

# Magneettikuvauksen mahdollisuudet ja rajoitukset selkärangan kuvantamisessa

Seppo Koskinen, HUS röntgen, Töölön sairaala

Magneettikuvaus (MK) on ionisoivaa säteilyä käyttämättömänä tutkimusmenetelmänä erinomainen pehmytkudospatologian osoittaja. Diskus- ja luuydinpatologian sekä selkärangaa ympäröivien kudosten arvioinnissa menetelmä on ylivertainen. Menetelmä onkin korvannut myelografian lähes täysin, ja TT-tutkimuksetkin suurelta osin.

Magneettikuvaus on TT:tä huonompi luisten rakenteiden yksityiskohtien näyttäjä. Esimerkiksi ankyloitu-neessa rangassa murtumat näkyvät TT:llä paremmin, ja pirstaleiseissa sekä komplisoituneen morfologian omaavissa murtumissa TT:llä saadaan parempi käsitys murtumien anatomia. Lisäksi kun halutaan yksityiskohtaista tietoa luisista rakenteista voimakasasteisissa spinaalisten oositapauksissa, on TT myelografiaan yhdistettynä vielä paikkaerotuskyvyltään parempi.

MK:n rajoituksiin kuuluvat yleiset kontraindikaa-tiot (sydämen tahdistin, sisäkorvaproteesi ym.): staat-tisuus, yleiset kontraindikaa-tiot. Myös ortopedinen fiksaatiomateriaali (esim. transpedikulaariset ruuvit ja niitä yhdistävät tangot) aiheuttavat kuviin signaa-likatoa ja -vääristymiä jotka tekevät tutkimuksen tulkinnan hankalaksi tai jopa mahdottomaksi. Näitä artefaktoja voidaan kuitenkin vähentää oikeaoppisella kuvaussekvenssisuunnittelulla: metallin pituusakselin suunta on sama kuin päämagneetikentän, välttä gra-dienttikaikusekvenssejä, käytä FSE sekvenssejä, taa-juuskoodaussuunta pois mielenkiintoalueesta (esim samaan suuntaan kuin ydinnaula), kasvata receiver bandwidthiä, STIR-sekvenssi spektraalisen rasvasatu-raation asemesta, suuri matriisi (pieni vokseli), tarvit-taessa matalakenttälaite.

Tavallinen magneettikuvaus suoritetaan makuu-asennossa neutraaliasennossa, jolloin liikkeiden tai kuormitusolosuhteiden vaikutus jää huomioimatta. Erityisillä asemointilaitteilla voidaan kaularangan liikkeitä tutkia kontrolloidusti fleksion ja ekstension aikana (4-9). Suomalaista alkuperää olevalla asemoin-tilaitteella kaularangan liikkeitä voidaan tutkia myös

rotaation ja sivutaivutuksen aikana. Menetelmää on käytetty mm. nivelreumaa sairastavien potilaiden tut-kimiseen. Tulokset ovat kuitenkin osoittaneet, että näin saatavan lisäinformaation määrä nivelreumaa sairastavilla potilailla on vähäinen fleksio-ekstensio natiiviröntgenkuvauksen ja tavallisen magneettikuva-uksen yhdistelmään. Menetelmää ei voikaan suosittel-la ensisijaiseksi tutkimusmenetelmäksi. Lisäksi tällai-set kolmen suunnan taivutuksen mahdollistavat ase-mointilaitteet vaativat avoimen magneettikuvauslait-teen, joissa kenttävoimakkuus on matala (yleensä alle 0.5 T). Pelkän fleksion ja ekstension mahdollistavan liikkeen asemointilaitte toimii tavallisissakin korkea-kenttälaitteissa.

Erityiset magneettikuvauslaitteet mahdollistavat selkärangan magneettikuvauksen myös pystyasen-nossa, jolloin kuormituksen vaikutukset tulevat esil-le. Samaa efektiä voidaan tavoitella myös erilaisilla aksiaalisuunnan kuormitusta simuloivilla laitteilla (liivi-kuminauhayhdistelmä, esim DynaWell). Ongel-mana on ollut absoluuttisten anatomisten muutosten suhteellinen vähäisyys (paikkaerotuskyky!), ja tutki-muksen pitkä kesto verrattuna tavalliseen kuvaukseen. Ongelmana on myös kuvata täysin sama paikka kuin ilman rasitusta.

Diffuusiokuvaus perustuu ns. Brownin liikkeen (sattumanvarainen lämpöriippuvainen vesimolekyyli-en liike (nimen takana on englantilainen kasvitieteilijä Robert Brown, joka v. 1827 tarkasteli siitepölyhiuk-kasten liikettä mikroskoopin avulla)) kuvantamiseen. Kuvien kontrasti riippuu selkäytimen liikkuvien spi-nien kuten vesimolekyyliä diffuusiosta ja erikoises-

ti siitä, onko diffuusio vapaata vai ei. Menetelmä on tullut kliiniseen käyttöön 1990-luvun puolivälissä. Aivoissa ja selkäytimessä diffuusio ei ole isotrooppinen eli sama kaikkiin suuntiin, vaan anisotrooppinen erikoisesti valkoisessa aineessa. Tämä johtuu valkoisen aineen radastoista, niiden myelinaatiosta sekä kapillaarikerrosta.

Muutaman minuutin sisällä iskemian alusta alkaa iskeemisessä hermokudoksessa veden diffuusio alentua, syynä pidetään sytotoksista ödeemaa (myös esim. hyponatremia aiheuttaa alentuneen diffuusion ilman iskemiaa), iskemia aiheuttaa veden siirtymisen ekstrasselulaaritalasta intraselulaariseen tilaan (jossa veden liike on rajoitettua), lisäksi ilmeisesti ekstrasselulaarinen vesitila pienenee ja intraselulaarinen viskositeetti kasvaa, tuore iskeeminen vaurio näkyy diffuusiopainotteisissa kuvissa aiemmin kuin tavallisissa sarjoissa (muutaman minuutin - 30 minuutin sisällä).

Epäselvissä tapauksissa diffuusiokuvaus voisikin tuoda lisäinformaatiota selkäytimen tilasta, joskin kuvausta hankaloittavat luiden aiheuttamat suskeetibiliteettiartefaktat, selkäydinnesteen ja karotis-vertebralissuonten pulsaatio ja hengitysliikkeet (1-3,10,11). Myös selkäytimen pieni koko on epäsuotuisa tekijä diffuusiokuvantamiselle

Diffuusiokuvausta on myös käytetty hyvän- ja pahanlaatuisen nikamamurtuman erottamiseen toisistaan (12).

#### **Kirjallisuutta:**

1. Augustin M, Bammer R, Simbrunner J, Stollberger R, Hartung H-P, Fazekas F: Diffusion-weighted MR imaging of patients with subacute cerebral ischemia: Comparison with conventional and contrast-enhanced MR imaging. *AJNR* 2000;21:1596-1602.
2. Ford JC, Hackney DB, Alsop DC, et al: MRI characterization of diffusion coefficients in a rat spinal cord injury model. *Magn Reson Med* 1994;31:488-494.
3. Holder CA, Muthupillai R, Mukundan S, Eastwood JD, Hudgins PA: Diffusion-weighted MR imaging of the normal human spinal cord in vivo. *AJNR* 2000;21:1799-1806.
4. Karhu JO, Parkkola RK, Komu MES, Kormano MJ, Koskinen SK: Kinematic MRI of the upper cervical spine using a novel positioning device. *Spine* 1999;24:2046-2056.
5. Karhu JO, Parkkola RK, Koskinen SK: Evaluation of flexion/extension of the upper cervical spine in patients with rheumatoid arthritis: an MRI study with a dedicated positioning device. *Acta Radiol* 2005;46:55-66.
6. Karhu J, Koskinen SK: Kinematic MRI of the cervical spine. In: Frank Shellock, Chris Powers (eds.): *Kinematic MRI of the Joints*. CRC Press, 2001, pp 81-105.
7. Koskinen SK, Parkkola RK, Karhu J, Komu MES, Kormano MJ: Orthopedic and interventional applications at low field MRI with horizontally open configuration: a review. *Radiology* 1997;37:819-824.
8. Muhle C, Brossmann J, Biederer J, Grimm J, Mohr A, Heller M: Value of kinematic MRI in the evaluation of patients with exacerbated pain in cervical spine motion compared with static MRI. *Rofo-Fortschr Gebiet Rontgenstrahlen Bildgeb Verfahr* 2001;126:126-32.
9. Muhle C, Resnick D, Ahn J, Sudmeyer M, Heller M: In vivo changes in the neural foraminal size at flexion-extension and axial rotation of the cervical spine in healthy persons examined using kinematic magnetic resonance imaging. *Spine* 2001;26:e287-e293.
10. Sagiuchi T, Tachibana S, Endo M, Hayakawa K: Diffusion-weighted MRI of the cervical cord in acute spinal cord injury with type II odontoid fracture. *J Comput Assist Tomogr* 2002;26:654-656.
11. Schwartz ED, Chin CL, Takahashi M, Hwang SN, Hackney DB: Diffusion-weighted imaging of the spinal cord. *Neuroimaging Clin N Am* 2002;12:125-146.
12. Nakagawa K, Sakuma H, Ichikawa Y: Vertebral compression fractures: Differentiation between benign and malignant lesions with diffusion-weighted single-shot echo planar MR imaging. *Eur Radiol* 2000;10(Suppl):154.