairastanut COVID-19 infektion yhden tai useamman kerran sekä kärsii pitkäaikaisoireista ja/tai kroonisista keuhko-
muutoksista on koko ajan kasvanut
 - Ad 10% sairastaneista
- On tärkeää tunnistaa tyypilliset COVID-19 pneumonian jälkitilamuutokset pitkäaikaisseurannassa ja erottaa ne muista keuhkosairauksien aiheuttamista löydöksistä

Akuutit ja subakuutit TT-löydökset COVID-19 pneumoniassa

Aikaikkuna	Histopatologinen löydöstyyppi	TT-löydös
Akuutti	Organisoituva pneumonia	Perifeerinen ja peribronkiaalinen mattalasi + konsolidaatiot Mattalasinodulukset Perilobulaarinen paksuuntuminen
	Diffuusi alveolivaurio (DAD) Diffuusi mattalasi Crazy-paving Tilavuuskato	
Subakuutti	Mattalasi (66%) Retikulaatiomuutokset (49%) "Fibroosityyppiset muutokset" (21%) Tractionbronkiektasiat (21-26%)	

Radiology. 2022 Aug 30;221806. doi: 10.1148/radiol.221806.

Krooniset TT-löydökset COVID-19 pneumoniassa

Aikaikkuna	Histopatologinen löydöstyyppi	TT-löydös
Krooninen	Fibroosi	Mattalasi + "fibroosin kaltaiset muutokset" (21%) Bronkiektasiat (10%) Interlobulaarseptojen paksuuntumiset (8%) Retikulaarinen kuviolisä (6%) Konsolidaatiot (3%)

"Fibroosin kaltaiset muutokset": arkkitehtuurin vääristyminen + traktionbronkiektasiat, Hunajakennot, traktionbronkiektasiat/traktionbronkiektasiat, volyymikato

Radiology. 2022 Aug 30;221806. doi: 10.1148/radiol.221806.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Tutkimusnäyttö TT-löydöksistä COVID-19 pneumoniassa

- Akuutit ja subakuutit löydökset ovat samanlaiset kuin on julkaistu SARSCoV-1 ja H1N1-influenssan yhteydessä
- Useita prospektiivisiä havaintotutkimuksia on julkaistu pitkäaikaislöydöksistä noin 12 kk sairastumisesta, näissä kuitenkin tilastollista biasia:
 - Pienehköt kohortit
 - Vaihteleva sairauden vaikeusaste, yleensä kohtalaisen vaikea-asteisesti sairastuneita potilaita ja tehohoitopotilaita
 - Lievemmän sairaudenkulun omaavia potilaita ei ole tutkittu
 - Valtaosa kohdistuu virusvariantteihin pandemian alkua ajoilta ja Delta-varianttiin
 - Omicron-varianteista ei ole vielä tietoa kovin pitkältä ajalta: ovat lievempiasteisia ja muutokset enemmän peribronkiaalisia kuin perifeerisiä

Fibroosin ongelmallinen käsite tutkimusdatassa

- Fibroosin määritelmä eri tutkimuksissa on ongelmallinen
- Histologinen näyttö fibroosista puuttuu ymmärrettävistä syistä
- Muutosten havainnointi perustuu pelkästään TT-löydöksiin
- Myöskään ennen sairastumista otetut vertailukuvat yleensä puuttuvat, joten varmistus siitä, että fibroosin kaltaiset muutokset johtuvat sairastetusta infektiosta eivätkä ole vanhoja muutoksia puuttuu
- Eri tutkimuksissa on myös määritelty hieman eri tavoilla mitä "fibroosin kaltaiset muutokset" pitävät sisällään

Parenkymäaliset muutokset 12 kk

Watanabe et al. Systemaattinen katsaus ja meta-analyysi

- 15 havaintotutkimusta, yht. 3134 pot
- 33% potilaista keuhkomuutoksia 12 kk sairastumisesta
 - Mattalasi muutokset ja "fibroottisen kaltaiset muutokset" 21 %
 - Bronkiektasiat 10 %
 - Interlobulaariseptojen paksuuntumat 8 %
 - Retikulaarinen kuviolisä 6 %
 - Konsolidaatiot 3 %
- Vaikean COVID-infektion sairastaneista 38% oli TT- muutoksia

- Lievän/keskivaikean infektion sairastaneista 24% oli TT-muutoksia
- Tulokset vastasivat v.2003 SARS-CoV-1 epidemian pitkäaikaistuloksia
 - Näillä potilailla samat TT-löydökset 12 kk kohdalla olivat säilyneet ennallaan 15 v myöhemmin

Ilmatielöydökset, suuret ilmatiet

- On yleisesti tiedossa, että respiratoriset virusinfektiot voivat aiheuttaa bronkiektasioita, ilmasalpausta ja restriktiivistä sekä obstruktiivista keuhkofunktioiden laskua
- Bronkusten seinämäpaksuuntumat ja dilataatiot ovat yleisiä COVID-19 infektion akuutissa ja subakuutissa vaiheessa, mutta vähenevät ajan kuluessa
- Persisoivat bronkiektasiat liittyvät yleensä vakavampaan tautimuotoon ja usein niihin liittyy myös traktionbronkiektasioita
 - Besutti et al. Bronkiektasiat 13 % 5-7 kk vakavan COVID-pneumonian jälkeen
- Traktionbronkiektasiat korreloivat merkitsevästi huonontuneisiin keuhkofunktioihin COVID-19 sairastaneilla
- Tutkimuksissa ei kuitenkaan usein eritellä riittävällä tarkkuudella onko raportoitu bronkiektasioita vaiko traktionbronkiektasioita

ARDS:n assosioituvat ilmatiemuutokset

- On yleisesti tiedossa, että ARDS:n assosioituu tyypillisesti keuhkojen anteriorisiin osiin painottuvat bronkiektasiat/traktionbronkiektasiat, retikulaariset kuvioitukset ja arkkitehtuurin vääristyminen
- Muutokset selittyvät mekaaniseen ventilaation liittyvällä barotraumalla
- Vakavan COVID-19 pneumonian sairastaneilla on 36%:lla todettu "postventilatory" fibroosia (predominantisti anteriorinen subpleuraaliset kystiset muutokset ja retikulaatio) ja näistä 90%:lla oli traktionbronkiektasioita
- Jos tutkimusaineistosta on poistettu ARDS-potilaat ja mekaanista ventilaatiota saaneet, niin ainoastaan 2 % potilaista todettiin bronkiektasioita tai bronkiolektasioita. Myös traktionbronkiektasioissa vastaavat frekvenssit.

ARDS:n assosioituvat ilmatiemuutokset

- On muistettava, että bronkiaaliset dilataatiot ARDS-potilailla voivat olla täysin resorboituvia eivätkä välttämättä liity kehittyvään fibroosiin tai pysyvään ilmatieaurioon



SÄDETURVAPÄIVÄT

- Eri tutkimusten perusteella ensimmäisen kuukauden aikana näkyneet bronkiektasiat korjaantuivat valtaosalla (75-90%) 12 kk mennessä

Pienten ilmateiden löydökset

- Akuutissa vaiheessa ilmasalpaus on yleistä missä tahansa hengitystieinfektiossa ja myös COVID-19 infektiossa
- Kuitenkin myös pitkäaikaisseurannassa COVID-19 potilailla on todettu ilmasalpausta TT-tutkimuksessa etenkin sairaalahoidetuilla potilailla ja niillä joilla on persistoivia hengitystieoireita, frekvenssit useita kymmeniä prosentteja
- On epäselvää johtuuko ilmasalpaus palautuvasta ilmatieinflammaatiosta, primaarista ilmatievauriosta, postinfektiivisistä bronkiolitista obliteransista, DAD-vauriosta vai jostain muusta syystä

- On mahdollista, että pienellä osalla potilaista pitkäaikaisseurannassa on myös riski CTEPH:n kehittymiseen ja ehdotettu keuhkokarttaa mahdollisena tutkimuksena pienten suonten taudin osoittamiseen oireisilla potilailla

COVID-19 pitkäaikaisuutuksien patologiasta

- Vaikka valtaosasta tutkituista potilaista ei ole otettu histologisia näytteitä, tietoa histopatologiasta kuitenkin pikku hiljaa karttuu eri lähteistä:
- COVID-pneumonian sairastaneet leikatut keuhkosityöpöpotilaat
- Keuhkosiirtoon joutuneet potilaat
- Ruumiinavauspotilaat
- Transbronkiaalibiopsioita ja kirurgisia keuhkobiopsioita on myös joissain tutkimussarjoissa otettu

Akuutit, subakuutit ja krooniset ilmatie muutokset COVID-19 pneumoniassa

Aikaikkuna	Tyyppi	TT-löydökset
Akuutti/subakuutti	Suuret ilmatiet	Bronkusten seinämän paksuuntuminen Bronkusten dilataatio (yl.reversiibeli)
	Pienet ilmatiet	Ilmasalpaus (expiratorinen TT)
Krooninen	Suuret ilmatiet	Perifeeriset, sentraaliset tai diffuusit bronkiektasiat ja niihin assosioituvat residuaaliset keuhkovarjostumat Anterioriset bronkiektasiat + fibroosi+kystat (ARDS)
	Pienet ilmatiet	Mosaiikkikuvioitus (inspiratorinen TT) Ilmasalpaus (expiratorinen TT) Ventilatiodefektit ja epänormaali kaasunjakauma (hyperpolarisoitu 129XeMRI)

Radiology. 2022 Aug 30;221806. doi: 10.1148/radiol.221806.

Keuhkojen vaskulariteettiin liittyvät muutokset

- Akuuttiin COVID-19 infektiioon tiedetään liittyvän kohonnut keuhkoemboliariski ja lisäksi pneumonia-alueilla nähdään dilatoituneita vaskulaarirakenteita
- Bull-Otterson et al. Retrospektiivisessä kohorttitutkimuksessa (353 164 pot) todettiin, että COVID-19 sairastaneilla on kaksinkertainen riski sairastua keuhkoemboliaan 30-365 vrk sairastumisesta
- Todennäköisesti taustalla oleva mekanismi liittyy verisuonen endoteliittiin

Akuutti histopatologia

- Akuutti tai organisoituva DAD
- Muut ALI löydökset:
- Organisoituva pneumonia
- AFOP (akuutti fibrinoottinen ja organisoituva pneumonia)
- Keuhkoverisuonten mikrotrombit
- Vaskulaarinen kongestio
- Vanhat ja rekanalisoituneet trombit
- Hemangiomasitosis-tyyppiset leesiot



SÄDETURVAPÄIVÄT

Myöhäisempi histopatologia

- Organisoituva pneumonia
- Diffuusi interstitiellinen fibroosi
- Alveolaaristen septojen paksuuntuminen
- Hunajakennot
- Histiosyyttien ja jättiläsolujen ympäröivät kystiset muutokset
- Ilmateiden remodellaatio
- Interlobulaariseptojen paksuuntuminen
- Krooninen bronkioliitti
- Peribronkiolaarinen metaplasia
- UIP-pattern
- DIP-pattern

Yhteenveto

- Noin 1/3 sairaalahoidetuista Covid-19 potilaista on löydöksiä keuhkojen TT:ssä 12 kk infektiosta
- TT-löydökset vaihtelevat parenkymaalijuohteista fibroosiin saakka sekä ilmatiemuutoksiin sisältäen ilmasalpausta ja/tai bronkiektasioita
- Pienellä osalla potilaista on pysyvästi kohonnut tromboemboliariski
- Myöhäiset histopatologiset löydökset ovat samanlaisia kuin akuutin keuhkovaurion (ALI) jälkeen
 - Sekoitus organisoituvista sekä kroonisista fibroosin histologisista muutoksista
- Samantyyppisiä radiologisia ja histologisia löydöksiä kuin on julkaistu 2002-2003 SARS-epidemian aikana

Kirjallisuutta

- Kanne JP et al. Long-Term Lung Abnormalities Associated with COVID-19 Pneumonia. *Radiology* 2022 Aug 30;221806. doi: 10.1148/radiol.221806. Online ahead of print
- Watanabe A, So M, Iwagami M, Fukunaga K, Takagi H, Kabata H, et al. One-year follow-up CT findings in COVID-19 patients: A systematic review and meta-analysis. *Respirology*. 2022. Epub 20220612. doi: 10.1111/resp.14311. PubMed PMID: 35694728.

- Besutti G, Monelli F, Schirò S, Milone F, Ottone M, Spaggiari L, et al. Follow-Up CT Patterns of Residual Lung Abnormalities in Severe COVID-19 Pneumonia Survivors: A Multicenter Retrospective Study. *Tomography*. 2022;8(3):1184-95. Epub 20220420. doi: 10.3390/tomography8030097. PubMed PMID: 35645383
- L B-O, S B, S S, TK B, S A, S G, et al. Post-COVID Conditions Among Adult COVID-19 Survivors Aged 18-64 and ≥65 Years — United States, March 2020–November 2021. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, 2022.60. Al-Aly Z, Bowe B, Xie Y. Long COVID after breakthrough SARS-CoV-2 infection. *Nat Med*. 2022. Epub 20220525. doi: 10.1038/s41591-022-01840-0. PubMed PMID: 35614233.
- Korompoki E, Gavriatopoulou M, Fotiou D, Ntanasis-Stathopoulos I, Dimopoulos MA, Terpos E. Late-onset hematological complications post COVID-19: An emerging medical problem for the hematologist. *Am J Hematol*. 2022;97(1):119-28. Epub 20211108. doi: 10.1002/ajh.26384. PubMed PMID: 34687462; PubMed Central PMCID: PMC8646944



SÄDETURVAPÄIVÄT

Vernerin Ruonala, Tarkastaja, STUK

Tutkimusmäärät, mitä nyt kuvataan?

Säteilyturvakeskus selvitti alkuvuoden 2022 aikana vuoden 2021 radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät Suomessa. Selvityksessä noudatettiin Suomen Kuntaliiton luokitusta radiologisille tutkimuksille ja toimenpiteille.

Selvitysten perusteella Suomessa tehtiin vuonna 2021 yhteensä yli 6,8 miljoonaa radiologista tutkimusta tai toimenpidettä. Näistä röntgentutkimuksia ja -toimenpiteitä oli 5,7 miljoonaa. Väkilukuun suhteutettuna tämä tarkoittaa 1023 röntgentutkimusta ja toimenpidettä tuhatta asukasta kohti. Röntgentutkimusten kokonaismäärä laski 4,8 % vuodesta 2018. Tavanomaisten röntgentutkimusten osuus kaikista tutkimuksista on 86 % ja valtaosa tutkimusmäärän laskusta selittyy tavanomaisten röntgentutkimusten vähenemisestä. Muissa tutkimusryhmissä tutkimusmäärät ovat kasvaneet, erityisesti tietokonetomografiatutkimukset (TT-tutkimukset), verisuonten var-

joainetutkimukset ja läpivalaisu- ja TT-ohjatut toimenpiteet.

Muutokset noudattavat pitkän ajan trendiä, jossa tutkimusten painopiste siirtyy tavanomaisista röntgentutkimuksista kohti muita yleensä erikoissairaanhoidossa tehtäviä tutkimuksia. Alla olevassa taulukossa on esitetty tutkimusmäärät vuosina 2011–2021 väkilukuun suhteutettuna.

Kansainvälisesti verrattuna Suomessa tehdään enemmän röntgentutkimuksia, kuin muissa korkean terveydenhuollon tason maissa (UNSCEAR health care level I). Verrattuna näihin maihin, Suomessa tehdään erityisesti TT-tutkimuksia enemmän väkilukuun suhteutettuna. Muihin Pohjoismaihin, kuten Ruotsiin ja Tanskaan verrattuna Suomessa tehtävien tutkimusten määrä on linjassa. TT-tutkimuksia tehdään Suomessa kuitenkin selvästi vähemmän.

Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät tuhatta asukasta kohden vuosina 2011–2021.

Röntgentutkimukset ja toimenpiteet	Vuosi 2011	Vuosi 2015	Vuosi 2018	Vuosi 2021
Tavanomaiset röntgentutkimukset (A)	860*	959	951	875
Varjoainetutkimukset (B)	3,1	3,4	2,7	2,7
Verisuonten varjoainetutkimukset (C)	5,0	6,2	6,9	8,4
Tietokonetomografiatutkimukset (D)	61	81	103	117
Kartiokeilatutkimukset (I)	0,5	5,2	8,0	7,2
C- ja O-kaaritutkimukset (J)	-	-	-	1,1
Läpivalaisu- ja TT-toimenpiteet (T)	6,8	8,8	9,2	12
Magneetti- ja ultraäänitutkimukset**				
Ultraäänitutkimukset (E)	112	117	118	113
Magneettitutkimukset (G)	48	71	72	82
Ultraääni- ja magneettiohjatut toimenpiteet (T)	10	12	12	12

*Tavanomaiset röntgentutkimukset sisältävät myös hammasröntgentutkimukset, joiden määrää on selvitetty vasta vuodesta 2011 alkaen ja ensimmäisessä keräyksessä vastausaktiivisuus oli heikko.

**STUK ei pidä rekisteriä ultraääni- ja magneettikuvauslaitteista ja tiedot eivät ole kattavat niiden osalta.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Pasi Lepola, Ylifyysikko, Kuvantaminen

Kansallinen suositus kuvankatselumonitoreille

Lääketieteellisiä kuvia katsotaan nykyään pääosin kuvankatselunäyttöjen kautta ja näyttöjen kuvanlaatu vaikuttaa suoraan näytöltä katseltavien kuvien diagnosoitavuuteen ja vertailukelpoisuuteen. Kuvantamisen ammattilaisten keskuudessa on konsensus, että kansallinen laadunvalvontaopas olisi tarpeellinen hyvien käytäntöjen laajempaa toimeenpanoa varten. Opas on lähtöisin radiologian tarpeista, mutta lääketieteellisen kuvantamisen asiantuntijoita on konsultoitu myös radiologian ulkopuolelta. Opas on laadittu Suomen radiologiyhdistys ry:n fyysikkojaoksen hallituksen alulle panemana ja julkaistaan Säteilyturvakeskuksen Stuk Opastaa sarjassa talven 22-23 aikana.

Opas perustuu uusimpiin kansainvälisiin suosituksiin sekä noudattaa oppaan laatimisen aikaan voimassa olevia kansallisia vaatimuksia. Oppaan rakenteessa on otettu huomioon sekä lainsäädäntö että kuvantamismodaliteetit. Lisäksi laadunvalvontatestit on luokiteltu lainsäädännön vaatimiin, vahvasti suositeltuihin ja muihin harvemmin tarvittaviin, työryhmän tekemän arvioinnin perusteella.

Oppaan tarkoituksena on, että jokainen toiminnanharjoittaja löytäisi omiin laatutavoitteisiinsa ja resursseihinsa sopivan laadunvalvontatestien kokonaisuuden. Suoritusohjeiden lisäksi oppaaseen on koottu myös toimenpiderajoja, joita eri testeihin voi soveltaa. Kuvankatselunäyttöjen laadunvalvonnan tarkoituksena on yhtenäinen kuvanlaatu toiminnasta tai näytöstä riippumatta koko kuvantamisketjussa, mikä osaltaan varmistaa hyvää potilasturvallisuutta.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Esa Liukkonen, Tutkimuskoordinaattori, FT, TtM, rh, OYS

Monitorien laadunvarmistus - kokemuksia OYSista

Oulun yliopistollisessa sairaalassa (OYS) alkoi kuvantamisen osalta asteittainen siirtyminen digitaalikaan vuonna 2002, jolloin perustettiin Filmitön Radiologia (FiRa)-hanke. Vuonna 2003 tehtiin selvitys OYSin klinikoiden valmiudesta siirtyä filmitöntöön toimintaan. Selvityksen perusteella voitiin aloittaa suunnitelmat filmitulosten vähentämisestä sekä radiologisten kuvien katselusta näytöiltä. FiRa-projektin yksi alaprojekteista (Filmitön Lasten röntgen, FiLa) saavutti vuonna 2004 ensimmäisen sijan PPSHP:n laatu-palkintokilpailussa.

Filmeistä luopuminen tapahtui virallisesti vuonna 2005. Ote OYSin henkilökunnalle osoitetusta tiedotteesta: *”OYS:n radiologian klinikka aloittaa filmitöntöön toiminnan maanantaina 10.10.2005. Tämä tarkoittaa sitä, että röntgenkuvia ei tulosteta enää filmille. Kuvat katsotaan tietokoneen monitoreilta Esko-käyttöliittymän kautta.”* Pian tämän jälkeen tuli käyttöön Neagen Oy:n kehittämät järjestelmät neaView terveydenhuollon kuvien katseluun ja neaPACS terveydenhuollon kuvien arkistointiin. Ensimmäiset isot diagnostisten näyttöjen hankinnat tehtiin vuonna 2005, jolloin näyttöbudjetti oli 64 000€. Aikaisemmin oli hankittu muutamia diagnostiikkaan tarkoitettuja CRT-näyttöjä.

Näyttöjen laatuun ei kiinnitetty tässä vaiheessa huomiota samalla tarkkuudella kuin filmikuvien laatuun, ja minulla heräsi kiinnostus tutkia, min-kälaisiltä näytöiltä diagnooseja ja hoitopäätöksiä tehdään Suomessa ja miten näyttöjen laadunvarmistusta toteutetaan. Pääsin Oulun yliopistoon väirökirjatutkijaksi ja aloitin tutkimuksen tekemisen vuonna 2006. Väitöskirjan pääotsikoksi muodostui: ”Radiologisten kuvien katselussa käytettävien näyttöjen laatu”. Ensimmäiseksi lähetin näyttöihin liittyvät kyselyt Pohjois-Suomen terveyskeskustäläkäreille, yo-sairaaloiden radiologeille ja (näyttöjen) laadunvalvojille. Sen jälkeen kävin suorittamassa näytöille teknisiä testejä kyselyyn vastanneissa organisaatioissa. Väitöskirjani, joka hyväksyttiin 18.6.2010, johtopäätösten mukaan radiologisten kuvien katselussa käytettävien näyttöjen laitekanta ja laadunvarmistus oli hyvällä tai melko hyvällä tasolla yliopistollisissa

sairaaloissa, mutta heikolla kantimilla terveyskeskuksissa.

Näyttöjen laadunvalvontaan tuli ensimmäiset kansalliset ohjeet vuonna 2008 (1). OYSissa oli ehtinyt kulua noin kolme vuotta ennen kuin käytössä olleille näytöille saatiin kansalliset laadunvalvontasuositukset, joskin omaehtoista, kansainvälisiin suosituksiin (2) pohjautuvaa näyttöjen laadunvarmistusta tehtiin jo vuonna 2007.

Diagnostisten näyttöjen laadunvarmistusta suoritettiin radiologiassa vuoteen 2018 asti kaksi kertaa vuodessa ja kliinisillä osastoilla kerran vuodessa. Vuoden 2018 jälkeen kaikille diagnostisille näytöille on tehty laadunvalvontatoimenpiteet kerran vuodessa ja päivystysröngenisissä kahdesti vuodessa. Vuonna 2021 tehtiin OYSissa 236 näytölle 260 laadunvarmistuskäyntiä. Kuvantamisessa on tällä hetkellä 85 ja muussa sairaalassa 151 diagnostista primääri- tai sekundäärinäyttöä. Vuosien 2008 - 2021 aikana on kertynyt yli 3600 mittauspöytäkirjaa, jotka sisältävät yhteensä yli 200 000 yksittäistä visuaalista arviointia tai kvantitatiivista mittausta. Ensimmäinen säilynyt mittauspöytäkirja on laadittu 16.1.2008. Diagnostisten näyttöjen laadunvarmistusta ovat käytännössä toteuttaneet ylifyysikko Miika Niemisen valvonnassa Kari Kylmäniemi ja Esa Liukkonen vuoteen 2017 asti, jolloin Kari jäi eläkkeelle. Hänet on korvannut Timo Karsikas.

Diagnostisten näyttöjen laadunvalvonta otettiin käyttöön OYSissa heti, kun filmeistä luovuttiin ja näytöt otettiin käyttöön. Näyttöjen suositellut laadunvarmistustoimenpiteet ovat pysyneet lähes muuttumattomina tähän päivään saakka, joskaan selkeitä kansallisia ohjeita niiden suorittamiseen ei ole ollut. CRT-näytöille tarkoitettujen toimenpiteet, kuten harsohäikäisyn (veiling glare) tarkastelu, ovat poistuneet ajan saatossa. Mittalaitteet ovat pysyneet lähes samanlaisina. Testikuvien tulot pieniä muutoksia, mutta perustaltaan ne ovat pysyneet samoina ja pohjautuvat edelleen AAPM:n suosituksiin (2,3). LED-taustavalotekniikan myötä esim. kohinan ja näytön tasaisuuden arvioinnin tarvetta on vähennetty.

Vuoden 2022 loppupuolella julkaistaan viimeinkin kansallinen, ajantasainen ja kattava



SÄDETURVAPÄIVÄT

näyttöjen laadunvalvontaopas. MD-asetuksen mukaan ammattimaisessa käytössä lääkinälliseen käyttötarkoitukseen käytettävien laitteiden tulee olla CE-merkittyjä lääkinällisiä laitteita (4,5). Tältä osin diagnostisten näyttöjen laitekanta ja laadunvalvonta on hyvin hoidettu yo- ja keskussairaaloissa. Esimerkiksi terveyskeskukset ja hammaslääkärikeskukset eivät ole ottaneet juurikaan diagnostisia näyttöjä käyttöönsä, vaikka lain tulkinnan mukaan käytössä tulisi olla lääkinällinen laite kun tehdään esim. diagnoosia tai hoitopäätöksiä (5). Kun käytetään asianmukaisia välineitä, on vastuu kuvan oikeellisuudesta valmistajalla. Mikäli MD-asetuksen mukaista näyttöä ei käytetä, vastuu on lääkärillä. Toisaalta, mikäli asianmukaisia näyttöjä ei hankita, on laadunvalvontakin tarpeetonta.

Yli 15 vuoden kokemuksella diagnostisten näyttöjen hankinnoista ja laadunvalvonnasta voin todeta, että jostakin syystä tähän kuvantamisketjun viimeiseen lenkkiin ei vielä kukaan suhtauduta tarpeeksi suurella vakavuudella, vaikka esim

säteilylain 30§ mainitaan mm, että "Toiminnanharjoittajan on laadittava laadunvarmistuksen toteuttamista varten laadunvarmistusohjelma" (6). Toivottavasti uudesta asiantuntijoiden yhdestä STUK:n kanssa laatimasta oppaasta ja em. lakien edellytyksistä on apua tulevaisuudessa terveydenhuollon päättäjille. Näin varmistetaan, että terveydenhuollon ammattilaisilla on käytössään asianmukaiset välineet ja, että niiden laadunvalvontaa toteutetaan ohjeiden mukaan, potilasturvallisuuttakin ajatellen.

1. Terveydenhuollon röntgenlaitteiden laadunvalvontaopas. STUK tiedottaa 2/2008.
2. Assessment of display performance for medical imaging systems: Executive summary of AAPM TG18 report.
3. Display Quality Assurance. The Report of AAPM Task Group 270, January 2019.
4. MD-asetus EU/2017/745.
5. Laki lääkinällisistä laitteista 720/2021.
6. Säteilylaki 859/2018.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Ulla-Mari Aakula, Johtava auditoija, kouluttaja, Labquality Oy

Sisäiset kliiniset auditoinnit

Taustaa

Sisäiset kliiniset auditoinnit tulivat osaksi säteilyn käytön kliinisen auditoinnin kokonaisuutta 2018 säteilylain kokonaisuudistuksen yhteydessä. Säteilylaki 859/2018 118 § asettaa toiminnanharjoittajalle veloitteen toteuttaa sekä sisäisiä että ulkoisia kliinisiä auditointeja määriteltyin väliajoin.

Aiemmin ulkoiset kliiniset auditoinnit olivat veloitteena nyt rinnalle tuli siis myös sisäinen kliininen auditointi. Menettelyiltään sekä sisäinen että ulkoinen kliininen auditointi vastaavat toisiaan erona on se kuka auditoinnin suorittaa. Sisäisen auditointi toteutetaan lähtökohtaisesti organisaation sisällä toimivien auditoijien toimesta. Ulkoisen auditoinnin toteuttaa auditoitavasta organisaatiosta ulkopuolinen, riippumaton taho.

Sisäisiä kliinisiä auditointeja tulee tehdä neljän vuoden sykleissä, jolloin arvioidaan STM:n asetuksen 1004/2018 kliinisen auditoinnin suorittamisessa huomioitavat asiat.

Sisäisen kliinisen auditoinnin velvoite koskee säteilyn lääketieteellistä säteilyn käyttöä (lääketieteellisen altistuksen luokissa 1 ja 2), mutta toiminnanharjoittaja voi halutessaan laajentaa auditointeja koskemaan laajemmin toimintakenttää.

Auditointi menettelynä

Auditointi on aina suunnitelmallista ja tavoitteellista. Auditointia tehdään määriteltyjä kriteerejä vastaan Näitä kriteereitä ovat esim. vaatimukset, hyvät käytännöt, käytössä olevat ohjeet. Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä (www.kliininauditointi.fi) on julkaissut suosituksia mm. auditointien painopisteistä lisäksi suosistusten pohjalta voi hyvin lähteä harjoittelemaan sisäisen auditoinnin toteutusta.

Tietoa auditoinnissa saadaan sovituksen ennakkomateriaalin pohjalta, jota täydennetään seuraamalla toimintaa ja haastatteleamalla toimijoita.

Auditoinnissa tulee säteilylain 859/208 118 §, mukaan

1. selvittää noudatettuja tutkimus- ja hoitokäytäntöjä, säteilyaltistuksia sekä tutkimus- ja hoitotuloksia

2. vertailla toimintaa hyväksi todettuihin käytäntöihin
3. esittää tarpeellisia toimenpiteitä käytäntöjen kehittämiseksi ja perusteettoman säteilyaltistuksen ehkäisemiseksi

Edellä oleva lista kuvaa hyvin sitä, miksi auditoijatiimin tulee olla moniammatillinen. Auditoijatiimissä tulisi olla hoitajia, lääkäreitä sekä fyysikoita.

Auditoinnin menettelyt tulee olla selvät, siksi toimintakäsikirjassa on syytä olla kuvattuna oman organisaation menettelyt sisäisten auditointien osalta. Auditointi on oma prosessi, jossa on useita eri vaiheita aina auditoinnin suunnittelusta tarvittavien toimenpiteiden toimeenpanoon ja vaikuttavuuden arviointiin asti.

Auditointia varten on perehdytettävä/koulutettava sisäisiä auditoijia. Auditointiin on resursoitava työaikaakin niin auditoijatiimiltä kuin auditoitaviltakin. Huomioitavaa on myös se, että auditoija ei saa auditoida omaa vastuualuettaan.

STM 1044/2018 asetuksen mukaan tarkasteltavat asiakohdat:

- 1 Määriteltyjen valtuuksien ja vastuiden toteutuminen käytännössä
- 2 Oikeusarvioinnissa noudatettu käytäntö ja tiedonkulku
- 3 Säteilysuojelun optimoinnin käytännöt
 - 3a Säteilylle altistavan tutkimuksen, hoidon ja toimenpiteen suorittamista koskevat ohjeet ja käytännöt sekä suunnitelman mukaisen hoidon toteutumisen varmistaminen
 - 3b Tutkimus- ja hoitolaitteiden optimaalinen ja tarkoituksenmukainen käyttö
 - 3c Lääketieteellisestä altistuksesta aiheutuvan annoksen ja kuvanlaadun optimointi
 - 3d Tutkimuksesta annettavan lausunnon laatu
- 4 Saavutetut tutkimus- ja hoitotulokset sekä niistä koskeva tiedonkulku
- 5 Henkilöstön koulutus
- 6 Laadunvarmistus, toiminnan itsearviointien tulokset ja tulosten käyttö

Luennossani tulen avaamaan erityisesti auditointiprosessin eri vaiheita.



SÄDETURVAVAPÄVÄT

Merja Wirtanen, kliininen asiantuntija - HUS Diagnostiikkakeskus, radiologia

Itsearviointit "how to do it"

Itsearviointi on oman toiminnan järjestelmällistä arviointia, jota tehdään käyttämällä arviointikriteerejä. Yleisesti itsearvioinnilla tarkoitetaan radiologialla yksikön toiminnan arviointia, mutta toki myös yksittäinen työntekijä voi arvioida omaa toimintaansa. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä (1044/2018) edellyttää (säteilyn käyttöön liittyvien) itsearviointien tekemistä vähintään kerran vuodessa (10 §). Itsearvioinnin prosessi on kuvattu esim. Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän (Kliary, www.kliininenauditointi.fi) suosituksessa no 7, Terveysturvallisuuden säteilyn käytön omaoimiset arviointit.

Itsearvioinnin tavoitteena on löytää yksikölle kehittämiskohteita, joiden avulla toimintaa viilataan entistä paremmaksi. Joskus itsearviointia voidaan käyttää myös vallitsevan tilanteen korjaamiseen.

Yksikön itsearvioinnissa yksikkö arvioi siis itse omaa toimintaansa. Erilaisista arvioinneista tämä tapa on edullisin ja joustavin, koska arviointiin ei tarvita ulkopuolisia henkilöitä aikatalutuksineen. Sisäisiin ja ulkoisiin auditointeihin verrattaessa tämä arviointimenetelmä on subjektiivisin, kohdistuuhan se omaan toimintaan. Objektivisempia arviointeja ovat sisäiset auditoinnit, joita tekevät saman organisaation, mutta arvioitavan osaston ulkopuoliset henkilöt. Kaikkein objektivisimpia – ja kalleimpia – ovat ulkoiset auditoinnit, joita tekevät organisaation ulkopuolelta tulevat arvioijat. Itsearvioinnin objektivisuutta lisää arviointikriteerien käyttäminen. Arvioitavaan asiaan löytää kriteerejä helpommin esim. yksikön käytännöstä ohjeista.

Järjestelmällinen arviointi edellyttää, että arviointi suunnitellaan ja toteutetaan suunnitelman mukaisesti. 'Mittaamisen' jälkeen arvioidaan tulokset ja tunnustetaan ja toteutetaan kehittämiskohteet, eli tehdään jatkotoimenpiteet. Tulokset käsitellään yksikössä, ihanteellista olisi pohtia mahdollisia jatkotoimenpiteitä yhdessä, jotta niiden toteuttamiseen olisi kaikkien helpompi sitoutua. Tarvittaessa palataan myöhemmin jatkotoimenpiteisiin ja tarkastellaan, päästiinkö jatkotoimenpiteet toteuttamalla haluttuun lopputulokseen – eli tehdään vaikuttavuuden arviointia.

Ja kaikki nämä vaiheet kirjataan – eli arvioinnista laaditaan raportti.

Raportissa kuvataan arvioinnin kulku – mitä, missä, milloin ja kuka arvioi sekä kuvataan käytetyt kriteerit. Nämä kirjaamalla arviointi voidaan tarvittaessa toistaa. Raporttiin kirjataan arvioinnissa tehdyt havainnot sekä suunnitellaan ja kirjataan jatkotoimenpiteet. Raportti voi olla myös muu kuin Word-dokumentti – joskus esimerkiksi PowerPoint voi olla toimiva ratkaisu. Pelkkä tulosten esittäminen PowerPointissa ei kuitenkaan ole riittävä, vaan raportista on löydettävä myös arvioinnin perusteella tehdyt johtopäätökset ja jatkotoimenpiteiden kuvaus aina niiden valmistamiseen saakka.

Itsearviointeja on hyvä suunnitella sellaisiin kohteisiin, joissa yksikössä on havaittu haasteita tai joita toivotaan kehitettävän. Ideoita voi saada esim. lainsäädännöstä, STUK:n määräyksistä, kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän suosituksista, yksikön poikkeamailmoituksista (esim. Haiprot, säteilypoikkeamat), kehitysehdotuksista (asiakaspalautteet, henkilökunnan aloitteet) tai muissa arvioinneissa tehdyistä havainnoista sekä yksikössä käytössä olevista ohjeista. Arviointeja voi kohdistaa STMa:n kliinisten auditointien listan teemoihin (13§): määriteltävien valtuuksien ja vastuiden toteutuminen käytännössä, oikeusarviointissa noudatettu käytäntö ja tiedonkulku, säteilysuojelun optimoinnin käytännöt, saavutetut tutkimus- ja hoitotulokset sekä niitä koskeva tiedonkulku, henkilöstön koulutus ja laadunvarmistus, toiminnan itsearviointien tulokset ja tulosten käyttö.

Jos arvioinnissa ei löydetä kehittämiskohteita, on arvioitava kohde voitu valita väärin, tai arviointikriteerit tai niiden tulkinta ovat liian väljät. Jos kehittämiskohde tai -kohteita on tunnustettu, on arvioinnilla jo saavutettu haluttuja tavoitteita. Arviointia tehdessä yksikössä opitaan sekä arvioitavasta kohteesta että arvioinnin tekemisestä.

Helppo itsearviointi on esimerkiksi teknisen laadunvarmistuksen toteutumisen arviointi. Tällöin arvioidaan esim. STUK:n määräyksen S/5/2019 (Säteilyturvakeskuksen määräys säteilylähteiden käytönaikaisesta säteilyturval-



SÄDETURVAPÄIVÄT

lisuudesta ja säteilylähteiden ja käyttötilojen poistamisesta käytöstä) toteutumista. Teknisen laadunvarmistuksen kriteerit saa yksikön ohjeistuksesta; mitä testejä tehdään, kuka ne tekee ja kuinka usein testit tehdään. Lisäksi yksikössä on todennäköisesti kuvattu miten tai minne tulokset kirjataan ja kauanko tehtyjen testien dokumentteja säilytetään. Näistä valitaan arvioitavat asiat ja tarkastellaan niiden toteutuminen. Lisäksi on hyvä arvioida sitä, onko mahdollisesti poikkeaviin mittaustuloksiin reagoitu, ja miten se on kirjattu. Arviointi tehdään dokumentaatiota tarkastelemalla, ja usein on hyödyllistä tarkastella useampaa vuotta taaksepäin kokonaiskäsityksen saamiseksi. Jos esim. havaitaan, että testejä on jäänyt tekemättä, mietitään siihen jatkotoimenpiteet ja vastuuhenkilö.

Oikeiden jatkotoimenpiteiden tunnistamisessa käytetään juurisyyanalyysiä (eli alkusyy, perus-syy), helpoimmin se käy kysymällä 5 kertaa 'mik-

si'. Esim. jos havainto oli, että testejä on jäänyt tekemättä, kysytään 'Miksi testejä ei ole tehty ...' ja tähän saadaan vastaus. Vastaukseen esitetään jälleen kysymys 'miksi...', ja tätä jatketaan tyypillisesti yhteensä 5 kertaa. Tällä tavoin päästään pois havainnon henkilöitymisestä tai melko yleisestä jatkotoimenpiteestä 'muistutetaan henkilökuntaa'.

Kun jatkotoimenpiteet on tehty, suunnitellaan jatkotoimenpiteelle vaikuttavuuden arviointi jonkin tulevaisuuteen, esim. vuoden tai kahden vuoden päähän. Uudella arvioinnilla varmistetaan, että jatkotoimenpiteen jälkeen tilanne on korjaantunut oikeaan suuntaan. Tällainen arviointi voidaan tehdä alkuperäistä suppeampana ja kohdistaa nimenomaan aiemmassa arvioinnissa tehtyyn havaintoon ja sen jatkotoimenpiteeseen. Jos arvioinnin tulos oli hyvä, eikä jatkotoimenpiteitä tarvittu, on hyvä tulevaisuudessa varmistaa hyvän tuloksen säilyminen uusinta-arvioinnilla.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Pekka Poutiainen

PET radiolääkkeen valmistuksen validointi

GMP-tilojen operointi, laitteidenhallinta ja lääkkeiden valmistus ei ole yksinkertaista, mutta se on välttämätöntä, jotta voidaan varmistaa tuotteiden turvallinen, tiukkojen säännösten ja standardien mukaisuus.

Alati tiukentuvat säännökset ja laki edellyttää, että terveydenhuoltoalan valmistuslaitokset, lääkeyhtiöt ja pienet laboratoriot käyttävät ajantasaisia ja tarkoitukseen sopivia laitteita, järjestelmiä ja prosesseja. Validointi varmistaa, että lääketuotanto täyttää sille asetetut kriteerit.

GxP-säännellyillä aloilla säännökset ovat hyvin tunnettuja. Kysymys on parhaan tavan löytämisestä säännösten noudattamiseksi. Kun suunnitellaan, rakennetaan ja kvalifioidaan GxP:tä varten, voidaan löytää tapoja olla tehokas. Toisaalta voidaan kyllä ajaa loputtomaan suohon.

Jokaisen lääkkeen valmistuksen validointi lähtee käyntiin jo tilojen suunnitteluvaiheesta, riskipohjaisen käyttöönoton kuin mm. insinöörimäistä tarkkuutta kutittelevan laatujärjestelmän kautta lopulta onnistuneeseen tuotannon hyväksyttävään validointiin, jossa selvitetään "valmistameko oikeaa tuotetta?"

Prosessien validointiin kuuluu tyypillisesti mm. validointipäätös, validointiohjelma, validointipolitiikka, prosessin kehitysraportti, kriittisten parametrien määrittely, validoinnin yleissuunnitelma (sisältää mm. laitteiden IQ/OQ, kalibroinnit, kunnossapidon jne.), validointipöytäkirja, validointiraportti ja prosessiin liittyvä muutos-hallinta.

Miten tästä selvittää ja kenellä on vastuu? Koi-tetaan ottaa selvää.



SÄDETURVAVÄKÄT

lida Kuurne, tarkastaja, STUK

Isotooppitutkimukset ja -hoidot, mikä on muuttunut?

Säteilyturvakeskus kokosi vuonna 2021 toteutuneiden isotooppitutkimusten ja -hoitojen lukumäärät Suomessa ja selvitti aikuisille tehdyistä tutkimuksista aiheutuneen säteilyaltistuksen. Selvityksessä käytettiin voimassa olevaa Suomen Kuntaliitto ry:n luokittelua radiologisille tutkimuksille ja toimenpiteille. Ilmoitettujen tutkimusmäärien perusteella muutoksia on havaittavissa käytetyimmissä kuvausmodaliteeteissa, niin isotooppihoidoissa kuin -tutkimuksissa käytetyissä radionuklideissa ja radiolääkkeistä aiheutuvan kollektiivisen annoksen muutoksena.

Vuonna 2021 isotooppitutkimuksia tehtiin 43269 kappaletta, joista 1034 tehtiin lapsipotilaille ja 899 oli tieteellisiä tutkimuksia. Tuhatta asukasta kohden isotooppitutkimuksia ja -hoitoja oli 7,8 ja 0,5. Taulukossa 1 on esitetty sekä isotooppitutkimusten, että hoitojen määrät vuosina 2009–2021 tuhatta asukasta kohden.

Isotooppitutkimusten kokonaismäärä on pysynyt lähes vakiona viimeiset 20 vuotta, mutta muutoksia on nähtävissä eri modaliteeteilla tehtyjen tutkimusten lukumäärissä. Gammakuvaukset, SPET- ja SPET-TT-tutkimukset ovat vähentyneet ja vastaavasti PET, PET-TT- ja PET-MRI-tutkimusten määrät ovat kasvaneet. PET-magneettitutkimuksien määrä on lisääntynyt vuosi vuodelta, muttei vielä merkittävästi muihin kuvausmodaliteetteihin verrattuna. Suurin osa tutkimuksista oli vuonna 2021 kasvainten kuvantamista. Näiden tutkimusten osuus oli 42,3 %. Seuraavaksi eniten tehtiin luuston ja pehmytosten tutkimuksia 18,1 % ja verenkiertoelimestön tutkimuksia 15,5 %.

Vuonna 2021 isotooppitutkimuksissa käytettiin radionuklideja ¹¹C, ¹⁵O, ¹⁸F, ⁶⁸Ga, ⁷⁵Se, ^{99m}Tc, ¹¹¹In, ¹²³I, ¹³¹I ja ²⁰¹Tl. Vuosina 2009–2018 ⁵¹Cr:llä tehtiin noin 900 tutkimusta vuodessa, mutta vuonna 2021 ⁵¹Cr-radionuklidin käyttö oli loppunut. Viime vuosien aikana ¹¹¹In-radionuklidin käyttö on myös vähentynyt hyvin voimak-

kaasti: vuonna 2021 ¹¹¹indiumilla tehtiin vain 7 tutkimusta. Kuvasta 1 on nähtävissä, että pitkään yleisimmin käytetyn ^{99m}Tc-radionuklidin käyttö on vähentynyt ja vastaavasti ¹⁸F-isotooppitutkimusten määrä on kasvanut.

Isotooppihoitojen määrä on jatkanut vuodesta 2009 alkanutta kasvua. Vuonna 2021 isotooppihoitoja annettiin 2 766 kappaletta. Vuoteen 2009 verrattuna hoitojen määrä on kasvanut 58 %. Suurin hoitojen lukumäärän kasvu alkoi vuonna 2018, jolloin ¹⁷⁷Lu-PSMA-hoidot aloitettiin (kuva 2). Isotooppihoidoissa vuonna 2021 puolestaan käytettiin radionuklideja ³²P, ⁹⁰Y, ¹³¹I, ¹⁷⁷Lu, ¹⁸⁶Re, ²²³Ra, ²²⁵Ac ja ²²⁷Th.

Isotooppitutkimuksista aikuisille aiheutuva kollektiivinen efektiivinen annos oli vuonna 2021 yhteensä 237,3 manSv, joka on noin kymmenen prosenttia suurempi kuin vuonna 2018. Kollektiivinen efektiivinen annos asukasta kohden oli 0,043 mSv. Kollektiivisen efektiivisen annoksen kasvu johtuu isotooppitutkimuksiin liittyvien TT-kuvausten altistusten lisääntymisestä. Radiolääkkeistä aiheutuva kollektiivinen annos on lähes sama kuin vuonna 2018. Radioaktiivisista lääkkeistä aiheutuneen kollektiivisen annoksen kannalta merkittävimmät yksittäiset tutkimukset Suomessa vuonna 2021 olivat yläkehon ja koko kehon aineenvaihdunnan laaja PET-TT (¹⁸F-radionuklidilla leimattu fluorodeoksiglukoosi) ja luuston gammakuvaus (^{99m}Tc-radionuklidilla leimatut fosfaatit ja fosfonaatit).

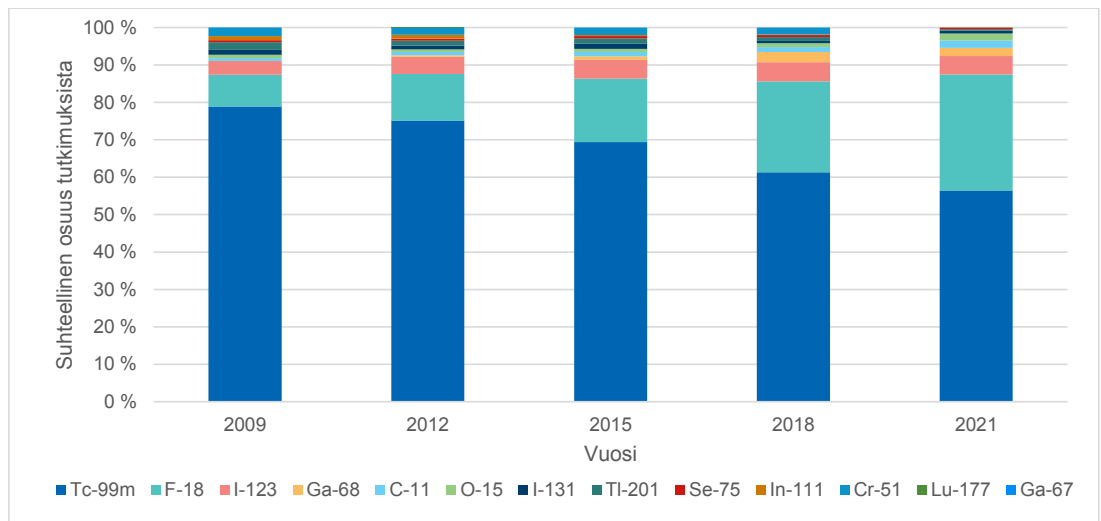
Tutkimusmääräkyselyyn ilmoitetut tulokset on esitetty sillä tarkkuudella, miten ne on raportoitu selvityksessä. Isotooppitutkimusten ja -hoitojen raportti on vielä hieman kesken, joten esityksen sisältö vielä tarkentuu tässä esitetystä. Tutkimusmääräkyselyn tuloksien tarkkuus on riippuvainen ilmoittamatta jääneistä tutkimuksista, kirjaustapojen välisistä eroista toiminnanharjoittajien välillä ja Suomen Kuntaliiton koodiston ulkopuolisista tutkimuksista.



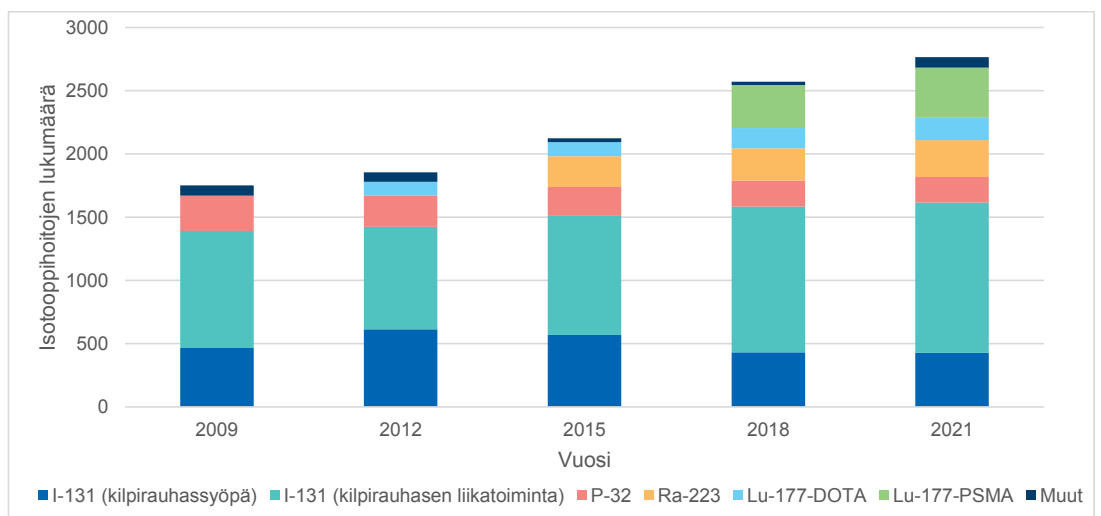
SÄDETURVAPÄIVÄT

Taulukko 1. Isootopitutkimusten ja -hoitojen määrät vuosina 2009–2021 tuhatta asukasta kohti.

Tutkimustyyppi	Vuosi 2009	Vuosi 2012	Vuosi 2015	Vuosi 2018	Vuosi 2021
Gammakuvaukset ja SPET (N)	6,6	6,2	5,2	4,1	3,2
SPET-TT (Q)	0,5	0,6	1,2	1,6	2,0
PET (P)	0,15	0,06	0,05	0,06	0,07
PET-TT (R)	0,66	1,1	1,5	2,2	2,8
PET-magneettitutkimukset (S)	0	0,02	0,07	0,06	0,19
Isootopihoidot (T)	0,33	0,36	0,4	0,49	0,52



Kuva 1. Eri radionuklideilla tehtyjen isotooppitutkimusten suhteelliset osuudet vuosina 2009, 2012, 2015, 2018 ja 2021.



Kuva 2. Eri radionuklideilla tehtyjen isotooppihoitojen määrät vuosina 2009, 2012, 2015, 2018 ja 2021.



SÄDETURVAVÄKÄT

*Sarita Forsback, Kehityspäällikkö, FT, Dosentti, Valtakunnallinen PET-keskus,
Radiokemian Laboratorio, Turun yliopisto*

Uudet PET-radiolääkkeet

Turun yliopiston Valtakunnallisen PET-keskuksen Radiokemian laboratoriossa on parhailaan tuotannossa 21 eri radiolääkettä kliiniseen PET-kuvantamiseen. Lisäksi meillä on kahdeksan PET-merkkiainetta, joita hiomme kliinistä käyttöä ja sitä edellyttäviä validointeja varten. Varhaisemmassa tutkimusvaiheessa meillä on parhaillaan reilut parikymmentä kiinnostavaa molekyyliä. Maailmalla vastaavaa kehitystyötä tehdään varovaisenkin arvion mukaan satojen eri molekyylien parissa.

Esimerkiksi TSP0:n (18 kDa translocator proteiini) kliiniseen PET-kuvantamiseen on kehitetty vuosin saatossa, jo kahdeksankymmentä luvulta alkaen, lähemmäs 20 eri radiolääkettä. Meilläkin näitä on ollut tuotannossa neljä ja lisäksi muutama molekyyli on jäänyt prekliiniseen vaiheeseen. Parhailaan tuotamme aktiivisesti kahta TSP0:n kuvantamiseen soveltuvaa radiolääkettä ja yhtä kehitämme kliiniseen tuotantoon sopivaksi.

Toinen erittäin suosittu kliinisen PET-kuvantamisen kohde on viimeisen kymmenen vuoden aikana ollut eturauhassyöpä. Sitä on kuvannettu aiemmin hyvinkin perinteisillä radiolääkkeillä kuten [18F]FDG, [11C]asetaatti ja [11C]/[18F]koliini, mutta viimeaikoina on keskitytty spesifisempiin PSMA (prostate-specific membrane antigen)-markkereihin, joita löytyy jo useampia. Silti kehitystarvetta näyttää vieläkin olevan.

Mihin tarvitsemme näin valtavaa määrää eri radiolääkkeitä? Mitkä ominaisuudet toimivalta radiolääkkeeltä vaaditaan? Millaisia haasteita tekniikan kehittyminen, kuten uudet kokokehä kerralla kuvantavat PET-kamerat, tuovat radiolääkekehitykseen? Pyrin esityksessäni löytämään vastauksia edellä mainittuihin kysymyksiin ja esittelemään lyhyesti meillä työnalla olevia PET-radiolääkkeitä.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Heikki Minn

PSMA-PET/TT: klinikon näkökulma

Eturauhassyövän hoito perustuu monialaiseen asiantuntemukseen, missä urologian, onkologian, patologian ja radiologian lisäksi tarvitaan enenevästi isotooppilääketieteen menetelmiä. Miesten yleisin syöpä ei aina ole parannettavissa mutta sairauden etenemiseen voidaan vaikuttaa yhdistelemällä kohdennettuja ja systeemisiä hoitoja. Monet sairastavat levinnyttä eturauhassyöpää jopa vuosia ja heidän elämänlaatunsa voi pysyä hyvänä asianmukaisella hoidolla etäpesäkkeiden aiheuttamista oireista huolimatta.

Eurooppalaiset, viimeksi maaliskuussa 2022 päivitettyt hoitosuosituksen eivät toistaiseksi edellytä PSMA-PET/TT:n käyttöä eturauhassyövän diagnostiikassa missään vaiheessa (Mottet ym. 2022). PSMA-PET/TT on kuitenkin nopeasti noussut merkittäväksi kuvantamismenetelmäksi kastreatioresistentin syövän levinneisyysselektioissa, paikallishoidon jälkeisen biokemiallisen uusiutuman osoittamisessa ja primaarivaiheessa korkean riskin potilailla. Ongelmia aiheuttavat vanhat, perinteisiin kuvantamismenetelmiin (vartalon TT, luuston gammakuvaus) perustuvat hoitosuositukset jotka eivät tunnista PSMA-positiivisten, perinteisillä menetelmillä näkymättömien löydösten merkitystä optimaalista hoitostrategiaa suunniteltaessa (Hussain ym. 2022). Näihin ongelmiin saadaan vastauksia tulevien prospektiivisten kliinisten tutkimusten myötä missä PSMA-PET/TT on huomioitu satunnaistamalla potilaita joko perinteiseen tai molekyylikuvantamiseen perustuvaan hoitokaavioon. Turussa olemme käynnistäneet tällaisen tutkimuksen (PROSTAMIP) jonka päätutkijana on urologian erikoislääkäri, dosentti Otto Ettala.

Pidän selviönä, että muutaman vuoden sisällä PSMA-PET/TT korvaa ensisijaisena tutkimuksena perinteiset kuvantamismenetelmät ainakin yllä mainituissa lihavoidulla tekstillä korostetuissa tapauksissa (Kuppermann ym. 2022). Suomessa tutkimuksen saatavuus on nykyään hyvä ja myös PSMA:n kertymiseen perustuvan, kastreatioresistenttiä eturauhassyöpää sairastaville potilaille annettavan radioisotooppihoidon saatavuus on paranemassa. Magneettikuvaus on keskeinen varhaisvaiheen eturauhassyövän kuvantamistutkimus ja luuston gammakuvaus ja vartalon TT säilyttävät asemansa käyttökelpoisina täydentävinä tutkimuksina hoidon seurannassa ja valikoiduissa tilanteissa.

Kirjallisuutta:

Mottet N, Cornford P, van den Bergh RCN, ym. EAU – EANM – ESTRO – ESUR – ISUP – SIOG Guidelines on Prostate Cancer (<https://uroweb.org/guidelines>)

Hussain M, Carducci MA, Clarke N, ym. Evolving Role of Prostate-Specific Membrane Antigen-Positron Emission Tomography in Metastatic Hormone-Sensitive Prostate Cancer: More Questions than Answers? *J Clin Oncol* 2022;40:3011-3014

Kuppermann D, Calais J, Marks LS. Imaging Prostate Cancer: Clinical Utility of Prostate-Specific Membrane Antigen. *J Urol* 2022;207:769-778



Jyri Järvinen, OYS

Magneettikuvaus (MK) ei-traumaattisen olkapäävaivan selvittelyssä

MK on kaksiteräinen miekka. Toisaalta se tarjoaa meille valtavan hyvän diagnostisen tutkimuksen, joka parhaimmillaan auttaa hoitamaan potilasta oikein ja antaa kajoamatta suuren määrän tietoa sekä olkanivelen sisäisestä että ulkopuolisesta tilanteesta. Toisaalta se taas on rahoja ja aikaa vievä tutkimus, jonka aiheuttama kuormitus terveydenhuollon resursseihin on jo nyt suuri eikä päätylauta ole näkyvissä. Kuka maksaa viulut? Kuka kuvaa, missä kuvataan kaikki potilaat? Kuka sanelee kaikki tutkimukset?

Mahdollisesti parhaita keinoja turhien tutkimusten välttämiseksi ja tutkimusten kohdistamiseksi oikeisiin potilaisiin olisivat valistus ja kouluttautuminen. Kaikkien terveydenhuollon ammattilaisten tulisi omata hyvät perustaidot ja -tiedot olkavaivojen tutkimisesta, diagnostiikasta ja hoitamisesta. Lisäksi ensiarvoisen tärkeä on hyvä potilasinformaatio. Valtaosassa tapauksista oikea hoito on konservatiivinen, jolloin hyvä, huolellinen ohjeistus sekä tarvittava hoidon tuki ovat onnistumisen edellytyksiä. Valtaosa ei-traumaattisista olkapäävaivoista on benignejä ja degeneraatiopohjaisia sairauksia, joiden pääasialliset hoitomuodot ovat lihashuolto, harjoittelu ja hyvä biomekaniikka.

Kirurgista hoitoa harkittaessa MK antaa suuren määrän olennaista tietoa. Kirurgille MK alkaa olla nykyisin perustutkimus diagnostiikassa. Suurimmat hyödyt tulevat jännerepeämien olemassaolon ja laajuuden selvittämisestä sekä lihasten rappeuman asteen määrittämisestä. Turhia leikkauksiakin voidaan ehkä ajoittain välttää, jos MK antaa jo etukäteen sen informaation, joka aiemmin olisi saatettu selvittää leikkauksessa.

Hyvä olkapään MK -protokolla sisältää aksiaal-, koronaali- ja sagittaalileiketasojen sekvenssit, joissa käytetään mieltymysten mukaan erilaisia rasvasaturoituja ja T2-sekvenssejä. Lisäksi protokollan tulee sisältää T1 -painotteen sekvenssi, ehkä parhaiten sagittaalina, jotta lihasrakenteet voidaan arvioida riittävällä tarkkuudella. Valtaosassa tutkimuksista riittää natiivisekvenssit ilman kontrastiaineinjektiota

laskimon tai nivelen sisäisenä. Mikäli on erityistarve nähdä pienimmätkin labrumin repeämät (ei-traumaattinen?) tai epäillään vaikkapa jostain syystä natiivisekvenssein selviämättä jäänyttä kiertäjäkalvosinrepeämää, voidaan harkinnan mukaan käyttää nivelensisäistä kontrastiaineinjektiota. Mikäli epäilyksen alla on tulehduksellinen tilanne tai neoplasia, laskimon sisäinen kontrastiaineinjektio kuluu lähes poikkeuksetta tutkimusprotokollan loppuun.

Varsin hyvä ja hyvin usein mainiosti riittävä checklist olkapään MK -lausuntoon sisältää arvion:

- kiertäjäkalvosimen tendinooseista, kalkeista ja repeämistä
- bicepsin pitkän pään janteen sijainnista, kunnosta, insertiosta ja nesteilystä
- lihasten ödemistä ja lipotrofiasta
- luuödemasta ja artroosista (AC/GH)
- rustopinnoista
- nesteilyistä nivelissä ja bursissa
- labrumin kunnosta, selvistä repeämistä neljänneksittäin, dislokoitumisesta ja paralabralikystista

Jännerepeämät diagnosoidaan varmimmin silloin, kun sekä nesteherkässä FS-sekvenssissä että T2 -sekvenssissä näkyy nesteinen defekti janteessa. Koko ilmoitetaan mahdollisuuksien mukaan vähintään kahdessa suunnassa tai vaihtoehtoisesti maksimimita ja sanallisesti täydentävä kuvailu. Osittaisrepeämät arvioidaan joko nivelen puoleiseksi, bursan puoleiseksi tai interstitielliksi. Lämpäisevässä repeämässä koko janteen paksuuden lävitse (nivel - bursa) näkyy useimmiten nesteinen defekti. Lämpäisevä repeämä voi kattaa vain osan janteen kokonaislevydestä tai se on täydellinen, jolloin yleensä koko jänne vetäytyy proksimaali-/mediaalisuuntaan.

Jännerepeämien diagnostiikka sisältää aina olennaisesti myös lihasten rasva-atrofian arvion, joka tehdään parhaiten Goutallierin neljäportaisella asteikolla: 1: hieman ohuita rasvajuosteita, 2: enemmän rasvajuosteita, mutta alle 50% volyymista, 3: 50% - 50%, 4: valtaosa rasvaa.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Labrumrepeämät ovat monesti vammapohjaisia, nuoruusiän jälkeen kuitenkin myös degeneratiivipohjaisia. Ne ovat vaikea osio olkapään MK:n diagnostiikassa. Niiden kanssa pärjää parhaiten, kun opettelee selkeimmät vauriotyypit hyvin ja unohtaa sekavat moniportaiset luokittelut. Lisäksi aivan ensiarvoisen tärkeää on keskustella oman paikallisen ortopedikollegan kanssa ja sopia yhteiset linjat diagnostiikasta. Näiden tekijöiden lisäksi pitää katsoa ja diagnosoida mahdollisimman paljon olkapään MK-tutkimuksia; tässäkin asiassa toistot auttavat harjaantumaan paremmaksi.

Hyviä sädeturvapäiviä kaikille!



SÄDETURVAPÄIVÄT

LT, dosentti Aleksi Reito, ortopedian ja traumatologian erikoislääkäri, TULES-keskus, TAYS, Tutkimusjohtaja, Tekonivelsairaala Coxa, Tampere

Mitä oikeasti tarvitaan?

- Huolellinen status ja kattava anamneesi antavat perusteet olkapään kuvantamistarpeen arvioinnille käytännön kliinisessä työssä
- Alkuvaiheessa keskeistä on selvittää kivun alkamisen luonne (atraumaattinen, toistorsitus, kaatuminen, muu vamma).
- Statuksessa on pyrittävä selvittämään erityisesti mahdolliset lihasheikkoudet, kipua provosoivat liikkeet sekä mahdollinen epäpukevuusoire.
- lästä riippumatta olkanivelen natiiviröntgenkuvaus on perusteltu aina, kun potilas on ensimmäistä kertaa arvioissa olkakivun vuoksi.
- Jos potilaan olkapääkipu myöhemmin uusiutuu tai pitkittyy, uudella natiiviröntgenkuvalla ei ole todennäköisesti lisäarvoa varsinkaan alle 45–50-vuotiailla potilailla. Kuitenkin, jos potilaalla on jo todettu selkeät kulumamutokset aiemmassa kuvantamisessa, voi uusin kuvantamisella selvittää ovatko muutokset edenneet. Nivelrikko ja kiertäjäkalvosinartropatia alkavat yleistyä 50 ikävuoden jälkeen.
- Erikoissairaanhoidossa olkanivelen ultraäänikuvantamisella on lähes olematon rooli ja merkitys. Mahdollisen hydropsin tai mahdollisen niveltulehduksen diagnostiikassa ultraäänikuvantamisella voidaan akuutissa vaiheessa saada hyödyllistä, potilaan hoitoon vaikuttavaa tietoa.
- Perus- ja työterveyshuollossa ultraääni voi olla hyödyllinen. Pelkän atraumaattisen kivun selvittelyssä väärin positiivisten löydösten mahdollisuus on suuri ja hoitavan lääkärin on tarkkaan pohdittava ennen kuvantamista, miten suhtautua poikkeaviin löydöksiin, kuten mahdolliseen jännerepeämään. Ultraäänikuvantaminen tulisi kohdentaa ensisijaisesti sellaisille potilaille, joilla epäillään esitietojen ja statuksen perusteella jännerepeämää. Varsinkin yli 50-vuotiailla potilailla oireettomat jännerepeämät ovat yleisiä.
- Olkanivelen magneettikuvaus on kultainen standardi olkakivun diagnostiikassa. Varsinkin, jos potilaalla on vamman jälkeinen kipu ja liikerajoitus, MRI antaa parhaiten tietoa mahdollisen jännevamman osalta. Epäpukevuusoireen selvittelyssä ja leikkaussuunnittelussa MRI on myös paras kuvantamismodaliteetti. Atraumaattisen kivun selvittelyssä MRI ei ole kuitenkaan ensisijainen. Esitietojen, statuksen ja natiiviröntgenkuvauksen perusteella saadaan melko tehokkaasti diagnosoitua tyypillisimmät olkakivun syyt, kuten jännetulehdus, takakapselikireys, jäänyt olkapää ja kulumaperäiset syyt. MRI ei tuo lisäarvoa näiden sairauksien hoitoon. Toisinaan atraumaattinen olkakipu voi johtua rappeumaperäisestä jännerepeämästä. Jos potilas kokee kivun lisäksi selkeää lihasheikkoutta eikä asianmukaisella kuntoutuksella saada tilannetta asettumaan, MRI:llä voidaan varmentaa mahdollinen jännerepeämä. Usein on jo syytä pohtia edeltävästi mahdollisen leikkaushoidon järkevyyttä.
- Olkapään tietokonekuvaus on hyödyllinen, kun suunnitellaan olkanivelen tekonivelleikkausta. TT-kuvaus kertoo hyvin varsinkin lapaluun nivelpinnan luutilanteesta, jolla on oleellinen merkitys leikkauksen suunnitteluun.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Niko Sillanpää

Tietokonetomografian oikeutuksen arviointi: EU-JUST-CT-projekti

Tietokonetomografiatutkimusten (TT) lukumäärä on ollut viime vuosikymmeninä voimakkaassa kasvussa kehittyneissä maissa. TT-tutkimukset muodostavat noin puolet lääketieteellisestä sädealtistuksesta ja siten merkittävän osan väestötason vuotuisesta sädeannoksesta. Arvioiden mukaan 20-40% tutkimuksista on puutteellisesti perusteltuja. EU:n komission direktiivi 2013/59/Euratom (BSS) edellyttää oikeutusarviointia ja annosoptimointia kansainvälisellä tasolla. Direktiivin mukaan oikeutusarvioinnin tekee tutkimuksen tai toimenpiteen suorittava radiologi yhteistyössä lähettävän lääkärin kanssa. Direktiivissä suositellaan myös läheteindikaatio-ohjeistuksen toteuttamista kansallisella tasolla käyttäen tarvittaessa hyväksi kansainvälisiä, jo olemassa olevia ohjeistuksia.

Euroopan radiologiyhdistys (ESR) on saanut EU:n komissiolta tehtäväkseen luoda keinoja parantaa TT-tutkimusten oikeutusarviointia EU:n

alueella. EU-JUST-CT-projekti alkoi huhtikuussa 2021 ja jatkuu vuoteen 2024 saakka. Ohjelman tavoitteena on 1) kerätä tietoa Euroopan nykyisistä oikeutuskäytännöistä, 2) kehittää oikeutuskäytäntöjen auditointimenetelmiä, 3) pilotoida nämä auditointimenetelmät viidessä maassa (mukaan lukien Suomi) ja 4) muodostaa kokonaiskuva oikeutusarvioinnin tilasta Euroopassa ja tunnistaa jatkotoimenpidekohteita. Tämä tavoitteet on organisoitu seitsemään työosioon, joista viisi ensimmäistä ovat tähän mennessä päättyneet. Oikeutusarvioinnin työkaluna projektissa käytetään ESR:n kehittämää, verkossa rekisteröitymällä saatavilla olevaa iGuide-ohjeistoa. iGuide rakentuu Amerikan radiologiyhdistyksen (ACR) Appropriateness-kriteereiden pohjalle, mutta sisältää lisäksi päätöksenteon tukijärjestelmän.

Tässä luennossa kuvataan EU-JUST-CT-projektin nykytila ja tuoreimmat tulokset.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Ritva Bly, Johtava asiantuntija, STUK

Saako oireettomia kuvata? - Uudet kriteerit kuvantamisen oikeutukseen

Röntgentutkimusta varten tarvitaan lähete. Lähettämissuositukset auttavat tyypillisesti löytämään oikean kuvantamistutkimuksen potilaan oireiden perusteella. Oireettomalla henkilöllä tarkoitetaan sellaista henkilöä, jolla ei ole oireita tutkimisen kohteena olevasta taudista tai henkilö itse haluaa terveystarkastusluonteisesti kuvaukseen. Terveystarkastuksen palveluvalikoimaneuvosto Palko antaa oireettomien henkilöiden tutkimukseen pääsyn kriteerejä. Niitä on annettu tähän mennessä TT-tutkimukselle keuhkosityövän löytämiseksi tupakoineelta henkilöltä ja mammografiatutkimukselle rintasyövän varhaiseksi toteamiseksi oireettomalta henkilöltä, jolla on geneettisesti varmistettu korkea rintasyöpäriski sekä luuntiheysmittaukselle (DXA) primaarisen osteoporoosin ja siihen liittyvän kohonneen murtumariskin löytämiseksi ja panoraamaröntgentutkimukselle tietyissä tilanteissa.

Kriteerit annetaan säteilylain (859/2018) 111 §:n nojalla. Kun oireettomaan henkilöön kohdistuva taudin varhaista toteamista varten tarvittava lääketieteellinen säteilyaltistus ei ole osa seulontaohjelmaa, altistuksen oikeutuksesta on säteilylain mukaan laadittava kyseistä henkilöä koskeva erityinen kirjallinen perustelu. Perustelun laatimisessa on noudatettava Palkon laattimia tutkimukseen pääsyn kriteerejä. Vaatimus koskee myös yksityisestä terveydenhuollosta annetussa laissa tarkoitettuja terveydenhuollon palveluja. Säteilylain vaatimuksella pannaan täytäntöön Euroopan komission säteilyturvallisuusdirektiivin (59/2013/Euratom) vaatimus.

Palkon päättämät kriteerit perustuvat tieteellisesti arvioituun vaikuttavuuteen ja turvallisuuteen. Kriteerien tavoitteena on ensisijaisesti väestön suojaaminen tarpeettomalta säteilyaltistukselta sekä myös varmistaa resurssien tarkoituksenmukainen käyttö, kun turhia tutkimuksia ja niiden aiheuttamia jatkotutkimuksia vältetään. Tämä parantaa pääsyä oikeutetuiksi perusteluihin tutkimuksiin. Lisäksi potilasturvallisuus paranee, kun vältetään turhilta kajoavilta jatkotutkimuksilta.

Säteilylle ei pidä altistaa ilman lääketieteellistä perustelua. Täysin riskitöntä säteilyannosta ei ole olemassa. Lisäksi turhat tutkimukset aiheuttavat potilaalle ja hänen läheisilleen ahdistusta ja huolta sekä johtavat terveyshyötyä tuottamattoman terveydenhuollon resurssien käyttöön.

Annetut kriteerit

Pienikokoinen paikallinen keuhkosityöpä on mahdollista parantaa leikkauksella. Tämän takia on ollut aiheellista selvittää, voidaan oireettomille henkilöille tehtävien keuhkojen TT-tutkimuksien avulla löytää varhaisvaiheen keuhkosityöpä niillä henkilöillä, joilla on keuhkosityöpäriskiä nostava tupakointihistoria. Palkon päätöksen mukaisesti tietokonetomografiatutkimus tupakoineen oireettoman henkilön keuhkosityövän löytämiseksi ei ole oikeutettu. Kriteerejä ei päätöksen mukaan sovelleta seulontaan, vaan ne on tarkoitettu sovellettaviksi yksittäisten henkilöiden tutkimuksiin.

Palkon päätöksen mukaisesti mammografiatutkimus rintasyövän varhaiseksi toteamiseksi oireettomalta henkilöltä, jolla on geneettisesti varmistettu korkea rintasyöpäriski, on oikeutettu korkeintaan kerran vuodessa. Mammografiatutkimus ei kuitenkaan ole oikeutettu, jos geenimuunnokseen tiedetään liittyvän kohonnut riski säteilyaltistuksen aiheuttamille haitoille. Kriteerejä sovelletaan kirjallisen perustelun laatimiseen mammografiatutkimuksen oikeutuksesta rintasyövän varhaiseksi toteamiseksi oireettomalta 35 vuotta täyttäneeltä henkilöltä, jolla on geneettisesti varmistettu korkea rintasyöpäriski. Rintasyöpään sairastumisen riskiä voivat lisätä myös muut tekijät kuin geenimuunnokset. Korkean ja kohtalaisen rintasyöpäriskin omaavien oireettomien henkilöiden kuvantamisseuranta voi olla tarpeen lääkärin tekemän yksilöllisen arvioinnin perusteella. Terveystarkastuksen palveluvalikoimaneuvosto tarkastelee kuvantamisen tarvetta ja antaa tarvittaessa lisää kriteerejä.

Panoraamaröntgentutkimus on oikeutettu Palkon kriteerien mukaan infektiokokon löytämi-



SÄDETURVAPÄIVÄT

seksi antiresorptiivisen lääkityksen aloittamisen yhteydessä, ennen leukojen alueen sädehoitoa tai ennen immunosuppressiivisen hoidon aloittamista ainoastaan, kun panoraamaröntgentutkimus on tarpeen osana hammaslääkärin tekemää suun terveydentilan arviota.

DXA-tutkimus primaarisen osteoporoosin ja siihen liittyvän kohonneen murtumariskin löytämiseksi on oikeutettu ainoastaan, kun se on kokonaisvaltaisen murtumariskin arvion tuloksen perusteella oikeutettu. Kokonaisvaltaisen murtumariskin arvio on tehtävä validoitua ja riittävään tieteelliseen näyttöön perustuvaa menetelmää käyttäen.

Valmisteilla olevat kriteerit

Palko valmistelee parhaillaan uusia kriteereitä oireettomien henkilöiden hampaiden BiteWing-tutkimuksille. Luonnos kriteereiksi on lausunolla Lausuntopalvelu.fi -palvelussa 4.11.2022 asti. Lausunnon voi antaa myös yksittäinen henkilö.

Palkon kriteerit löytyvät täältä: Valmiit kriteerit - Palveluvalikoima



SÄDETURVAPÄIVÄT

Jaakko Niinimäki, Radiologi, OYS

Rangan natiivikuva, milloin kuvataan aikuiselta?

STUK:in keräämien tietojen mukaan selkärangan natiivikuvausten määrä on Suomessa 2000-luvulla tasaisesti vähentynyt. Esimerkiksi vuosien 2011-2018 välisenä aikana kaularangan röntgenkuvauksissa laskua oli yli 45%, rintarangan n. 30% ja lannerangan n. 25% (STUK avoin data: <https://www.stuk.fi/>). Tutkimusmäärien väheneminen heijastelee todennäköisesti osin muiden menetelmien, lähinnä magneettikuvausten, parempaa saatavuutta, mutta osin myös kuvantamissuosittelusten muuttumista ja suositustenmukaista kuvantamisen käyttöä. Koska röntgenkuvaus on sädetutkimus ja esimerkiksi lannerangan kuvaus vastaa suomalaisen saamaa 3 viikon sädeannosta kaikista säteilylähteistä, on kehitys ollut suotuisa myös kollektiivisen säteilyannoksen kannalta.

Kansainvälisesti on olemassa useita lähettämissuosituksia kuvantamistutkimuksiin. Lähettämissuosituksilla tavoitellaan osin sädeannoksen pienentymistä, mutta tavoitteena on myös tutkimusten vaikuttavuuden paraneminen ja lopulta myös terveydenhuollon kustannusten väheneminen. Meillä Suomessa ei kuitenkaan ole laajassa käytössä olevaa yhtenäistä suositusta, vaan vastaava ohjeistus löytyy Käypä hoito -suosituksista, STUKin kuvantamisohjeista ja kiireettömän hoidon perusteista. Näiden pohjalta eri kuvantamisyksiköt ovat laatineet aluilleen paikallisia suosituksia. Selkärangan kuvauksissa näiden lähettämissuosittelusten pääviestin voi

aikuispotilaalla tiivistää kolmeen alakohtaan. 1) kuvantamista, tai muitakaan diagnostisia testejä, ei ole syytä käyttää epäspesifisen selkäkivun selvittelyssä, 2) jos potilaalla esiintyy vakavia tai eteneviä neurologisia puutosoireita, tai kun anamneesin ja statuksen perusteella epäillään vakavaa sairautta, on kuvantaminen aiheellista ja 3) magneettikuvaus on ensisijainen kuvantamismenetelmä, jos radikulopatian tai spinaalisten oireiden leikkaushoito voi potilaan oireiden perusteella tulla kyseeseen.

Pystyasennossa otetusta selän natiivikuvasta voi olla apua magneettikuvausten tulkinnaissa, jos potilaan oireiden syyksi epäillään lannerangan rappeumaan liittyvää instabiliteettia. Pystyasennon aiheuttamassa kuormituksessa nikamaliukumat usein korostuvat, kun taas maaten otetussa magneettikuvauksessa ranka on lepoasennossa. Vaikka jokaisen selkkipotilaan perustutkimuksena selän natiivikuvaus ei ole perusteltu, on se edelleen helppo, nopea ja laajasti saatavilla oleva ja sen käyttö on perusteltua myös joissain erityistapauksissa. Tällaisia ovat mm. osteoporoottisen murtuman diagnosointi, nikama-anomaliaepäily ryhtihäiriöissä, selän rasisitutkimukset erikoissairaanhoidossa, pre- ja postoperatiiviset kuvaukset, joskus selkärangan reumasairauksien seuranta ja tuumorien kalkkipitoisuuden arviointi. Esitelmässä käydään näiden ryhmien tapauksia läpi kuvaesimerkein.



SÄDETURVAPÄIVÄT

el Nurminen Janne, TYKS Kuvantaminen

Koko kehon pyyhkäisykuvaus ja aikuisten skolioosi

Tässä luennessa käsitellään aikuisten de novo – skolioosia, sen kuvantamista ja operatiivisen hoidon suuntalinjoja. De novo –skolioosilla tarkoitetaan aikuisiällä alkavaa hankittua skolioosia, jonka taustalla ovat pääsääntöisesti huono luun laatu (osteoporoosi) sekä selkärangan degeneratiiviset muutokset. Tämän tyyppiset löydökset ovat yleisempiä naisilla kuin miehillä. Potilaiden ikä on yli 50-vuotta, usein yli 60-vuotta.

Aikuisten skolioosin diagnostiikan ja operatiivisen hoidon keskiössä on itse oire, jonka taustalta pyritään osoittamaan hermorakenteiden kompressio ja ryhtivirheet. Kuvantamistutkimukset valitaan ja kohdennetaan oireperusteisesti. Aikuisten skolioosia / sen suuruutta tai rangan muita degeneratiivisia muutoksia ei ole itseisarvoisesti tarvetta kontrolloida kuvantamistutkimuksilla. Radiologisista löydöksistä leikkaushoitoon ajautumista ennustaa tutkimusten mukaan parhaiten L3/4-nikamavälin yli 1 cm suuruinen lateraalinen siirtymä nikamakorpusten välillä.

Operatiivinen arvio perustuu tavallisesti rangan magneettikuvauksen (MRI) ja koko kehon pyyhkäisykuvauksen (EOS) yhdistelmään. MRI-kuvauksessa etsitään hermorakenteiden pinnetiiloja ja EOS-kuvauksessa tarkastellaan mahdollisia rangan, lantion ja alaraajojen ryhtivirheitä. EOS-kuvauksessa keskeisiä ongelmia aikuispotilailla ovat 1) lannerangan lordoosin oikeneminen, 2) rintarangan kyfoosin suoristuminen ja 3) lantion kompensatorinen retroversio sekä polvien kompensatorinen fleksio. Kyseessä on jatkumo, jossa lannerangan lordoosia kompensoidaan em. muilla mekanismeilla. Skolioosin absoluuttinen suuruus (asteluku) ei ole merkityksellinen. Oleellista on ryhdin kokonaisarvio, jossa skolioosi on yksi osatekijä. EOS-kuvauksessa perehtynyt röntgenhoitaja tekee koronaali- ja sagittaalisuuntaisten kuvien yhteyteen mitaukset, joista keskeisimmät ovat koronaalinen ja sagittaalinen balanssi sekä lantion version arvio.

Lisäksi mitataan mm. skolioosikulmat, lordoosi- ja kyfoosikulmat, alaraajojen pituusero sekä arvioidaan mahdollisia anatomisia poikkeavuuksia, esim. ylilukuisia nikamia.

Sagittaalibalanssin ongelmat (tavallisesti balanssilinjan siirtyminen selvästi anteriorisuuntaan) ovat usein yhteydessä sentraaliseen selkäydinkanavan ahtaumaan. Koronaalibalanssin ongelmat puolestaan liittyvät usein juurikanava-ahtauksiin. Pelkästään sagittaalibalanssin ongelmiin liittyvät ahtaumat voidaan joskus hoitaa vain dekompressiolla, mutta koronaalibalanssin ongelmien hoito (taustalla fasettiluusaatiot / -subluksaatiot) vaatii usein myös pitkää posteriorista transpedikulaarista fiksaatiota. Usein potilaan ryhdin ongelmat ovat kombinoituja. Merkittävät preoperatiiviset sagittaalibalanssin ongelmat korreloivat potilaan tyytyväisyyteen myös operatiivisen hoidon jälkeen, ts. operatiivisessa hoidossa on syytä keskittyä myös tämän korjaamiseen. Operatiivisessa hoidossa lannerangan lordoosia yritetään palauttaa mm. asettamalla diskusväliin ryhtivirhettä korjaava cage tai tekemällä nikamakorpusten dorsaalinen osteotomia. Skolioosia joudutaan usein korjaamaan pitkällä fiksaatiolla, monesti Th10-nikamasta lantioon ulottuen.

Selkäortopedit toivovat, että ryhtivirheiden raportoimisen lisäksi radiologi kiinnittää EOS-kuvausta lausudessaan huomiota nikamien mahdolliseen ankyloitumiseen (vaikuttaa leikkaustekniikkaan) ja mahdollisiin vartalon alueen sivulöydöksiin, kuten merkittävään lonkka- tai polviartroosiin, luisiin destruktiivisiin ja keuhkojen tuumorimuutoksiin – nämä ovat ainakin kategorisesti arvioitavissa myös EOS-kuvauksessa. Postoperatiivisessa kuvauksessa on syytä varmistaa, että fiksaatimateriaali on ehjä. Lisäksi on syytä kiinnittää huomiota ns. junktionaalisen välin mahdollisiin ongelmiin eli fiksaation yläpuolella olevan nikamavälin muutoksiin.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Päivikki Tanskanen, lastenradiologi, OYS

Lasten selkärangan natiivikuvaukset

OYS:ssa lasten ja päivystysröntgenissä kuvattiin v. 2021 alle 16 vuotiailta yhteensä 157 selkärangan natiivikuvausta (ei sisällä skoliooseja). Näistä lukumääräisesti eniten kuvattiin lannerankaa (50%), seuraavaksi eniten kaularankaa (38%), rintarankaa (11%) ja ristiluuta (1%). Häntäluun kuvauksia ei erikseen ollut.

Yleisin kaula- ja rintarangan kuvausindikaatio oli trauma tai todetun vamman seuranta taivutuskuvineen (n. 80%). Lannerangan yleisin kuvausindikaatio oli spondylolyyysi ja olisteesi, sen epäily tai seurantakuvaus (58%). Ristiluun kuvaus yksinään on harvinainen, indikaationa oli sakrumanomalian epäily. Skoliooseja tai sen taivutuskuvia kuvattiin samana aikana samassa ikäryhmässä 630, joten muun kuin skolioosin kuvantaminen käsitti vain 20% koko selkärangan kuvausten lukumäärästä.

Kaula-, rinta- tai lannerankakuivissa riittää AP/PA- ja sivukuva. Kuvaukset otetaan aina mahdollisuuksien mukaan seisten. Tietyissä tapauksissa, esim. nikamasiirtymäepäilyssä tai sen kontrollissa (spondylolyyysi ja olisteesi) tai nikamamurtuman kontrollissa, riittää sivukuva seisten. Tämä tulisi käydä ilmi jo läheteestä, mutta tarvittaessa tilanteen voi tarkistaa radiologilta. Spondylolyyssikontrollit kuvataan pienellä rajauksella, pienillä kuvausarvoilla ja kuva saa olla kohinainen - riittää että nikamasiirtymä saadaan mitattua. Viistokuvia otetaan vain erityistapauksissa, OYS:ssa ei kuvattu yhtään kaula- tai lannerangan viistokuvaa v. 2021 alle 16 vuotiailta.

Lasten selkärangan kuvausindikaatioita (STUK tiedottaa 1/2008) ovat vamma tai muu vaikea äkillinen kipu selässä, pitkittynyt selkäkipu, joka aiheuttaa poikkeavan kävelyn tai haittaa liikuntasuoritusta, tai asentovirhe, joka herättää epäilyn rakennepoikkeavuudesta. Murtumaepäily kuvataan tavallisesti ensin tietokonetomografialla tai magneetilla, ja seuranta tapahtuu natiivikuvalla, tarvittaessa taivutuskuvin. Varsinkaan kaularangan röntgen ei ole riittävä ensimmäisenä tutkimuksena murtuma- tai ligamenttivammaepäilyssä. Rinta- tai lannerangan murtumaepäilyssä voi natiivikuva riittää primaaridiagnostiikassa, mikäli vammaenergia on ollut vähäinen, kipu on

lievää eikä neurologisia oireita ole. Häntäluun murtumaepäilyä ei ole aiheen kuvantaa. Osteoporoottinen murtuma on lapsilla harvinainen ja liittyy yleensä tunnettuun perustautiin, sen epäilyssä riittää sivukuva seisten. Myöskään muissa spesifin sairauden epäilyssä, kuten nikaman tai nikamavälilevyn tulehduksessa, natiivikuva ei riitä diagnostiikassa, vaan diagnoosiin tarvitaan magneetti- tai tietokonetomografiatutkimus. Natiivikuva leiketutkimuksen ohella voi olla kuitenkin hyödyllinen ja monesti se on tarpeen seurannassa.

Taivutuskuvia otetaan instabiliteettiepäilyssä kaularangan vammassa tai sen seurannassa neurokirurgin tai lastenkirurgin läheteellä, tai lastenreumaa sairastavilla lasten reumalääkärin läheteellä. Lannerangan taivutuskuvissa etsitään instabiliteettia spondylolyyssissa, ja yleensä radiologi arvioi kuvaustarpeen ennen kuvausta.

Selkäkipuisella lapsella kuvantaminen on aiheen, jos kliinisessä tutkimuksessa lapsen oireiden tai löydösten perusteella ilmenee varoituserkkejä eli ns. "red flags". Näitä ovat selkäkipu prepubertaalisella lapsella, etenkin < 5v:lla, akuutti trauma, selkävun kesto > 4 vkoa, toistuva tai paheneva oire, toiminnallinen oire esim. ontuminen tai poikkeava kävelytyyli, aamujäykkyys, yökipu, säteilykipu, kuume, painonlasku, huonovointisuus, aiempi maligniteetti tai tbc-altistus, mustelmat, adenopatia, vatsan alueen massa, takykardia, selkärangan arkuus, neurologiset oireet/löydökset esim. alaraajaheikkous, rakon tai suolen, toimintahäiriöt, ryhtivirhe, kyfoosi tai skolioosi. Spesifin tai vakavan sairauden epäily indisoi kuvannan. Ryhtihäiriötä lukuun ottamatta näiden oireiden taustalla olevat patologiset prosessit eivät yleensä näy natiivikuvassa, vaan ensisijaisesti olisi käytettävä magneetti- tai tietokonetomografiakuvausta.

Alle kouluikäisen lapsen selkäkipu on harvinainen oire. Pienet lapset voivat vähätellä oireitaan ja alle kouluikäisen selkäkipuun tulee aina suhtautua vakavasti. Heillä selkävun taustalla on usein orgaaninen syy ja he tarvitsevat usein erikoissairaanhoidon tutkimuksia ja hoitoa. Yli 10 vuotiailla alaselkäkipu on tavallinen oire ja val-



SÄDETURVAPÄIVÄT

taosalla se menee itsestään ohi. Sen esiintyvyys kasvaa iän myötä, tanskalaisen tutkimuksen mukaan alaselkäkivun elinikäinen prevalenssi 13-16 v koululaisilla oli 59% (Harreby et al 1999). > 10 vuotiaiden yleisimpiä selkäkipujen syitä ovat välilevyjen rappeutuminen, protruusio tai prolapsi, lannenikaman takakaaren rasitusosteopatia tai spondylolyyysi sekä ryhtivirheet kuten skolioosi tai Scheuermannin tauti. Myös selkärangan ulkopuoliset syyt voivat aiheuttaa selkäkipuja (esim. virtsatieinfektio, pneumonia, leukemia). Selkärangan kasvaimet, bakteeritulehdukset tai juveniili tulehduksellinen nivelsairaus ovat lapsilla harvinaisia.

Lasten skolioosikuvauksen indikaatiot ovat ryhtivirhe-epäily, ryhtivirheen kontrolli sekä pre- ja postoperatiiviset selkäkuvaukset. Muita kuvausindikaatioita ovat selkärangan anomalia-epäily sekä murtumakontrolli tai osteoporoottisen murtuman epäily. Skolioosikuvaukset suositellaan kuvattavaksi vain erikoissairaanhoidossa paikassa, jossa sitä hoidetaan. Jos potilaalla epäillään ryhtivirhettä, tulee selkärangan kuvat ottaa laitteistolla, joka mahdollistaa koko selkärangan kuvaamisen seisten.

Skolioosin ensimmäisellä kuvauskerralla kuvataan koko selkäranka niskakuopasta reisiluun päihin. Yksi PA-suunnan kuva riittää, sivukuva otetaan tarvittaessa, jos kirurgi pyytää. Kuvanlaadun tulee olla riittävän hyvä, jotta nikamien muoto ja rakenne pystytään näkemään. Kuvaan merkitään mahdolliset apuvälineet tai kiinnipitäjät sekä kuvausarvot (kV, mAs) kontrollikuvauksia varten. Skolioosikontrollissa PA-suunnan kuva rajataan lyhyemmäksi niin, että selän mutkat näkyvät. Kyfoosikontrollissa otetaan sivusuunnan kuva tarvittavasta kohdasta. Kontrolleissa huonompi kuvanlaatu riittää ja kuvausarvoja voidaan pudottaa ensimmäisestä kuvauskerrasta. Kuitenkin skolioosi- ja kyfoosikulma on pystyttävä määrittämään ja mahdolliset leikkauksen jälkeiset tukiraudat täytyy näkyä kokonaisuudessaan.

Kuvausarvojen optimoinnilla, painon mukaisilla kuvausarvoilla, tarkalla rajauksella, PA-suunnan-projektiolla, kuvaamalla ilman hilaa sekä uudemmilla natiivikuvauksilaitteilla olemme saaneet sädeannoksia lasten selkärangan kuvauksissa pieniksi. Lannerangan efektiivinen annos (PA ja sivu) 30 kg painoisella lapsella on keskimäärin 0,042 mSv, mikä vastaa 3 päivän suomalaisen keskimäärin saamaa annosta kaikista säteilylähteistä. Skolioosin ensimmäisen kuvan (PA-projektio 50 kg painavalla lapsella) efektiivinen annos on 0,053 mSv (4 pv) ja kontrollikuvan 0,005 mSv (< 1 pv) (OYS 2021). Skolioosikuvauksissa on mahdollista päästä hyvinkin pieniin annoksiin: v. 2014 pinta-ala-annos (DAP) oli keskimäärin vain 0,019 Gy*cm² (OYS, 2014). STUK:n vertailutaso aikuisella lannerangan PA-kuvassa on 1 Gy*cm² (2017). Lannerangan PA- ja sivukuvan efektiivinen annos aikuisella on 0,3 mSv (19 pv) ja skolioosin AP ja sivukuvan efektiivinen annos 0,4 mSv (25 pv) (OYS, 2020).

Lähteet:

- Haidar R et al. Practical approach to the child presenting with back pain. *Eur J Ped* 170:149-56, 2011.
- Harreby M et al. Risk factors for low back pain in a cohort of 1389 Danish school children: an epidemiologic study. *Eur Spine J* 8:444-450, 1999.
- Helenius I. Lapsen selkäkipu. *Lääkärilehti* 37:2021-25, 2019.
- Kerttula L, Schlenzka D, Tallroth K: Skolioosin kuvantaminen. *Duodecim* 120:2298-305, 2004.
- Kuvantamistutkimusten muistikortti Lapset & Aikuiset, Oys Intranet 2021 & 2020.
- Kuvantamisen menetelmäohje natiivi: Rangan natiivikuvaukset lapset, Oys Intranet 2020
- Lasten röntgentutkimuskriteerit, STUK tiedottaa 1/2008
- Lasten röntgentutkimusohjeisto, STUK tiedottaa 1/2005
- Rodriguez DP, Poussaint TY. Imaging of Back Pain in Children. *Am J Neuroradiol* 31:787-802, 2010.



SÄDETURVAPÄIVÄT

el Ilkka Törmänen, vatsaradiologia, TAYS

Pankreatiitin diagnostiikka

Akuutti pankreatiitti – diagnostiset kriteerit

- Haimaparenkyymin tulehdus johtaa pienten tiehyiden vaurioitumiseen ja haimaentsyymien vuotamiseen haimakudoksen ulkopuolelle – haimassa ei kapselia
 - Haimaentsyymit ”syövyttävät” faskiakeroksia, tulehdusmuutokset voivat levitä kompartmentteihin
- Kaksi kolmesta riittää diagnoosiin:
- 1) Pankreatiittiin viittavaa vatsakipu
- 2) Kohonnut seerumin amylaasi (>3x viitearvon yläraja)
- 3) tyypilliset kuvantamislöydökset
- Tyypillinen oirekuva + kohonnut amylaasi -> ei tarvetta kuvantamiselle

Akuutit pankreatiitti - etiologia

- Sappikivet (joskus CT:llä, paremmin UÄ/MRI)
- Alkoholi (kirroottinen maksa? Porttilaskimopaineen kohoamisen merkkejä?)
- Triglyseridemia
- Iatrogeeninen (esim. Post-ERCP)
- Hyperkalsemia
- Perinnöllinen
- Autoimmuuni
- Lääkkeet
- Rakenteellinen
 - Pancreas divisum
 - tuumori
- Kuvantamalla erotettavissa olevat syyt?

Akuutti pankreatiitti - kuvantaminen

- Varjoainetehosteinen CT venavaiheessa
 - Ilman varjoainetta ei voi arvioida haimaparenkyymin tehostumista eikä näin ollen erottaa ödeemista pankreatiittia nekrotisoivasta
 - Diagnoosi, tyyppi, erotusdiagnoosi, komplikaatiot, etiologia?
 - Haimaprotokollan mukainen monivaiheinen kuvaus yleensä tarpeeton (Atlanta guidelines)
- Atlanta -luokituksessa varhainen (<1vko) ja myöhäinen (>1vko) vaihe
 - Aikaisessa vaiheessa kuvantamislöydökset korreloivat huonosti taudin vaikeusasteeseen ja ensimmäisten päivien aikana (<48-72h) herkkyys nekrotisoivan pankreatiitin diagnosoimiselle on huono
 - ”Paras” aika kuvata 5-7vrk oireiden alusta

- Nekrotisoiva pankreatiitin ja mahdollisten komplikaatioiden pitäisi olla jo kehittyneet
- Usein erotusdiagnostisessa mielessä kuvantaminen ”joudutaan” tekemään jo on-admission

- UÄ ja MRI lähinnä etiologiaselvittelyissä
- Ensimmäisen pankreatiitin jälkeen UÄ kaikille – sappikivet?
- MRI:llä tiehytkivien etsintä, erotusdiagnostiset ongelmat
- Mikäli munuaisten vajaatoiminta estää varjoaine-CT:n, natiivi MRI saattaa olla natiivi-CT:tä parempi, mutta usein CT ”helpompi” toteuttaa käytännössä

Akuutin pankreatiitin Atlanta -luokitus

- 1992, päivitys 2012
- Standardoitu radiologinen ”sanasto” akuutin pankreatiitin löydöksille
- Akuutti pankreatiitti jaetaan kahteen ryhmään
 - Nekrotisoiva pankreatiitti (5-10% kaikista akuuteista pankreatiiteista?)
 - Interstitiel edematous pancreatitis (IEP) – ödeeminen/interstitiellinen pankreatiitti
- Miksi?
 - Nekrotisoivaan pankreatiittiin liittyy korkeampi sairastuvuus ja kuolleisuus
 - Mortaliteetti 2-39% (Baron TH et al; Acute necrotizing pancreatitis. N Engl J Med 1999;340(18):1412-1417, Beger HG et al; Natural course of acute pancreatitis. World J Surg 1997;21(2):130-135)

Nekrotisoiva pankreatiitti

- Noin 5-10% kaikista akuuteista pankreatiiteista
- Nekroosi voi affisoida parenkyymiä, peripankreaattisia kudoksia (kollektiot) tai molempia
 - Jälkimmäinen alaryhmä yleisin, 75%
 - Toiseksi yleisin (20%) on pelkkien peripankreaattisten kudosten nekroosi (haimassa ei tehostumattomia alueita) ja harvinaisin on pelkän haimaparenkyymin nekroosi (5%)

Atlanta -luokitus: kollektiot

- Ödemaattinen pankreatiitti
 - APFC <4vkoa – akuuttinen peripankreaattinen kollektio – ei seinää
 - Pseudokysta >4vkoa - seinä



SÄDETURVAPÄIVÄT

- Nekrotisoiva pankreatiitti
 - ANC < 4vkoa - akuutti nekroottinen kollektio – ei seinää
 - WON > 4vkoa - walled-off necrosis - seinä
- Hienoja termejä – tärkeintä
 - Erottaa, onko pelkkää nestettä vai nekroottista debristä -> helpommin infektoiduu
 - Onko rajautuvia kollektioita (dreeneraus tarv. mahdollista) vai hajanaista muutosta?
 - Onko infektoitumisen merkkejä ts. kaasua (cave gi-fisteli)?

APFC ja pseudokysta

- Määritelmän mukaan peripankreaattisia
 - Mikäli kollektio on intraparenkymaalinen, niin määritelmän mukaan sen pitäisi olla ANC tai WON.
- CT:ssä homogeenisia nesteentiheysisiä
 - MRI:llä parempi sensitiivisyys erottaa debristä
 - Mikäli CT:ssä ei ole nesteen tiheyttä tai on epähomogeeninen muutoin -> ANC/WON
- Pseudokystillä voi olla yhteys tiehytjärjestelmään (vs. IPMN)
 - Yhteydet voivat "hävitä", jolloin pseudokystin yleensä häviää

ANC ja WON

- "Nonliquefied debris"
 - Solidimpaa/tiiviimpää muutosta nesteen joukossa tai rasvaglobuleita
 - Natiivi-ct:ssä (jos munuaistilanne estää varjoaineen) kollektion joukossa voi joskus nähdä rasvantiehyksistä komponenttia
 - MRI herkin erottamaan debriksen määrän – debris poistuu huonosti pienestä dreenistä
- Mikäli haimaparenkymyissä on nekroosiin sopeva löydös (tehostamaton parenkymialue), niin siihen liittyvä peripankreaattinen kollektio (vaikkakin homogeeninen/nesteentiheksinen) luokitellaan ANC/WON
- Etenkin alkuvaiheessa (<1vko) ANC ja APFC erottaminen on haastavaa – kontrollikuvaus myöhemmin

Pankreatiittiin liittyvä kollektio - infektoituminen

- Sekä ödemaattiseen että nekrotisoivaan pankreatiittiin liittyvä kollektio voi olla steriili tai infektoitunut
 - Infektoituminen yleisempää nekroottisessa kollektiossa
- Ainoa infektoitumiseen viittaava kuvantamislöydös on kollektiossa esiintyvä **kaasu**
 - Kollektio voi olla infektoitunut vaikkei siinä olekaan kaasua (näyte)
 - Seinämätehostuminen ei ole luotettava mittari – sitä on kaikissa "kypsissä" kollektioissa

- Kaasu voi liittyä myös fistelilmuodostukseen kollektion ja gi-kanavan välillä
- Useimmiten colon/duodenum

Paraduodenaalipankreatiitti

- Aiemmin "groove pankreatiitti"
- Kroonisen pankreatiitin alamuoto
- Patogeneesi epäselvä
 - Haimakudosta jää embryogeneesissä duodenumin seinämän "sisään" -> ei kunnollista ulosvievää tiehytjärjestelmää -> tulehdus ja fibroosi -> saattaa blokata myös aksessorisen haimatiehyen eritystä -> papilla minorin kautta dreenerautuva haimakudos saattaa myös affisioitua -> obstructive chronic pancreatitis
- Useimmiten miehiä, alkoholi, tupakointi
- Tyypillisesti multippeleita kystiä paksuuntuneen duodenumin seinämissä
 - Kystinen tai solidi variantti
- Kuvantamislöydökset
 - AGD:n oik. puolella (yleensä sharp boundary)
 - Venavaiheessa huonommin tehostuva alue, myöhäisvaiheessa tehostuminen lisääntyy (fibroosi)
 - Diff. Dg. Adenocarcinoma (DWI/ADC?)
 - Karsinooma: restriktio, ei kysitstä komponenttia, AGD infiltraatio, chold. Epäsäännöllinen striktuura, MPD aikainen dilataatio, CA19.9 korkea, FNA positiivinen
- Epäily paraduodenaalipankreatiitista -> endo-ua ja näyte koska adenoca varsin samanlainen?

Lähteitä

- Foster et al; Revised Atlanta Classification for Acute Pancreatitis: A Pictorial Essay, RadioGraphics 2016; 36:675–687
- Shui et al; Necrotizing Pancreatitis: Diagnosis, Imaging, and Intervention. RadioGraphics 2014; 34:1218-1239
- Bello et al; Pancreaticoduodenal Groove: Spectrum of Disease and Imaging Features. RadioGraphics 2022;42:1062-1080
- Nicolo de Pretis et al; Clinical and Morphological Features of Paraduodenal Pancreatitis: An Italian Experience With 120 Patients. Pancreas 2017 Apr;46(4):489-495
- Kothari et al; Computed tomography scan imaging in diagnosing acute uncomplicated pancreatitis: Usefulness vs cost, World J Gastroenterol. 2019 Mar 7; 25(9): 1080–1087
- Raj J Shah et al: Approach to walled-off pancreatic fluid collections in adults, Uptodate.com;
- Beger HG et al; Natural course of acute pancreatitis. World J Surg 1997;21(2):130-135
- Baron TH et al; Acute necrotizing pancreatitis. N Engl J Med 1999;340(18):1412-1417



SÄDETURVAPÄIVÄT

Helka Parviainen, LKT, vatsaradiologi, Vaasan ks, Helsingin yo ja Duodecim

Haimasyövän kuvantamisdiagnostiikka ja paikallislevinneisyyden arviointi

Solidin haimasyövän kuvantamisessa on TT tärkein modaliteetti sekä detektiossa että seurannassa.

Diagnoosi ei ole aina helppo, ja TT kannattaakin herkästi kuvata haimaan kohdennetulla monivaiheisella protokollalla, jos kysymyksenasettelu sopisi haimasyöpään. Haimaprotokollan tärkeimmät kuvausvaiheet ovat hyväresoluutiainen ns. haimavaihe (myöhäinen arteriavaihe, jossa normaali haimaparenkyymin tehostuu maksimaalisesti) ja venavaihe (erityisesti maksametastaasien havaitsemiseen). Näiden lisäksi hyvin käyttökelpoinen on varhainen arteriavaihe, joka auttaa erityisesti normaalivariaatioiden havaitsemisessa. Esimerkiksi yleinen maksavaltimovariantti, jossa oikea maksavaltimo lähteekin SMA:sta (a. mesenterica superior) a. hepatica propriaan sijaan, voi kokonaan muuttaa tulkinnan kasvaimen leikkaukelpoisuudesta.

Haiman adenokarsinoma tehostuu hitaammin kuin normaali haimaparenkyymin, jolloin se yleensä parhaiten erottuu TT:ssä nimenomaan haimavaiheessa. Kasvain mitataan siitä tehostevaiheesta, jossa se parhaiten erottuu. Adenokarsinoma rajautuu huonosti ympäristöönsä nähden; kovin tarkkarajaisessa tuumorissa epäilemättä muita diagnooseja. Haiman adenokarsinoman oireet ovat alussa vähäisiä ja epämääräisiä ja se sijaitsee lähellä ylävatsan tärkeitä valtimoita. Nämä ominaisuudet ovat syynä sille, että paikallisesti edennyt karsinoma, joka on kirurgisen hoidon ulottumattomissa vaikka ei olekaan vielä metastasoinut, ei ole mikään harvinaisuus. Suonikontaktien arviointi sen vuoksi aina kuuluu metastasoimattoman haimatuumorin TTlausuntoon.

Valtimot, joiden tuumorikontakti tulee arvioida, ovat SMA, a. celiaca ja a. hepatica (communis, propria, dex ja sin). A. gastroduodenalen tuumorikontaktilla ei ole merkitystä, koska sitä ei pankreatikoduodenektomiassa kuitenkaan säästetä. Laskimoista merkittävät ovat porta ja SMV. Tuumorikontakti luokitellaan ympäröidyn osuuden ja suonen muovautumisen perusteella (kuva). Suo-

nikontakteja pyritään vähentämään neoadjuvanttihoidolla (sytostaatit tai kemosädehoito) ja näiden vastearviokuvausissa on kiinnitettävä erityishuomio suonikontaktien laatuun ja ajalliseen kehitykseen. Neoadjuvanttihoidon vastearviokuvaus tulee tehdä monivaiheisesti primaarikuvaus tavoin.

Luennossa käsitellään myös haiman solidien tuumorien erotusdiagnostiikkaa mm. groovepankreatiitin, neuroendokriinisten tuumorien ja harvinaisempien kasvaimien kuten haimametastaasien suhteen. Läpi käydään myös kuvantamisstrategiaa ongelmatapauksissa, tyypillisiä metastasointipaikkoja ja neoadjuvanttihoidon vastearvion ongelmakohtia.



Kirjallisuutta

1. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Pancreatic Adenocarcinoma. Version 1.2022
2. Al-Hawary MM et al. Pancreatic ductal adenocarcinoma radiology reporting template: consensus statement of the society of abdominal radiology and the american pancreatic association. *Gastroenterology* 2014 Jan;146(1):291-304.e1. doi: 10.1053/j.gastro.2013.11.004.
3. Sallinen VJ and Parviainen H. Difficult Diagnosis and Differentials to a Solid Pancreatic Tumour. 2021, *Textbook of Pancreatic Cancer: Principles and Practice of Surgical Oncology*. Søreide, K. & Stättner, S. (eds.). Cham: Springer International Publishing, p. 489-507 19 p.



Suvi Marjasuo

IgG4:ään liittyvä sairaus ja autoimmuunipankreatiitti

IgG4:ään liittyvä sairaus (kansainvälisessä kirjallisuudessa IgG4-related disease, IgG4-RD) on systeeminen tulehduksellinen sairaus. Diagnostikriteeristöjä on useita, mutta yleisesti tarvitaan vähintään yhden sairaudelle tyypillisen elimen affisio, poissulkukriteereihin sopimattomuus ja riittävä määrä sairaudelle viitteellisiä piirteitä (1,2).

IgG4-taudin tyyppipotilas on keski-ikäinen tai iäkkäämpi mies. Tauti aiheuttaa kohde-elimissä ödeemaa ja myöhemmin fibrotisoitumista. Myös pseudotuumorit ovat mahdollisia. Tavallisimmat IgG4-affisiot ovat tyyppin 1 autoimmuunipankreatiitti, kolangiitti, sialadeniitti ja krooninen periaortiitti, joka kattaa retroperitoneaalifibroosin, inflammatorisen vatsa-aortan aneurysmasairauden ja perianeurysmaattisen retroperitoneaalifibroosin. Myös esim. silmämuutoksia (esim. dakryokystiitti, pseudotuumori), aortiittia, tyreoidiittia, munuaismuutoksia ja pakymeningiittiä todetaan. Harvinaiset sklerosoiva mesenteriitti ja sklerosoiva mediastiniitti voivat liittyä IgG4-sairauteen. (3)

Autoimmuunipankreatiitti voi olla diffuusi tai paikallinen. Diffuusissa muodossa haima on kokonaan affisioitunut, turpea ja usein lobulaatio on kadonnut luoden makkaramaisen vaikutelman. Peripankreaattisessa rasvassa näkyy tavallisesti melko vähän reaktiivista ödeemaa, joka rajoittuu haiman läheisyyteen, ei jatku laajemmin esim. mesenteriumiin. Usein välitön peripankreaattinen rasva on säästynyt, alitiheä ”halo”. Autoimmuunipankreatiitti tehostuu usein hitaasti, viivästetty tehostumisvaihe voi antaa lisääinformatiota. Fokaalisen autoimmuunipankreatiitin radiologisessa diagnostiikassa tärkein erotusdiagnostinen vaihtoehto on haiman adenokarsinoma, jota voi radiologisesti olla mahdoton erottaa fokaalisesta autoimmuunipankreatiitista. Joskus voidaan joutua tekemään diagnostinen hoitokokeilu kortisonilla. (4)

Tyyppin 2 autoimmuunipankreatiitti on radiologisesti samankaltainen kuin tyyppin 1 tautimuoto, mutta siihen ei liity IgG4-tautiin sopivia histologisia piirteitä eikä muita tautiaffisioita. Potilaat ovat tyypillisesti tyyppin 1 autoimmuunipankreatiittipotilaita nuorempia ja tavallisemmin naisia. (5,6)

IgG4-sairauteen liittyvä retroperitoneaalifibroosi kuvautuu TT:lla retroperitoneaalisenä juosteisena ja usein kurovana tiiviytenä ja saattaa esimerkiksi aiheuttaa hydronefroosia uretereita ahtauttamalla. Erotusdiagnostiikassa tulee ottaa huomioon ennen kaikkea lymfooma ja neuroendokriinisten kasvainten metastasointi. (7)

IgG4-taudin munuaisparenkyymanifestaatioiden tavallisin ilmenemisasu on lukuisat ympäristöään huonommin tehostuvat nodulukset, mutta myös infiltratiivinen läiskäisyys tai yksittäinen nodulus ovat mahdollisia. Virtsateissä voidaan nähdä tehostuvia seinämäpaksuuntumia, jotka voivat johtaa virtsakulkuvaikeuteen. Hematuria on mahdollinen oire. (8)

IgG4:ään liittyvä sairaus on harvinainen, mutta usein hoidettavissa tai ainakin hidastettavissa oleva fibrotisoiva sairaus, jonka ilmenemisasu on moninainen ja jonka diagnoosi on vaikea tehdä sekä kliinisesti että radiologisesti. Diagnostiikkiin pääsy saattaa usein kestää pitkään, vuosiakin ja viivästynyt diagnoosi liittyy huonompaan ennusteeseen (9). Sairauden olemassaolon muistava radiologi voi nopeuttaa oikeaa hoidonvalintaa ja parantaa potilaan ennustetta.

Viitteet

1. Wallace ZS, Naden RP, Chari S, Choi H, Della-Torre E, Dicaire J, et al. The 2019 American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism Classification Criteria for IgG4-Related Disease. *Arthritis Rheumatol.* 2020 Jan;72(1):7–19.
2. Umehara H, Okazaki K, Kawa S, Takahashi H, Goto H, Matsui S, et al. The 2020 revised comprehensive diagnostic (RCD) criteria for IgG4-RD. *Mod Rheumatol.* 2021 May 4;31(3):529–33.
3. IgG4:ään liittyvä sairaus - monen näennäisesti yhden elimen tautitilan yhteinen nimittäjä [Internet]. [cited 2022 Sep 27]. Available from: <https://www.duodecimlehti.fi/duo11479>
4. Wolske KM, Ponnatapura J, Kolokythas O, Burke LMB, Tappouni R, Lalwani N. Chronic Pancreatitis or Pancreatic Tumor? A Problem-solving Approach. *RadioGraphics.* 2019 Nov;39(7):1965–82.
5. de Pretis N, Frulloni L. Autoimmune panc-



SÄDETURVAPÄIVÄT

reatitis type 2. *Curr Opin Gastroenterol.* 2020 Sep;36(5):417–20.

6. Martins C, Lago P, Sousa P, Araújo T, Davide J, Castro-Poças F, et al. Type 2 Autoimmune Pancreatitis: A Challenge in the Differential Diagnosis of a Pancreatic Mass. *GE Port J Gastroenterol.* 2017 Nov;24(6):296–300.

7. Martínez-de-Alegría A, Baleato-González S, García-Figueiras R, Bermúdez-Naveira A, Abdulkader-Nallib I, Díaz-Peromingo JA, et al. IgG4-related Disease from Head to Toe. *RadioGraphics.* 2015 Nov;35(7):2007–25.

8. Oh JW, Rha SE, Choi MH, Oh SN, Youn SY, Choi JI. Immunoglobulin G4-related Disease of the Genitourinary System: Spectrum of Imaging Findings and Clinical-Pathologic Features. *RadioGraphics.* 2020 Sep;40(5):1265–83.

9. Delayed Diagnosis of IgG4 Related Disease Is Associated with Worse Outcome: A Retrospective, Real-life Observational Study [Internet]. *ACR Meeting Abstracts.* [cited 2022 Sep 27]. Available from: <https://acrabstracts.org/abstract/delayed-diagnosis-of-igg4-related-disease-is-associated-with-worse-outcome-a-retrospective-real-life-observational-study/>



SÄDETURVAPÄIVÄT

Antti Siiki, LT, Gastrokirurgian erikoislääkäri, Haimakirurgia, osasto GAS2, Gastroenterologian vastuualue, TAYS, Tampereen yliopistosairaala, Pirkanmaan sairaanhoitopiiri

Mitä klinikko haluaa haimalausunnolta?

TAUSTA:

Haimakasvainten potilasmäärät kasvavat jatkuvasti johtuen väestön ikääntymisestä ja usein kuvantamisessa sattumalta löydetystä kystisistä haimamuutoksista. Uusia haimasyöpätapauksia on Suomessa noin 1500 vuosittain. Näistä valtaosa esiintyy yli 70 -vuotiailla, joilla esiintyvyys on 80-100 /100 000 henkilövuotta. Haiman duktaalisessa adenokarsinoomassa ennuste on edelleen varsin huono, koska valtaosa tapauksista todetaan levinneessä vaiheessa ja leikkaushoitoon parantavalla tavoitteella päättyy vain murto-osa potilaista. Toisaalta muissa kasvaimissa, kuten esimerkiksi neuroendokriinisissä (NET) haimatumoreissa ennuste on selvästi parempi. Lähtökohtaisesti syövän esiasteena pidettävien kystisten haimakasvainten esiintyvyys väestössä on 2-35% välillä. Nämä yleistyvät huomattavasti 60-70 vuoden iässä. Näistä selvästi yleisimpiä ovat premalignit IPMN kasvaimet (intraduktaalinen papillaarinen musinoinen neoplasia). Sekä haimasyövässä että kystisissä kasvaimissa hoitomuodon valinta ja leikkaushoidon ajoittaminen perustuu olennaisesti moderniin kuvantamiseen ja osaavan vatsaradiologin arvioon.

NYKYAIKAINEN RADIOLOGIA ON HAIMAKASVAINTEN HOIDON KULMAKIVI:

Haimakasvainten diagnostiikka ja hoitopäätökset nojaavat korkeatasoiseen radiologiaan ja keskitettyyn käsittelyyn moniammatillisessa kokouksessa. Käytössä ovat tyypillisesti vartalon monivaihe TT kuvaus, ylävatsan magneettikuvaus MRCP sarjoin ja valikoidusti PET-TT kuvaukset. Nykyään kyetään leikkaamaan myös paikallisesti levinneitä, viskeraaliverisuoniin kiinni kasvavia haimakasvaimia solusalpaajahoidon jälkeen, jolloin osaava radiologinen arvio on erityisen tärkeää verisuonikontakteja arvioitaessa. Näissä tapauksissa tarvitaan myös neulanäytteet kasvaimesta, joko radiologisessa- tai kaikutähystysohjauksessa.

Diagnoosivaiheessa radiologin laatima lausunto on tärkeä hoitoa, mahdollisia lisätutkimuksia ja

niiden kiireellisyyttä ohjaava tekijä. Tyypillisesti tämä alkaa esimerkiksi päivystys TT:ssa esiin tulleesta kasvainpäilystä, joka johtaa läheteeseen haimakirurgialle. Tällöin klinikko suunnittelee lähetteen perusteella jatkokuvantamisen ja mahdolliset muut toimet alustavan työdiagnoosin perusteella. Vaikka kirurgiklinikot katsovat itsekin TT ja MRI kuvia, on hyvin olennaista, että näistä on käytettävissä vatsa / body -radiologian ammattilaisen lausunto päivystyslausunnon lisäksi. Klinikko luottaa myös huomattavasti radiologin suositukseen mahdollisesta tarkemmasta tai diagnoosiin paremmin johtavasta kuvausmodaliteetista; esim TT vs MRI ja erilaiset varjoainesarjat. Kasvainpäilyssä pahanlaatuisuusepäilyn vahvistuminen tai mahdollisimman luotettava poissulku ovat kliinisen päätöksenteon kulmakiviä: näissä tapauksissa on iso merkitys kokeneen radiologin valistuneella arviolla todennäköisimmästä diagnoosista. Tämä parhaimmillaan johtaa leikkaukseen tai näytteenoton kautta muihin hoitoihin. Toisaalta potilasta ja terveydenhuoltojärjestelmää rasittava ”varmuuden vuoksi” seuranta on tärkeä saada lopetettua, jos muutos voidaan asianmukaisen kuvantamisen perusteella todennäköisimmin luokitella benigniksi. Esimerkkejä tällaisista muutoksista ovat haiman SCN (seroosi kystinen neoplasia) tai kroonisen haimatulehduksen erottaminen päätiehyt IPMN muutoksesta. Yksi kliininen ongelma on kasvainten erottaminen tulehdusmuutoksista.

Haimakasvainten radiologiaan liittyy merkittävä leikkaukskomplikaatioiden riski. Tästä syystä leikkaukset on keskitetty Suomessa yliopistosairaaloihin. Komplikaatiotilanteissa radiologin rooli on keskeinen kuvantamisessa: post-operatiivisen TT kuvauksen arviointi vaatii kokemusta. Lisäksi kiireelliset tai päivystykselliset toimenpideradiologiset interventiot ovat keskeinen hoitomuoto leikkauksen jälkeen verenvuodoissa ja leikkauksalueen nestekertymissä. Näiden ajoitus ja suunnittelu edellyttää toimivaa ja läheistä yhteistyötä radiologien ja haimakirurgien välillä.



SÄDETURVAPÄIVÄT

HOIDON KESKITTÄMINEN JA PORRASTUS

Sekä haimakasvainleikkaukset, että näihin liittyvät hoitopäätökset keskittyvät koko ajan. Nykyisin haimakasvainten hoitoarvio kuuluu yliopistosairaalan moniammatilliselle työryhmälle. Tämä koskee myös paikallisesti viskeraalisuoniin kasvavia tuumoreita, joiden leikkausmahdollisuus kuuluu arvioida yliopistosairaalan haimakirurgisessa yksikössä: osalla näistä potilaista päästään nykyään parantavatavoitteiseen leikkaushoitoon kasvainta etukäteen pienentävällä solusalpaajahoidolla. Potilaat, joilla on kiistan haimamaligniteetin kaukolevinneisyys tyypillisesti maksaan tai leikkaushoidon estävä hauraus tai raskas perussairaus, hoidetaan yleensä keskussairaaloissa.

STANDARDOIDUT KUVAUSPROTOKOLLAT JA STRUKTUROITU LAUSUNTO:

Kun varsinaista haimakasvainta kuvannetaan, on suositeltavaa käyttää etukäteen yhteisesti sovitun standardoituja kuvausprotokollia ja varjoainesarjoja; haimatuumoreissa tyypillisesti ns. haimatuumorikuvausta. Esimerkiksi PSHP erikoisvastuualueen sairaaloissa haimatuumoreissa käytettävä kuvantamistapa ja varjoainesarjat on yhtenäistetty. Lisäksi haimakasvaimissa suositellaan nykyään käytettäväksi strukturoitua lausuntoa, jonka avulla tulee systemaattisesti otettua kantaa kaikkiin hoitopäätökseen vaikuttaviin radiologisiin piirteisiin. Kliinikon on tärkeä tietää, mikäli kuvanlaatu tai varjoainesarjat eivät riitä kysymyksenasetteluun vastaamiseen.

KYSTISET HAIMAKASVAIMET: WORRISOME FEATURES?

Kystiset haimakasvaimet kuormittavat yleisyytensä takia huomattavasti järjestelmää ja erityisesti MRI kuvantamista. Nykyinen eurooppalainen suositus ja käytettävissä oleva tutkimusnäyttö puoltaa yleisten IPMN kasvainten toistuvaa MRI kuvantamista. Tavoitteena on leikata oikeat muutokset ennen syöpävaihetta, jolloin ennuste on erinomainen. Toisaalta kuvantamisen

tarkoitus on säästää oikeat potilaat raskaalta kirurgialta. MRI/MRCP kuvilla haetaan ns. huolestuttavia piirteitä, jotka ennakoivat esiasteesta dysplasiaan ja syöpään tapahtuvaa muuntumista. Näitä ovat haimatiehyen laajentuma, kystan koon kasvutaipumus ja seinämänystyt. Nykysuosituksissa seurantamalli on tiivis, koska IPMN-muutoksissa pahanlaatuistumisriskin ei katsota pienenevän vuosienkaan mittaan. Seuranta jatkuu, kunnes potilaalle kehittyy mahdollisen haimaleikkauksen estävä perussairaus. Tulevat ja osin käynnissä olevat tutkimukset vastaavat siihen voidaanko pienten, samankokoisina pysyvien kystisten kasvainten seuranta keventää tai käyttää lyhennettyjä MRI protokollia. Toisaalta leikkausaiheet ja erityisesti tiehytlaajentuman raja-arvot oletettavasti tarkentuvat tulevaisuudessa. Olennaista kystisten kasvainten lausunnoissa on huolestuttavien piirteiden tunnistaminen ja vertailu aiempiin kuvauksiin kasvutrendin ja tiehytlaajentuman kannalta. Kliinikko päättää milloin seuranta on järkevää lopettaa. Huolestuttavia piirteitä omaavat tai etenevät kystiset haimamuutokset kuuluvat yliopistosairaalan moniammatilliseen kokouskäsittelyyn.

HAIMAKIRURGIN KANNALTA HYVÄ LAUSUNTO SISÄLTÄÄ:

- kommentin, jos kuvanlaatu tai varjoainesarjat eivät riitä kysymykseen vastaamiseen
- sudenkuoppien, CAVE -tyyppisten asioiden kirjaamisen selkeästi lausunnon yhteenvedoon
- radiologin valistuneen diagnoosiehdotuksen, benigni vs maligni?
- radiologin ehdotuksen tarvittaessa varmemmasta kuvausmodaliteetistä
- strukturoidun rakenteen haimakasvaimissa, ml. verisuonikontaktit
- ehdotuksen mahdollisesta koepalanottoreitistä: onko saavutettavissa perkutaanisesti, EUS?



SÄDETURVAPÄIVÄT

Johanna Virtanen radiologian el, TYKS

Rektumin karsinooman diagnostiikka - paikallislevinneisyys magneettikuvauksella

Johdanto

Kolorektaalisyöpä on maailman 3 yleisin syöpä miehillä ja naisilla 2 yleisin. Peräsuolisyöpä (rektumin adenokarsinooma) kattaa näistä kolmanneksen ja onkin yleisimpiä syöpiä länsimaissa. Tunnusomaista peräsuolisyövän diagnostiikalle ja hoidolle on runsas magneettikuvauksen käyttö kliinisessä päätöksenteossa, systemaattinen kuvantaminen sekä laaja yhteistyö radiologien, klinikoitten ja patologioiden välillä.

Tässä luennossa keskitytäänkin peräsuolisyövän paikallislevinneisyyden arvioon magneettikuvauksella (T- ja N-luokat). Magneettikuvauksella on mahdollista saada paljon tietoa tuumorin ominaisuuksista, prognostisista piirteistä ja sen avulla voi suunnitella leikkausta. Magneettikuvauksen lisäksi kaukolevonneisyyttä arvioidaan vartalon tietokonetomografialla, tätä voidaan täydentää maksan magneetilla tai PET-kuvantamisella. Käymme luennossa läpi magneettikuvauksen merkittävien löydösten ja peräsuolisyövän ominaispiirteiden analysointia ja raportointia. Tutustumme analysoinnin kulmakivien lisäksi myös uudempaan tutkimusnäyttöön sekä toisaalta analyysin haasteisiin. Katsomme, onko diagnostiikassa vielä parannettavaa tulevaisuudessa vaikkapa metodologian, magneettikuvauksen analyysin tai vaikkapa kriteeristöjen yhtenäistämisen kannalta.

Moniammatillisuus on hyvätasoisien magneettikuvantamisen, diagnostiikan ja hoidon edellytys. Se myös mahdollistaa aktiivisen ja korkeatasoisen tutkimuksen, ja tulosten ottamisen kliiniseen päätöksentekoon viivästyksittä. Hyvä esimerkki tästä on kansallisen hoitosuosituksen päivittäminen nyt kuluvana vuonna, 3 vuotta ensimmäisen kansallisen hoitosuosituksen jälkeen. Tässä Terveystieteen hoitosuosituksessa on tarkennuksia aiempaan sekä hoidollisesti että magneetti diagnostiikan suhteen.

Kliininen T-luokka määritetään magneettikuvauksella

Peräsuolisyövän kliininen paikallislevinneisyys on jo vuosia määritetty magneettikuvan-

tamisella ennen hoidon aloitusta. Tästä sekä useasta muusta seikasta, kuten strukturoidun eli jäsenellyn lausunnon käyttämisestä, onkin Suomessa ja maailmalla laaja konsensus. Magneettikuvauksella saadaan yliverlainen kudiskontrasti muihin modaliteetteihin nähden ilman ionisoivaa säteilyä. Sillä päästään määrittämään varsinaisen T-luokan lisäksi myös tarkemmin mm. rektumin ympärillä olevan mesorektumin rasvan tauti-affisiota, kuten leikkausmarginaalia (circumferential resection margin, CRM) ja itse tuumorin prognostisia ominaisuuksia kuten laskimo-invaasiota (extramural venous invasion, EMVI).

N-luokan arvio

Magneettikuvauksella N-luokkaa eli regionaaliin imusolmukkeisiin leviämistä ei tällä hetkellä pystytä arvioimaan kovin tarkasti, vaikka selvät poikkeavat imusolmukkeet osataankin raportoida. Regionaalisten ja metastaattisten non-regionaalisten imusolmukkeiden anatomiset alueet peräsuolisyövässä ovat myös hyvin lähekkäin. Nämä oleellista erottaa toisistaan, sillä tämä jaottelu vaikuttaa suoraan potilaan syövän N- ja M-luokkaan.

Muita kuvantaen havaittavia ennustetekijöitä

Tuumorin viereisiin mesorektumin rasvan laskimorakenteisiin voi liittyä pieniä tuumorisäarekkeita (tumor deposit, TD), joiden merkitystä on arvioitu tuoreemmissa julkaisuissa ja josta on valmistumassa iso validaatio-tutkimus (COMET-trial). TD-säarekkeiden löytymisellä magneettikuvista ja niiden erottamisella imusolmukkeista vaikuttaa olevan merkitystä potilaiden hoidonvalinnan ja ennusteen kannalta. Tutkimustyön avulla saamme toivottavasti kuvantamisella yhä tarkennettua yksilöllistä hoidon valintaa laajasta hoitovalikoimastamme.

Kirjallisuutta

- Beets-Tan RGH, Lambregts DMJ, Maas M et al. Magnetic resonance imaging for clinical



SÄDETURVAPÄIVÄT

- management of rectal cancer: Updated recommendations from the 2016 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. *Eur Radiol* 2018;28:1465-1475
- Beets-Tan RG, Lambregts DM, Maas M, et al. Magnetic resonance imaging for the clinical management of rectal cancer patients: recommendations from the 2012 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. *Eur Radiol*. 2013;23:2522–2531
 - Kolorektaalisyövän kansalliset hoitosuosituksukset. HUS FICAN Southin nimeämä hoitosuositusryhmä. Marja Hyöty, Anna Lepistö, Heidi Nurmi, Ari Ristimäki, Raija Ristimäki ja Ritja Savolainen 1.3.2022. Kolorektaalisyövän kansalliset hoitosuosituksukset - Duodecim (terveysportti.fi)
 - Lepistö A, Paksusuolisyövän kansalliset hoitosuosituksukset on päivitetty. Lääketieteellinen aikakauskirja DUODECIM. 2022;138(12):1065-7
 - Glynne-Jones R, Wyrwicz L, Tiret E ym. Rectal cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol* 2018;29:iv263
 - Horvant N et al. MRI of rectal cancer: tumor staging, imaging techniques, and management. *RadioGraphics* 2019; 39:367–387
 - Lord A, C D'Souza N, Shaw A et al. MRI-Diagnosed Tumor Deposits and EMVI Status Have Superior Prognostic Accuracy to Current Clinical TNM Staging in Rectal Cancer. *Ann Surg* 2022 Aug 1;276(2):334-344
 - Schaap DP, Voogt ELK, Burger JWA et al. Prognostic implications of MRI-detected EMVI and Tumor deposits and their response to neoadjuvant therapy in cT3 and cT4 rectal cancer. *Int J Radiation Oncol Biol Phys*, Vol. 111, No. 3, pp. 816–825, 2021; *Int J Radiation Oncol Biol Phys*, Vol. 111, No. 3, pp. 816–825, 2021
 - Wang YX, Hussain SM, Krestin GP. Superparamagnetic iron oxide contrast agents: physicochemical characteristics and applications in MR imaging. *Eur Radiol* 2001;11:2319-3
 - Lambregts DMJ, Bogveradze N, Blomqvist LK. Current controversies in TNM for the radiological staging of rectal cancer and how to deal with them: results of a global online survey and multidisciplinary expert consensus. *European Radiology* (2022) 32: 4991-5003
 - MERCURY Study Group. Extramural depth of tumor invasion at thin-section MR in patients with rectal cancer: results of the MERCURY study. *Radiology* 2007;243:132-9
 - Bhoday J, Smith F, Siddiqui MR ym. Magnetic Resonance Tumor Regression Grade and Residual Mucosal Abnormality as Predictors for Pathological Complete Response in Rectal Cancer Postneoadjuvant Chemoradiotherapy. *Dis Colon Rectum* 2016;59:925-33
 - Jang JK, Choi SH, Park SH et al. MR tumor regression grade for pathological complete response in rectal cancer post neoadjuvant chemoradiotherapy: a systematic review and meta-analysis for accuracy. *European Radiology* (2020) 30:2312–2323
 - Patel, U.B., Blomqvist, L.K., Taylor, F., George, C., Guthrie, A., Bees, N., Brown, G. MRI after treatment of locally advanced rectal cancer: How to report tumor response - The MERCURY experience(2012) *American Journal of Roentgenology*, 199 (4), pp. W486-W495.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Sanna Valle, radiologi, HUS

Tulehdus vai tuumori?

Umpilisäke:

Umpilisäkkeen tuumorit ovat harvinaisia, n 1 %:ssa poistetuista umpilisäkkeistä todetaan tuumori. Toisaalta kirjallisuuden mukaan jopa 10-29% :ssa komplisoituneista appendisiiteista (absessi) tulehdukseen liittyy umpilisäkkeen tuumori (yleensä yli 40 vuotiailla). Akuutti appendisiitti on ensimmäinen kliininen oire umpilisäkkeen tuumorista n 40-50 %:ssa tapauksista, yleensä tuumorin tukkiessa umpilisäkkeen luumenia.

Umpilisäkkeen tuumorit luokitellaan kahteen pääluokkaan: epiteliaalisiin ja neuroendokriinisiin (NET) tuumoreihin. 57-80 % kaikista umpilisäkkeen tuumoreita on neuroendokriinisiä. Umpilisäkkeen NET on yleensä pieni (alle 1 cm) ja usein sattumalöydös poistetussa umpilisäkkeessä. NET sijaitsee useimmiten umpilisäkkeen kärjessä ja alle 2 cm kokoisena metastasoi harvoin imusolmukkeisiin ja maksaan. NET voi erottua TT-tutkimuksessa nodulaarisena, runsaasti tehostuvana seinämäpaksuuntumana ja voi sisältää kalkkeumia.

Musinoottiset neoplasiat käsittävät noin 70% kaikista umpilisäkkeen epiteliaalisista tuumoreista. Nämä jaetaan neljään histologiseen ryhmään (adenooma, LAMN, HAMN ja musinootinen adenokarsinooma). Mucocelen tarkoittaa umpilisäkkeen epänormaalia laajenemista johtuen limasta, musiinista. Mucocelen voi johtua benignistä syystä (retenttiokyistä, yleensä alle 2 cm) tai limaa tuottavista neoplasioista. Mucocelen näkyä::ssä tai TT:ssä yleensä soikeana kystisenä ekspansiona. Mucocelen muoto, sisällön tiiviys ja seinämäpaksuus voi vaihdella ja seinämässä voi näkyä tyypillisiä kalkkeumia. Mucocelen pelätty komplikaatio on pseudomyxoma peritonei (PMP). Jos löydät mucocelen, etsi vatsaontelosta musiinia !

Umpilisäkkeen primaari lymfooma on hyvin harvinainen. Lymfooma voi näkyä umpilisäkkeen koon kasvuna, seinämän diffuusina paksuuntumana ja umpilisäkkeen muoto säilyy usein.

Radiologin on usein vaikea erottaa akuuttia appendisiittia siihen mahdollisesti liittyvästä tuumorista. Luennolla käydään läpi tutkimusta,

jossa tiettyjen TT-löydösten pisteytyksen avulla on pyritty arvioimaan tuumorin todennäköisyyttä akuutin appendisiitin yhteydessä.

Paksusuoli:

Paksusuolen divertikkelit ovat yleisiä, 20-60%:lla väestöstä. Divertikkeleihin liittyy 20-25 % elinikäinen riski sairastua akuuttiin divertikuliittiin. Kirjallisuuden mukaan 0,5 – 2 % TT-tutkimuksissa diagnosoiduista akuuteista divertikuliiteista osoittautui kolonkarsinoomiksi. Suomalaisen tutkimuksen (Sallinen ym 2013) mukaan rutiini kolonoskopia ei ole aiheellinen komplisoitumattoman divertikuliitin jälkeen, mutta skopia on aiheellinen komplisoituneen (absessi, perforaatio) divertikuliitin sairastaneille. Absessin yhteydessä n 11 %:lla potilaista todettiin kolonkarsinooma. Absessin lisäksi muita divertikuliittipotilaan kolonkarsinooman riskitekijöitä oli radiologin epäily tuumorista, seinämäpaksuuntuma yli 15 mm, divertikkeleiden puuttuminen patologisessa suolisegmentissä ja metastasoiutena löydöksenä.

Paksusuolen (yleisimmin sigman) krooniseen divertikuliittiin liittyvät seinämämuutokset voi olla vaikea erottaa malignista tuumorista paksusuolen TT- tutkimuksessa. Luennolla käydään läpi tulehdusta ja tuumoria tukevia TT-löydöksiä. Tuumoriin viittaa vahvimmin patologisen seinämäpaksuuntuman hartiamaiset reunat ja divertikkeleiden puuttuminen.

Perianaalialue:

Krooniseen perianaalifisteliin voi vuosien myötä kehittyä musinootinen adenokarsinooma, joka on usein vaikea diagnosoida sekä kliinisesti sekä radiologisesti. Luennolla esitetään tästä potilas tapaukset.

Lähteitä:

LM Leonards, A Pahwa, MK Patel et al. Neoplasms of the Appendix: Pictorial Review with Clinical and Pathologic Correlation. RadioGraphics 2017; 37:1059-1083 J Mällinen, T Rautio, J Grönroos et al. Risk of Appendiceal Neoplasm in Periappendicular Abscess in Patients Treated With Interval



SÄDETURVAPÄIVÄT

Appendectomy vs Follow-up With Magnetic Resonance Imaging. *JAMA Surg.* 2019;154(3):200-207
B Monsonis, M Zins, C Orliac et al. Retrospective case-control study to predict a potential underlying appendiceal tumor in an acute appendicitis context based on a CT-scoring system. *European Journal of Radiology* 136 (2021)109525
V Sallinen, P Mentula, A Leppäniemi Risk of colon cancer after computed tomography-diagnosed acute diverticulitis: is routine colonoscopy necessary? *Surg Endosc* (2014) 28:961-966
LMJ Lips et al. Sigmoid Cancer versus Chronic Diverticular Disease: Differentiating Features at CT Colonography. *Radiology* Vol. 275, No.1



SÄDETURVAPÄIVÄT

Tiina E Lehtimäki, abdominaaliradiologi, Vaasan keskussairaala

Suolistoiskemian diagnostiikka

Luennessa käsitellään aikuisten akuuttia suolistoiskemiaa, sen patofysiologiaa, etiologiaa, esiintyvyyttä, kliinistä kuvaa ja ennustetta painopisteen ollessa selkeästi kuvantamisdiagnostiikassa.

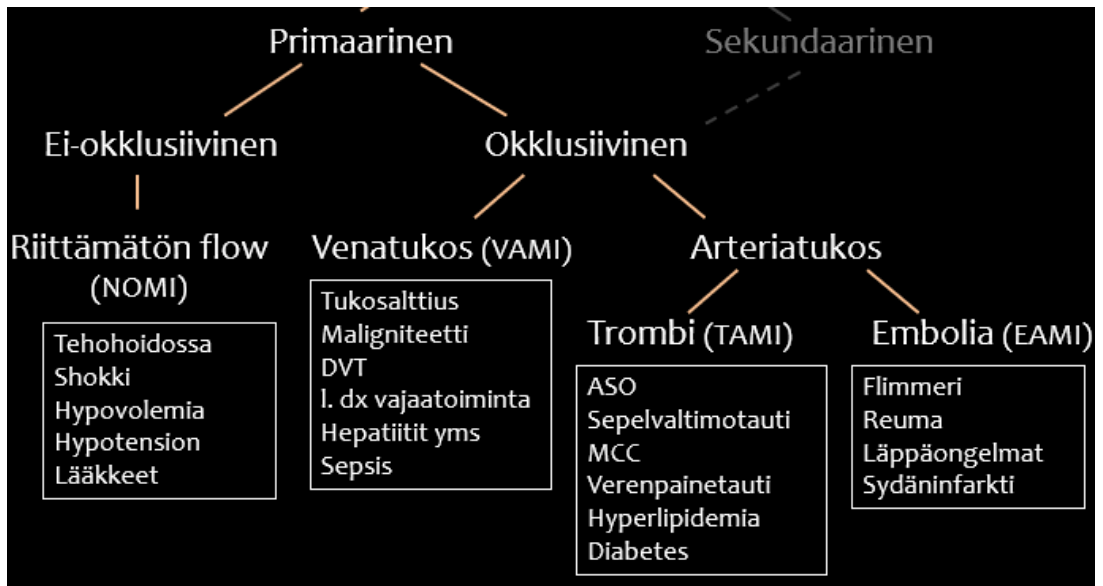
Suolistoiskemialla tarkoitetaan tilannetta, jossa suoliston verenkierto ei syystä tai toisesta ole riittävää suhteessa suoliston hapetustarpeeseen. Suolistoiskemia etenee suolen seinämän kerroksissa mucosasta submucosaan edeten siitä lihaskerroksen kautta seroosapinnalle. Suolistoiskemian vaikeusaste määräytyy paitsi affisioituneen suolensegmentin pituudesta myös siitä mihin seinämäkerrokseen iskeminen vaikutus on ehättänyt. Mitä pidemmälle suolen seinämän kerrokseen iskemia ulottuu sitä huonompienusteisesta tilanteesta on kyse. Mortaliteetti on jopa 60-80%. Siksiä aika onkin suolistoiskemian merkittävin itsenäinen ennustetekijä.

Suolistoiskemiaa voidaan luokitella eri tavoin, tässä käytän etiologista luokittelua seuraavan kaavion mukaisesti.

Primaariset syyt ovat pohjimmiltaan vaskulaariperäisiä, jossa tilanteen aiheuttaa joko suonitukos tai verenvirtauksen riittämättömyys. Sekundaarisissa suolistoiskemioissa perussy on muu kuin vaskulaarinen tapahtuma, joskin sekundaarivaikutus kohdistuu juuri suoniin, niiden komprimoitumiseen tai kokonaan tukkiutumiseen. Näitä tilanteita ovat esimerkiksi suolen kiertymä tai tuumorikompressio. Päätetapahtuma on näissäkin suoliston verenkierron vajuus ja radiologiset ilmiöt suolen seinämässä ovat samankaltaiset, joten tässä luennessa keskitytään ainoastaan primaarisiin suolistoiskemioihin.

Jaottelu etiologian mukaan on mielekäästä myös siksi, että taustasyyn hahmottaminen tarjoaa hoitavalle taholle hoitokohteen. Toisaalta etiologinen jaottelu auttaa suuntaamaan radiologin ajatukset mahdolliseen iskemiseen prosessiin jo anamnestisten tietojen perusteella.

Tukokset arteriapuolella ovat yleisimpiä käsitellen yhteensä noin 70% kaikista suolistoiskemian etiologioista kun taas venatukokset ja





SÄDETURVAPÄIVÄT

non-obstruktiiviset jakavat loput suurin piirtein puoliksi.

Arteria mesenterica haaroineen suonittaa suurinta osaa suolta, koko ohutsuolta sekä paksusuolta aina flexura lienalikseseen saakka. Tämän alueen venapaluu hoituu vastaavasti portaan laskevan vena mesenterica superiorin ja sen haarojen muodostaman venapuuston kautta. Laskeva kolon ja sigma saavat suonituksensa arteria mesenterica inferiorin ja sen haarojen kautta ja venapaluu vastaavasti hoituu vena mesenterica inferioriin. Anatomiaa voi tarvittaessa kerrata esimerkiksi <https://healthjade.com/mesenteric-artery>.

Suolistoiskemian kliininen kuva on hankala tunnistaa. Tilanne voi oirehtia pahoinvointina, ripulina, oksenteluna, oireina, joita nähdään kovin monissa muissakin tilanteissa. Vaikka mitään patognomonista oiretta ei voida nimetä, usein mainitaan nk "pain out of proportion" -tyyppinen tilanne, kipu, joka on suhteettoman kova muuhun kokonaiskuvaan nähden. Labra-arvot voivat vilkuttaa laktaattiasidoosin suuntaan, mutta labrapoikkeamat ilmaantuvat valitettavan myöhään. Koska aika on tärkein ennustetekijä ja koska kliininen kuva ei tarjoa välineitä nopeaan diagnostiikkaan, kuvantamisen rooli suolistoiskemian diagnostiikassa on keskeinen. Haasteena on riittävän varhainen diagnosointi, reagointi ennen irreversiibeileitä vaurioita, onhan suolistoiskemian mortaliteetti kuitenkin huomattavan suuri, 50-70%.

Tietokonetomografia nopeana, helposti saatavilla olevana ja varjoainetta hyödyntävänä tutkimuksena on kuvantamismodaliteettien kultainen standardi. Optimaaltilanteessa kuvaus suoritetaan ensin ilman varjoainetta, sitten sekä arteria- että venavaiheessa. Natiivikuvien merkitys korostuu hemorragian erottamisessa tehostumisesta sekä joissain tapauksissa myös hyperdensin trombin ja kalkkien tunnistamisessa. Molempien varjoainesarjojen keskeinen tavoite on pystyä arvioimaan suolistoiskemiaa, sen vaikeusastetta sekä etiologiaa.

Kuvantaen pystymme karkeasti arvioimaan kuinka syväle seinämän läpi iskemia on ennätännyt. Iskeminen vaurio mukosassa ja submukosassa saa aikaan inflammatorisen reaktion, josta vinkkinä näemme usein seinämän ödeemaa. Iskemian edettyä lihaskerrokseen näemme lihaskivun seurauksena suolen velttoutta, paralyttistä putkimaista dilataatiota. Seroosapintaan

edettyään näemme nekroosin myötä muodostunutta pneumatoosia, kaasun kertymistä vaurioituneen seinämän kerrosten väliin.

Keskeisiä arvioitavia asioita ovat arterioiden ja venojen mahdolliset tukokset, stenoosit ja kalliiberi. Arterioiden trombosoituminen tapahtuu useimmiten olemassaolevien plakkien ympärillä ja siten suonihaarojen tyvessä. Emboliat puolestaan löytyvät usein hieman enemmän periferisesti. Vaskuliittien ja dissekaatioiden mahdollisesti provosoimat tukokset voivat tuki tapahtua missä vaan, joskaan pienimpien suolien dissekaatiota emme pysty kuvantaen havaitsemaan.

Suolistoiskemiassa tapahtuvat seinämämurtokset liittyvät seinämän paksuuteen ja toisaalta tehostumiseen. Erityisesti arteriatukoksen alkuvaiheessa verenkierto voi olla siinä määrin vähäistä, että suolen seinämä näyttyy huomattavan ohuena, kunnes kudostuho myötä nähdään pikemminkin ödeemaattista paksuuntumaa. Erityisen turpeaksi suolen seinämät paksuuntuvat venatukoksen aiheuttaman verentulon myötä. Tehostuminen sen sijaan voi olla joko täysin puuttuvaa, kerroksellista tai reperfuusiotilanteessa jopa tavallista runsaampaa. Jo natiivikuvissa hyperdensinä näyttäytyvä seinämä merkitsee hemorragisoitumista eikä sitä pidä sekoittaa tehostumiseen.

Kun kudostuho on edennyt lihaskerrokseen, nähdään aiheutuneen paralyysin myötä suolen seinämän veltostuminen ja siten dilataatio, joka on asteeltaan maltillista verrattuna esim suolionstruktion aiheuttamaan dilataatioon.

Tilanteen edetessä kudostusta tihkuu ympäristöön ja muodostuu mesenteriaalista ödeemaa ja jopa nesteen lammikoitumista. Mesenteriumin muutokset yksittäisinä löydöksenä ovat erityisen hankalia tulkita, sillä varsin usein tavallisimmassakin patologioissa nähdään samaa.

Kaasua suolen seinämien kerrosten välissä nähdään vasta myöhäisvaiheessa, iskemian edettyä läpi tai ainakin lähes läpi seinämän. Pneumatoosi suolen seinämässä näkyy jonoon asettuvina kaasukuilina, joita näkyy suolen seinämässä myös painovoimaa ajatellen epäloogisella puolella. Tilanteen edetessä kaasu ajautuu seinämästä mesenteriaaliin venoihin ja sieltä edelleen portapuustoon aina intrahepaattisiin portahaaroihin saakka. Pneumatoosi on suoliston seinämässä näkyvien löydösten spesifisin löydös. Huomionarvoista on, että pneumatoosia ja pneu-



SÄDETURVAPÄIVÄT

momesenteriumia voidaan nähdä myös muissa tilanteissa kuin suolistoiskemiassa esimerkiksi joissakin keuhkosairauksissa, suoliston inflammatorisissa tiloissa tai suolistoon kohdistuvien interventioiden seurauksena. Niissä tilanteissa usein kaasun määrä seinämässä on suhteettoman suuri kokonaiskuvaan nähden eikä kaasua ole karannut välttämättä mesenteriaalsiin suoniin. Toisaalta kivuttomuus ja sattumalöydöksen omainen tilanne tuovat osaltaan varmuutta luokitella tällaiset benigniksi pneumatoosiksi.

Keskeistä on myös muistaa suolistoiskemian mahdollisuus akuutisti vatsakipuisen potilaan diagnostiikassa. Varhaisen diagnostiikan merkistystä ei voi liikaa korostaa. Toisaalta mitä varhaisemmasta vaiheesta on kyse ja mitä epäspesifimpiä löydöksiä nähdään sitä haasteellisempää kuvantamisdiagnostiikka on ja sitä kokonaisvaltaisempaa pohdintaa se vaatii. Etiologista pohdintaa toki tukee hyvät lähetetiedot. Kirjallisuudessa esitetään TT:n sensitiviteetiksi 93% ja spesifisiteetiksi 96%.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Mikael Brix

Fotonilaskenta-TT, katsaus teknologiaan ja sen sovelluksiin

Fotonilaskentatietokonetomografia (FTT) hyödyntää suorakonversioon pohjautuvaa puolijohdeteknologiaa, mikä mahdollistaa useita teknisiä etuja verrattuna perinteisesti tietokonetomografiassa käytettyihin energiainegroiviin ilmaisiin. Erityisesti, FTT mahdollistaa

- 1) elektronisen kohinan poistamisen
- 2) paremman annostehokkuuden
- 3) paremman resoluution
- 4) paremman kudiskontrastin
- 5) mahdollisuuden spektraalikuvantamiseen.

Useat laitevalmistajat ovat aktiivisesti kehittäneet omia FTT-prototyyppejään ja niiden toimintaa on karakterisoitu kirjallisuudessa vertaamalla annosta ja kuvanlaatua mutta myös tutkimalla uusia diagnostisia sovelluksia, joita kyseinen teknologia voisi mahdollistaa.

Luennolla kuvaan lyhyesti FTT:n tekniset ominaisuudet ja vertaan niitä nykyisen sukupolven TT-laitteisiin. Esityksessä tuon esiin eri laitevalmistajien prototyyppjä ja kaupallisia laitteita. Vertaan FTT:n toimintaa suhteessa nykyiseen TT-sukupolven tietokonetomografian perinteisissä diagnostisissa sovelluksissa. Lisäksi arvioin fotonilaskennan mahdollistamia uusia tietokonetomografian käyttökohteita.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Teija Sainio, Neuro-HIFU, Turun yliopistollinen keskussairaala

Neuro-HIFU: Neurokirurgiaa ilman veistä?

Korkeaintensiteettinen kohdennettu ultraäänihoito (High-Intensity Focused Ultrasound, HIFU) on kajoamaton menetelmä, jossa kudosta tuhoetaan ultraäänen avulla ilman kirurgiaa ja ionisoivaa säteilyä. HIFU-hoidossa ultraääniaallot fokuroidaan kehon sisälle kohdekudokseen, jolloin muodostuu tarkka paikallinen korkean intensiteetin ultraäänialue, jossa lämpötila nousee nopeasti. Lämmön tuottaminen johtuu ultraääniaaltojen absorptiosta kudokseen, jolloin akustinen energia muuttuu lämmöksi. Kudoksen lämmittäminen yli 57 celsiusasteeseen aiheuttaa muun muassa koagulaatio nekroosia ja palautumatonta soluvahinkoa sekunneissa. Ultraääniaaltojen kohdistamisen ansiosta ympäröivä kudos ei vahingoitu.

HIFU-hoitoa käytetään muun muassa gynekologiassa, onkologiassa, urologiassa ja neurokirurgiassa. Kliinisiä hoitokohteita ovat esimerkiksi hyvänlaatuiset kohtukasvaimet, pahanlaatuiset luuston etäpesäkkeet, hyvänlaatuiset luu- ja pehmytkudoskasvaimet, eturauhasen syöpä ja syvien aivokudosten toimintahäiriöistä aiheutuvat tilat, kuten essentiaalinen vapina tai Parkinsonin taudin aiheuttama vapina.

Neuro-HIFU-hoito on uusi aivosairauksien hoitomuoto, joka otettiin Suomessa käyttöön keväällä 2022. Tällä hetkellä HIFU-talamotomialla voidaan hoitaa lääkeresistenttiä essentiaalista vapinaa ja Parkinsonin taudin aiheuttamaa vapinaa, mutta indikaatiot laajenevat todennäköisesti jatkossa. Kyseessä on kertaluonteinen neurokirurginen toimenpide ilman kallon avausta, mikä vähentää komplikaatoriskiä.

Neuro-HIFU-hoito tehdään magneettikuvausohjatusti, jolloin saadaan korkean resoluution anatomiset kuvat hoidon suunnittelua varten

ja lisäksi voidaan tehdä lämpötilakartoitusta hoidon aikana. Hoito kestää yleensä noin 3-5 tuntia esivalmistuneineen. Hoitoon kuuluu pääpiirteissään: laitteiston ja potilaan esivalmistelu, potilaan asettelu, magneettikuvaus, hoidon suunnittelu ja hoito reaaliaikaisen lämpötilamittauksen kanssa. Toimenpiteen jälkeen potilas jää seurantaan muutaman tunnin ajaksi ja hoitotulos kontrolloidaan mm. piirrostehtävän avulla, minä jälkeen potilas voi kotiutua saattajan kanssa. HIFU-talamotomia on osoittanut pysyvää ja merkittävää vapinan paranemista 5 vuoden seurannassa parantamalla yleisesti elämänlaatua ilman progressiivisia tai viivästyneitä komplikaatioita. Hoito toteutetaan moniammatillisesti, ja se edellyttää erikoisalojen ja erikoisosaajien saumatonta yhteistyötä hoitotilanteessa. Neuro-HIFU-hoitoihin osallistuu neurokirurgi, neurologi, röntgenhoitajat, radiologi, neuromodulaatiohoitaja sekä sairaalafyysikko.

Neuro-HIFU tarjoaa uuden hoitovaihtoehdon erityisesti vapinapotilaille, jotka eivät sovellu olemassa oleviin hoitoihin. Syväaivostimulaation selkeät edut tällä hetkellä ovat säädettävyys ja erityisesti mahdollisuus molempien aivopuoliskojen hoitoon, jota vasta tutkitaan HIFU-hoidon osalta. Lähitulevaisuudessa mahdollisuus bilateraaliseen HIFU-hoitoon ja potentiaaliset uudet indikaatiot saattavat tuoda apua laajemmalle joukolle potilaita. Tulevaisuudessa neuro-HIFUn avulla voidaan todennäköisesti hoitaa muun muassa mielenterveyshäiriöitä, Alzheimerin tautia ja aivokasvaimia.



SÄDETURVAPÄIVÄT

Jussi Hirvonen

Neuroradiologian AI-sovelluksia

Tekoälymenetelmien määrä on radiologian alalla viime aikoina lisääntynyt eksponentiaalisesti. Yleisesti tekoälyllä tarkoitetaan tietokoneohjelmia, jotka jäljittelevät ihmisen älyllistä toimintaa. Ne ovat suunniteltu hyvin suurten tietomäärien prosessointiin, esimerkkinä lääketieteen alalla yleistyvät koneoppimisalgoritmit. Keinotekoisiiin hermoverkkoihin perustuvat ns. syväoppiseen kykenevät mallit pystyvät tulkitsemaan automaattisesti radiologisia kuvia.

Radiologian osa-alueista neuroradiologian alalta on julkaistu eniten tekoälyalgoritmeja. Rakenteiltaan ja kooltaan varsin säännölliset aivot ovat tekoälyalgorimeille suotuisa kuvauskohde. Myös kattavat julkisesti saatavilla olevat kuva-pankit ovat vauhdittaneet algoritmien kehitystä. Pään sisältä tekoäly pystyy automaattisesti havaitsemaan ja luokittelemaan esimerkiksi kalionsisäiset vuodot, sekä segmentoimaan tuumorit ja ennustamaan näiden molekyylipatologiaa. Uusia sovelluksia on valtavasti.

Viime aikoina julkaistujen kiehtovien artikkeleiden lisäksi esittelen myös ihan käytännön arjessa toimivia neuroradiologian tekoälyratkai-

suja, kuten hapenpuutteesta kärsivän aivokudoksen tilavuuden mittauksen infarktipotilaalla, ja aivorakenteiden automaattisen segmentoinnin ja tilavuusmittauksen muistihäiriöpotilaalla. Asteittain uudet tekoälyalgoritmit integroituvat osaksi myös neuroradiologin päivittäistä työtä.

Kirjallisuutta:

Chartrand ym. Deep Learning: A Primer for Radiologists. *RadioGraphics* 2017;37(7):2113–31.

Cheng ym. Deep Learning: An Update for Radiologists. *RadioGraphics* 2021;41(5):1427–45.

Huhtanen ym. Tekoäly radiologiassa. *Duodecim* 2020;136(17):1957–64.

van Leeuwen ym. Artificial intelligence in radiology: 100 commercially available products and their scientific evidence. *European Radiology* 2021;31(6):3797–804.

Yao ym. Deep Learning in Neuroradiology: A Systematic Review of Current Algorithms and Approaches for the New Wave of Imaging Technology. *Radiology: Artificial Intelligence*. 2020;2:e190026.

