

Viitteet

1. Baillot RG, Joannise DR, Stevens LM, ym. Recent evolution in demographic and clinical characteristics and in-hospital morbidity in patients undergoing coronary surgery. *Can J Surg* 2009; 52: 394–400.
2. Levy JH, Tanaka KA. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: S715–20.
3. Despotis GJ, Avidan MS, Hogue CW. Mechanisms and attenuation of hemostatic activation during extracorporeal circulation. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: S1821–31.
4. Karkouti K, Djaiani G, Borger MA, ym. Low hematocrit during cardiopulmonary bypass is associated with increased risk of perioperative stroke in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2005; 80: 1381–87.
5. Murphy GJ, Reeves BC, Rogers CA, ym. Increased mortality, postoperative morbidity, and cost after red blood cell transfusion in patients having cardiac surgery. *Circulation* 2007; 116: 2544–52.
6. Newman MF, Mathew JP, Grocott HP, ym. Central nervous system injury associated with cardiac surgery. *Lancet* 2006; 368: 694–703.
7. Khan JH, Lambert AM, Habib JH, ym. Abdominal complications after heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2006; 82: 1796–801.
8. Wistbacka JO. Onko perfuusiosysteemien kehitys kohti pienempää tuonut todellisia hyötyjä? *Finnanest* 2008; 41: 236–42.
9. Benedetto U, Angeloni E, Refice S, ym. Is minimized extracorporeal circulation effective to reduce the need for red blood cell transfusion in coronary artery bypass grafting? Meta-analysis of randomized controlled trials. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 138: 1450–3.

Jussi Rimpiläinen



Riikka Rimpiläinen ja vastaväittäjä Raili Suojaranta-Ylinen.

Riikka Rimpiläinen

LT, erikoislääkäri

OYS, Anestesian ja tehohoidon vastuualue

riikka.rimpilainen[a]oulu.fi

Anestesiologisia harrastuksia – väitöskirja magneettikuvauksesta

Clinical applicability of MRI texture analysis

Lara Harrison

23.9.2011 Tampereen yliopisto

Vastaväittäjä professori Peter Dean, Turun yliopisto

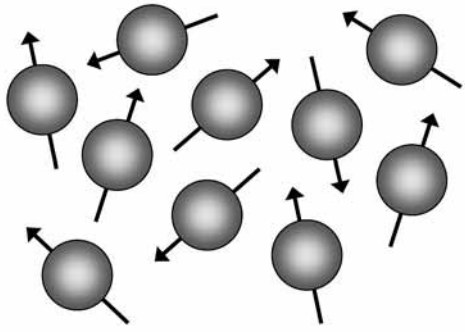
Magneettiresonanssikuvaustekniikka käyttää voimakasta magneettikenttää, radioaaltoja sekä radioaaltojen käsitteilyyn sopivia vastaanottimia ja tietokonetta muodostamaan kuvia kehosta. Menetelmään ei liity ionisoivaa säteilyä.

Kliinisessä työssä käytettävien kuvauslaitteiden yleisin staattisen magneettikentän voimakkuus on 1,5 Teslaa, mikä on noin 30 000 kertaa maan magneettikenttä. Suomessa käytössä on yleistymässä myös 3 Teslan laitteet. Niillä saadaan korkean resoluution kuvia kohtuullisella kuvausajalla ja jois-

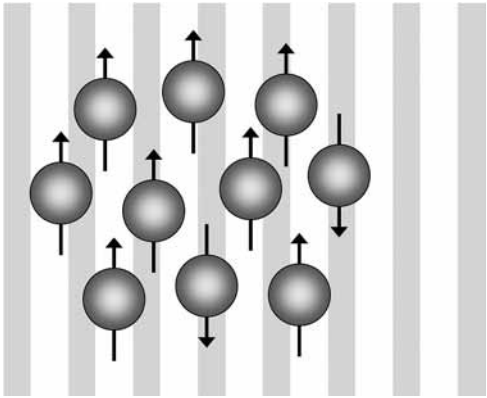
sakin tapauksissa parempi kudosten välinen erotuskyky.

Kuvaussekvenssillä tarkoitetaan tapahtumaa, jossa lähetetään erilaisia radiotaajuuspulssisarjoja eri aikaväleihin ja mitataan tietyllä ajanhetkellä protoniyrrien lähettämä radiotaajuussignaali.

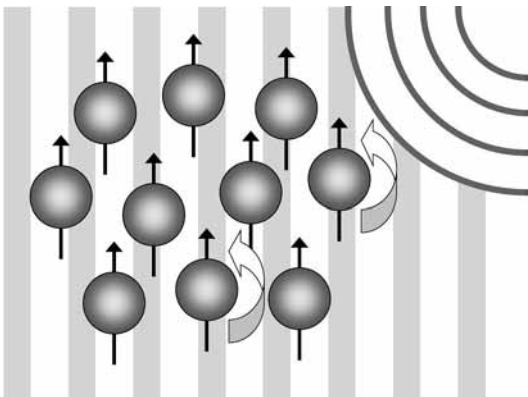
Mitatun radiotaajuussignaalin taajuuteen ja vaiheeseen koodataan kuvan muodostamisen kannalta välttämätön signaalin paikkatieto ns. gradienttikenttien avulla. Vastaanotetusta protoniyrrien signaalista muodostetaan laskennallisia keinoja käyttäen magneettikuva. Pulssien lähettämisen ja



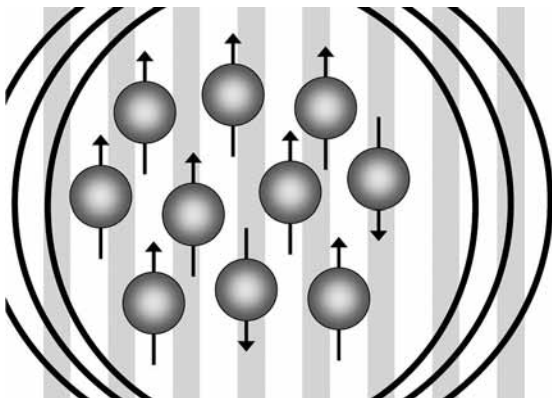
Lääketieteellisessä magneettikuvauksessa keskitytään ihmiskehossa yleisen alkuaineen, vedyn ytimien eli protonien tarkasteluun. Protonit pyörivät kuin pienet hyrrät akselinsa ympäri.



Magneettilaitteeseen tuodun kuvauskohteen atomiytimet joutuvat staattisen magneettikentän vaikutukseen. Magneettikentän vaikutuksessa protonien hyrräliikkeen akseli kääntyy staattisen kentän suuntaiseksi tai kentän vastaiseen suuntaan.



Laitte lähettää radiotaajuisia pulsseja resonanssitaajuudella, josta protonit pystyvät ottamaan vastaan energiaa. Radiotaajuisen pulssin avulla protonihyrrät saadaan viritettyä korkeammalle energiatasolle, poikkeutettua staattisen kentän suunnasta ja niiden hyrräliike vaiheistuu.



Radiotaajuisen pulssin jälkeen protonihyrrästä pois siirtyvän energian myötä hyrrät kääntyvät alemmalle energiatasolle, mitä kuvataan T1-relaksaatiolla. Myös hyrrien vaiheistuminen häviää, tätä kutsutaan T2-relaksaatioksi. Protonihyrrien heikkona radiotaajuisena signaalina luovuttama energia rekisteröidään laitteen vastaanottimissa.

resonanssisignaalin keräämisen variaatioilla saadaan T1-, T2-relaksaatiota tai protonitiheyttä korostavia kuvia. Kliinisen kysymyksen asettelu määrittelee mitä painotuksia kuvauskohteesta otetaan.

Harrastuksena väitöskirja: Clinical Applicability of MRI Texture Analysis

Tietokoneavusteisia menetelmiä kehitetään radiologiseen diagnostiikkaan varsin aktiivisesti koko ajan. Tekstuurianalyysi on kvantitatiivinen kuva-analyysimenetelmä, jolla tarkastellaan kuvasta kuviorakennetta. Tämä tietokoneavusteinen menetelmä voi löytää silminnähtävistä kudoksista pieniä kuviorakenteen eroja, joiden avulla voidaan tehdä erotusdiagnostiikkaa. Väitöstutkimukseni tavoite oli selvittää magneettikuvaustekstuurianalyysin kliinistä käytettävyyttä eri kannoilta. Päädyin tähän radiologiseen aiheeseen, koska olin perehtynyt siihen jo lääketieteellisessä syventävien opintojen ja lääketieteellisen tekniikan diplomityön merkeissä.

Ensimmäisessä osatyössä tarkastelin pehmytkuduskuvantamista; non-Hodgkin lymfooman hoitovasteen arviointi tekstuurianalyysillä. Kaksi seuraavaa osatyötä käsitteli keskushermoston kuvantamista; lieviä aivovammoja sekä MS-tautia. Viimeisessä osatyössä arvioin liikunnan vaikutusta urheilijoiden ja verrokkien reisiluun kaulan luurakenteeseen. Kudosten ja muutosten vertailuissa oli edustettuna ympäröivästä kudoksesta visuaalisella tarkastelulla erottumattomia sekä selkeästi erottuvia rakenteita. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin mielenkiintoalueen (Region of Interest, ROI) käsitönä tehtävän rajaamisen ja kuvaussekvenssin valinnan vaikutusta analyysiin.

Käytännössä aikaa kului paljon tietokoneella piirtämiseen ja jonkin verran myös Matlab -ohjelmalla koodaamiseen. Eurooppalaisen tiedeyhteistyöprojektin kehittämällä tietokoneohjelmalla merkitsin magneettikuvien päälle alueet, joista ohjelma laski kuviorakenteesta kertovia parametrisarvoja. Menetelmän ja oman tutkimusryhmän ohjelmiston kehittämisen merkeissä algoritmit pyörivät mielessä ulkoiluttaessa ja kongressireissuilla tutkimuskavereiden kanssa ideoitin yötä päivää uusia ratkaisuja – varsin monipuolinen harrastus siis!

Johtopäätökset

Yhteenvetona totean, että tekstuurimenetelmällä on mahdollista havaita ja karakterisoida tutkimukseen valikoidun aineiston edustamia etiologialtaan erilaisia muutoksia kliinisistä 1,5 Teslan magneettikuvista. Tutkimuksessa käsitellyt yksityiskohdat magneettikuvasarjojen valinnasta sekä ROI:n piirtämisestä tuovat lisätietoa kliinisen protokollan kehittämiseen. Osa tutkimusaineistoista oli kokeellisia, ja niiden tulokset tulisi vahvistaa laajemmilla tutkimuksilla. Moniammatillinen tutkimusryhmä jatkaa aiheen parissa, mukana on Tampereen teknillisen yliopiston ja Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuvantamiskeskukseen tutkijoita.

Väitöskirjaprojektiini kului viisi vuotta kliinisen työn ohessa. Mielenkiintoinen aihe ja hyvä yhteishenki tutkimusryhmässä olivat parhaat kannustimet. □

Väitöskirja ja osatyöt

Harrison, Lara. Clinical applicability of MRI texture analysis. Tampereen yliopisto 2011. <http://acta.uta.fi/pdf/978-951-44-8527-5.pdf>

- I Harrison LC, Luukkaala T, Pertovaara H, Saarinen TO, Heinonen TT, Järvenpää R, Soimakallio S, Kellokumpu-Lehtinen PL, Eskola HJ, Dastidar P. Non-Hodgkin Lymphoma response evaluation with MRI Texture Classification. *J Exp Clin Cancer Res*. 2009; 28 :87.
- II Holli KK, Harrison L, Dastidar P, Wäljas M, Liimatainen S, Luukkaala T, Öhman J, Soimakallio S, Eskola H. Texture analysis of MR images of patients with mild traumatic brain injury. *BMC Med Imaging* 2010; 10: 8.
- III Harrison LC, Raunio M, Holli KK, Luukkaala T, Savio S, Elovaara I, Soimakallio S, Eskola HJ, Dastidar P. MRI texture analysis in multiple sclerosis: toward a clinical analysis protocol. *Acad Radiol* 2010; 17: 696–707.
- IV Harrison LCV, Nikander R, Sikiö M, Luukkaala T, Helminen M, Ryymin P, Soimakallio S, Eskola HJ, Dastidar P, Sievänen H. MRI Texture Analysis of Femoral Neck: Detection of Exercise Load-Associated Differences in Trabecular Bone. *J Magn Reson Imaging* 2011; 34: 1359–66.

Lisälukemista magneettikuvauksesta

Hari R ja Joensuu R. Magneettikuvia elävistä kudoksista ja elimistä. *Duodecim* 2003; 119: 2420–2

Lara Harrison

DI, LT, erikoistuva lääkäri

TAYS, Leikkaus- ja anestesiatoiminta

lara.harrison[a]pshp.fi