

Kannattaisiko sittenkin kuvata proteesiniveliä magneetilla?

Dosentti, osastonylilääkäri Kimmo Mattila, TYKS

MRI ympäristö voi aiheuttaa riskin tai ongelmia potilaalle, jolla on metalli-implantteja tai lääketieteellisiä laitteita. Näiden joutuessa vuorovaikutukseen magneettikentän kanssa, voi seurauksena olla implantin liikkumista tai kuumenemista. Myös kuva-artefaktat tutkimuksessa ovat tavallisia implantista johtuen. Metallimplantteja on vuosien mittaan pidetty jopa kontraindikaationa magneettikuvaukselle. Toki eräiden implanttien suhteen edelleen on joko noudatettava suurta varovaisuutta (indikaatiot) tai pidättäydyttävä kuvaamasta kokonaan (aktiiviset tai semiaktiiviset implantit). Implanttien kohdalla ennen magneettikuvausta tulee perehtyä aina laitevalmistajan antamiin suosituksiin, mikäli sellaisia on, tai käyttää lähdetiedostoja (www.mrisafety.com/) turvallisuuden toteamiseen (safe, conditional, unsafe).

Käytännössä modernit nivelimplantit voidaan kuvata lähes poikkeuksetta magneetissa. Parhaiten tutkittuja ovat lonkka- ja polvi- sekä olka-proteesit. Kuvien vääristymiä, eli artefakteja, tulee lähes aina, mutta niiden määrä riippuu ensisijaisesti implantin materiaalista. Paramagneettiset materiaalit konsentroivat paikallisia magneettisia voimia, lisäävät paikallista magneettikentän voimakkuutta aiheuttaen susceptibiliteettiartefakteja. Tätä ominaisuutta voidaan kuitenkin myös hyödyntää, esimerkiksi Gadolinium pohjaisissa varjoaineissa, jotka eivät varsinaisesti vääristä kuvaa, mutta nopeuttavat kudosten relaksaatioaikoja ympäristössään. Superparamagneettisissa materiaaleissa on partikkeleita, joiden magneettinen susceptibiliteetti ylittää vahvasti paramagneettisten materiaalien susceptibiliteetin. Ferromagneettisuus johtuu aineen pysyvien magneettisten dipolien järjestäytymisestä. Kun dipolit järjestäytyvät magneettikenttään joutuessaan kentän suuntaisesti, alkavat kenttä ja ferromagneettisesta materiaalista koostuva kappale vetää toisiaan puoleensa. Magneettikuvauslaitteissa kentän gradientit (esimerkiksi putken suulla) voivat lisäksi aiheuttaa huomattavan väännön ferromagneettisiin implantteihin tai vierasesineisiin. Ferromagneettisia materiaaleja ovat esim. rauta, nikkeli, koboltti, ja pienissäkin määrissä ne vääristävät magneettikuvia pahasti.

Artefaktat MRI tutkimuksessa aiheutuvat siis magneettisten ominaisuuden erosta ihmiskudoksen ja implantin välillä. Artefaktat ovat suurimmillaan, jos susceptibiliteettierot metalliohjettin ja ympäröivän kudoksen välillä on iso. Ferromagneettiset materiaalit aiheuttavat oleellisesti isomman artefaktin kuin para- ja diamagneettiset materiaalit. Magneettiset susceptibiliteettierot muuttavat paikallista magneettikenttää, koska vaikuttavat suoraan spinien vaiheeseen ja taajuuteen. Magneettikuvauksessa spinit siis ”koodautuvat” väärään kohtaan kuvassa ja seuraa kuvan vääristyminen metalliohjettin ympäristössä tai jopa täydellinen signaalin häviäminen.

Artefaktien määrään vaikuttavia käytännön teknisiä ominaisuuksia on implanttimateriaalin ohella koko ja suunta magneettikentässä, käytettävä sekvenssi (GRE vs SE vs FSE/TSE), käytettävät sekvenssiparametrit (ETL, echo spacing, TE, kaistanleveys), kuten myös tietenkin käytettävä kenttävoimakkuus ja käytettävä vokselikoko (kuva-ala, kuvamatriisin koko, leikepaksuus). Valitsemalla kuvauksen taajuuskoodaussuunta oikein, voidaan metallien aiheuttamat artefaktit kääntää nivelestä pois päin.

Kaikkien näiden parametrien optimointi on välttämätöntä niveliimplanttia magneetilla kuvattaessa. Rutiininomaisilla nivelsekvensseillä ei useinkaan päästä edes välttävään kuvatasoon. Metalliohjettien suhteen optimoituja kuvausprotokollia on jo kiitettävästi saatavissa, lähinnä vielä tieteellisiin tutkimuksiin liittyen. Laitevalmistajillakin on kuitenkin jo joitain kehittelyn alla olevia dedikoituja sekvenssejä, joista ehkä parhaiten tunnettu MAVRIC. Optimoimalla oman laitteen sekvenssit ja parametrit päästään kyllä jo pitkälle metalliartefaktien vähentämisessä ja magneettikuvauksesta onkin tullut useissa keskuksissa rutiinitutkimus proteesipotilaiden ongelmien selvittelyssä.

Luennolla käydään läpi käytännön esimerkein magneetin kenttävoimakkuuden, sekvenssien ja parametrien vaikutus metalli-implanttien kuvantamiseen sekä esitetään omia esimerkkejä magneettikuvauksen käytöstä nivelpoteesien kuvantamisessa.

Kirjallisuutta:

Lee MJ, Kim S, Lee SA, Song HT, Huh YM, Kim DH, Han SH, Suh JS. Overcoming artifacts from metallic orthopedic implants at high-field-strength MR imaging and multi-detector CT. *Radiographics*. 2007 May-Jun;27(3):791–803.

- P. Stradiotti Æ A. Curti Æ G. Castellazzi Æ, A. Zerbi. Metal-related artifacts in instrumented spine. Techniques for reducing artifacts in CT and MRI: state of the art. *Eur Spine J* (2009) 18 (Suppl 1):S102–S108.
- H. John Cooper MD, Amar S. Ranawat MD, Hollis G. Potter MD, Li Foong Foo MD, MRCP, FRCR, Trevor W. Koob BA, Chitranjan S. Ranawat MD. Early Reactive Synovitis and Osteolysis after Total Hip Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. Published online 25 April 2010.
- A.P. Toms, C. Smith-Bateman, P.N. Malcolm, J. Cahir, M. Graves. Optimization of metal artefact reduction (MAR) sequences for MRI of total hip prostheses. *Clinical Radiology* 65 (2010) 447–452.
- Carolyn M. Sofka, MD & Hollis G. Potter, MD & Ronald S. Adler, PhD, MD & Helene Pavlov, MD. Musculoskeletal Imaging Update: Current Applications of Advanced Imaging Techniques to Evaluate the Early and Long-Term Complications of Patients with Orthopedic Implants. *HSSJ* (2006) 2:73–77