

<https://helda.helsinki.fi>

---

## Kolme, seitsemän, kymmenen teslaa : ovatko magneettikuvauksen rajat näkyvissä?

Korvenoja, Antti

2020

---

Korvenoja , A 2020 , ' Kolme, seitsemän, kymmenen teslaa : ovatko magneettikuvauksen rajat näkyvissä? ' , Duodecim , Vuosikerta. 136 , Nro 9 , Sivut 982-983 . <  
<https://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo15544.pdf> >

---

<http://hdl.handle.net/10138/330380>

---

publishedVersion

---

*Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository.*

*This is an electronic reprint of the original article.*

*This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.*

*Please cite the original version.*

Antti Korvenoja

Ovatko magneettikuvauksen rajat näkyvissä?

## Kolme, seitsemän, kymmenen teslaa

Magneettikuvauksessa voimakas magneetti antaa kuvaajalle vapautta ja auttaa tarkempien kuvien saamisessa. Äskettäin uutisoitiin voimakkaimman ihmisten kuvantamiseen käytettävän laitteen käyttöönotosta (1). Tämän Minnesotassa Yhdysvalloissa sijaitsevan kuvauslaitteen magneetin voimakkuus on 10,5 teslaa (T). Sairaaloissa rutiinimaisesti käytettävissä kuvauslaitteissa on 1,5 T:n ja 3 T:n magneetteja.

Kiinnostusta voimakkaampiin magneetteihin on yhä enemmän siitä huolimatta, että yhden 7 T:n laitteen hinnalla saisi kolme 3 T:n laitetta. Äskettäin hyväksyttiin kliiniseen käyttöön ensimmäinen 7 T:n laite. Kiinnostus johtuu mahdollisuuksista sekä tarkempiin kuviin että kudosten ominaisuuksien kuvaamiseen tavoilla, joihin 3 T:n laitteillaakaan ei käytännössä kyetä (2). Kaikkiin käyttötarkoituksiin 7 T:n laite ei kuitenkaan ole paras mahdollinen yleistyökalu, vaan se sopii erikoistyökaluksi.

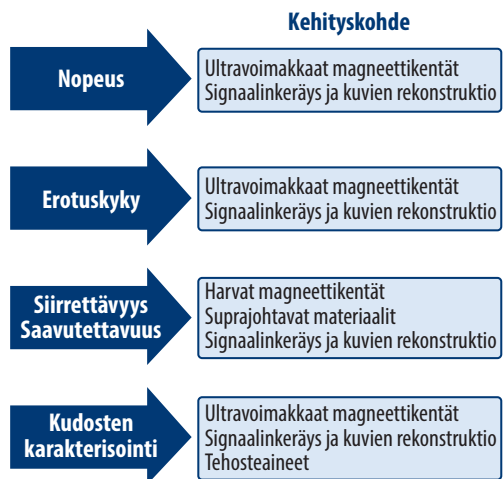
Vieläkin voimakkaampia laitteita on näköpiirissä. Pariisin liepeille rakennetaan 11,7 T:n laitetta. Suunnitelmia ihmiskuvantamiseen rakennettavista 14 T:n laitteistakin on esitetty. Näitä jättiläismäisiä yli sata tonnia painavia laitteita tuskin tulee sairaaloihin, mutta 7 T:n laitteiden kanta lisääntyy maailman sairaalaympäristöissä. Voimakkaampien magneettien käyttöön liittyy vaikeuksia, kuten kudosten lämpeneminen. Näiden vaikeuksien voittamiseen liittyviä keksintöjä on voitu hyödyntää myös rutiinikäytössä olevien 1,5 T:n ja 3 T:n laitteiden osalta. Ihmiskuvantamiseen käytettävän magneetin kenttävoimakkuuden ylärajaa ei vielä tunneta. Voimakkaimmat eläinten kuvantamiseen rakennetut magneetit ovat kenttävoimakkuudeltaan yli 20 T.

Voimakkaampien magneettien rakentaminen on kuitenkin vain yksi rintama, jolla magneettikuvaus kehittyy. Huonelämpötilassa toimivien suprajohtavien magneettien käyttöön

saaminen on vielä kaukana horisontissa, mutta onnistuessaan se voisi huomattavasti helpottaa laitteiden sijoittelua ja pienentää käyttökustannuksia. Kuvauslaitteiden kalliin ja vaikeasti saatavilla olevan nestemäisen heliumin tarvetta on saatu pienennettyä, ja toisaalta suprajohtavaa magneettia ei aina välttämättä tarvita (KUVA).

Suomessa ja muualla maailmassa on käynnissä kehitystyötä, jossa edetään aivan toiseen suuntaan. Ultramatalien magneetikenttien magneettikuvauksessa keskitytään kudoksesta saatavan heikon signaalin herkempään mittaamiseen signaalin voimistamisen sijasta (3,4). Tällöin toimitaan alle 10 milliteslan kenttävoimakkuuksissa. Elimistöön asennettavien laitteiden ja varaosien lisääntyessä pienestä kenttävoimakkuudesta saattaa olla etua samoin kuin kuvattaessa kohteita kudosten rajapintojen läheisyydessä (5).

Järeät magneetit pääsevät otsikoihin, mutta vähemmälle huomiolle jää se, että magneettikuvauksen rutiinikäyttöä on ehkä voimakkaimmin nopeuttanut ja tarkentanut radiotaajuista energiaa kudoksiin lähettävien ja sieltä tulevaa



KUVA. Magneettikuvauksen tavoitteet ja kehityskohdeet.

signaalia keräävien laitteiston osien kehittyminen. Samalla ovat edistyneet näiden kehitystä hyödyntävät signaalinkeräystekniikat ja kuvamuodostusmenetelmät.

Keräämällä samanaikaisesti useammalla kanavalla kudoksista tulevaa signaalia saadaan kuvausnopeutta merkittävästi parannetuksi ja signaalin määrää suhteessa kuvanlaatuun häiritsevään kohinaan lisätyksi. Kudoksista tulevan signaalin keräämistä voidaan nopeuttaa käyttämällä tehokkaita menetelmiä, joilla kerätään kuvan muodostamiselle oleellisin informaatio ja jätetään huomioimatta vähemmän oleelliset signaalin osat, joiden jättäminen pois ei oleellisesti heikennä kuvanlaatua. Tekniikka, jolla voidaan samanaikaisesti kuvata useampaa leikkettä, on jo saatavilla kaupallisena tuotteena. Se vähintäänkin puolittaa monien tavanomaisten sekvenssien kuvausaikojä.

Viime aikoina kudosten magneettisten ominaisuuksien kvantifointiin perustuvat kuvantamistekniikat ovat olleet vilkkaan tutkimuksen kohteena. Magneettinen sormenjälki (magnetic resonance fingerprinting) on tekniikka, jolla voidaan yhdellä kuvauksella kartoittaa monipuolisesti kudosten ominaisuuksia (6). Näiden menetelmien validointi kliiniseen työhön on kuitenkin vielä kesken (7).

Magneettikuvaus voidaan yhdistää metaboliiseen kuvantamiseen (8). Toisaalta pelkästään magneettikuvauksella voidaan kuvata aineenvaihduntaa ja kaasujenvaihtoa tai perfuusiota hyödyntämällä hiiliyhdisteitä tai ksenonia, joita leimataan magneettisesti hyperpolarisaatiolla. Tähän on saatavilla kaupallisia laitteita, mutta menetelmä ei toistaiseksi ole laajassa käytössä (9).

Magneettikuvauslaitteet ovat kalliita investointeja sairaaloille ja niinpä niiden käyttöikä venyy usein pitkäksi. Tällöin vanhimman sukupolven laitteiden kyvyt ovat hyvin erilaiset kuin uusimpien laitteiden ja erot kuvanlaadussa var-

sin selkeät. Tämä haitari venyy yhä enemmän, kun toiseen päähän tulee 7 T:n laitteita. Uusia kuvantamistekniikoita kehitetään jatkuvasti, eikä vanhimpien laitteiden suorituskyky aina anna niille myöten. Magneettikuvauksen rajat työntyvät tekniikan puolella yhä pitemmälle, mutta myös kliiniset sovellusalueet laajenevat ja kuvausten kysyntä lisääntyy jatkuvasti. Esimerkiksi eturauhasen magneettikuvauksen kysyntää on huomattavasti lisännyt osoitettu hyöty biopsioiden kohdentamisessa (10).

Keksintöjen saattaminen tuotteeksi on edellytyksenä uusien tekniikoiden laajemmalle soveltamiselle. Tämä vie aikaa ja vaatii yrityksiltä riskinottohalua. Lääketieteen osuutena on uusien työkalujen mahdollisuuksien löytäminen, validointi ja käyttöönotto. ■



**ANTTI KORVENOJA, LT, radiologian erikoislääkäri**  
HUS Kuvantaminen  
Twitter: @akorveno

**SIDONNAISUUDET**  
Ei sidonnaisuuksia

#### KIRJALLISUUTTA

1. Nowogrodzki A. The world's strongest MRI machines are pushing human imaging to new limits. *Nature* 2018;563:24–6.
2. Kauppinen R. Seitsemän teslaa – ultravoimakkaat magneettikentät ihmiskuvantamisessa. *Duodecim* 2018;134:603–11.
3. Sarracanie M, LaPierre CD, Salameh N, ym. Low-cost high-performance MRI. *Sci Rep* 2015;5:15177.
4. Vesanen PT, Nieminen JO, Zevenhoven KCJ, ym. Hybrid ultra-low-field MRI and magnetoencephalography system based on a commercial whole-head neuromagnetometer. *Magn Reson Med* 2013;69:1795–804.
5. Campbell-Washburn AE, Ramasawmy R, Restivo MC, ym. Opportunities in interventional and diagnostic imaging by using high-performance low-field-strength MRI. *Radiology* 2019;293:384–93.
6. Panda A, Mehta BB, Coppo S, ym. Magnetic resonance fingerprinting – an overview. *Curr Opin Biomed Eng* 2017;3:56–66.
7. Korvenoja A, Ruuth R, Kuusela L. Synteettiset kontrastit magneettikuvauksessa – kohti kvantitatiivista magneettikuvauksista? *Duodecim* 2018;134:621–26.
8. Tuokkola T, Knuuti J. Positroniemissiotomografia-magneettikuvaus. *Duodecim* 2019;134:627–34.
9. Kurhanewicz J, Vigneron DB, Ardenkjaer-Larsen JH, ym. Hyperpolarized <sup>13</sup>C MRI: path to clinical translation in oncology. *Neoplasia* 2019;21:1–16.
10. Drost F-JH, Osses DF, Nieboer D, ym. Prostate MRI, with or without MRI-targeted biopsy, and systematic biopsy for detecting prostate cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;4:CD012663.