

# MAGNEETTIKUVAUKSEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUKSISTA ÄÄNTÖVÄYLÄN KUVANTAMISESSA



**Syventävien opintojen kirjallinen  
tutkielma**

**Turun yliopisto**

**Lääketieteellinen tiedekunta**

**Hammaslääketieteen laitos**

**11.03.2013**

**Tutkielman oppiala: suu- ja leukakirurgia**

**HLK Jean-Marc Luukinen**



# Miksi kyseinen aihe



- Terve ihminen tulee harvoin ajatelleeksi puheen merkitystä. Yleensä henkilö oppii arvostamaan puheentuottamiskykyään vasta, kun se heikkenee tai tulee mahdottomaksi.
- Magneettikuvaus on eräs uusimmista kuvausmenetelmistä, jonka avulla ääntöväylän tarkka kuvantaminen on tullut mahdolliseksi. Mineraalipitoiset hampaat eivät kuitenkaan kuvaudu samalla tarkkuudella kun muut ääntöväylän kudokset.
  - Koska hampaat ovat merkittävässä asemassa mm. artikulaatiossa ja äänen akustiikassa, niiden näkyminen kuvassa on tärkeää.
- Havainnot hampaiden kuvautuvuudesta täydentävät laajempaa matemaattista ääntöväylän kuvantamistutkimusta, jossa mukana ovat Helsingin ja Turun yliopistot sekä Aalto yliopisto.

# Oman työni



- Tavoitteeni oli perehtyä ääntöväylän anatomiaan ja magneettikuvauksen perusteisiin, joiden pohjalta käsittelen magneettikuvauksen käyttömahdollisuuksia kuvata hampaat.
- Hampaiden visualisoimiseksi magneettikuvauksissa käytettiin pääsääntöisesti selektiivisiä öljyllä kyllästettyjä puumarkkereita kipsimalleilla ja yhdellä koehenkilöllä.
- Lisäksi selvitettiin Straumannin, Cadent iTeron käyttömahdollisuuksia kuvata hampaat digitaalisesti ja siirtää ne myöhemmin magneettikuvaan.

# Kuvausten suorittaminen

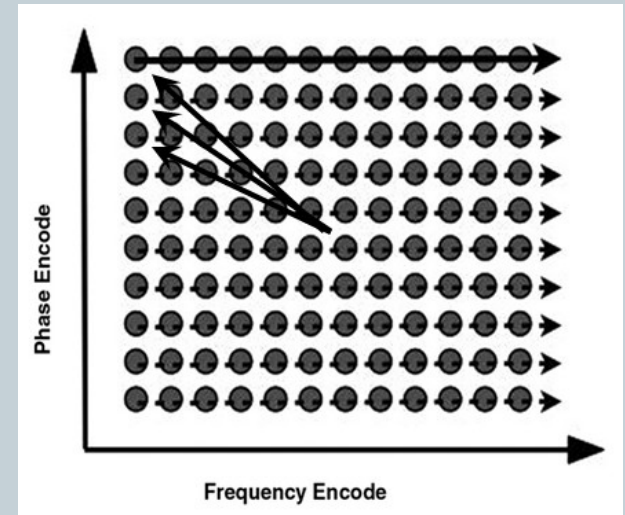


- Kuvaukset on suoritettu VSSHP:n A-röntgenissä
- Kaikissa kuvauksissa on käytetty Siemens Magnetom Avanto 1,5T MRI laitetta.
  - 12 kelaelementtistä pää- ja neljä kelaelementtistä kaulakelaa
- Hampaita kuvattaessa on käytetty sagittaalista T1-painotteista VIBE tekniikkaan perustuvaa kuvausmenetelmää.
  - Vokselikoko olla 0,9x0,9x0,9mm, TR 4,26ms ja TE 1,57
  - Virityskulmalla 6°
  - Kuvauksen leikemäärä 120
  - Signaalia on keskiarvoistettu (avg 3) paremman signaali-kohinasuhteen saavuttamiseksi
  - Käytössämme on lisäksi ollut rinnakkaiskuvausmenetelmä kiihdytyskertoimella kaksi.

# Hyväksikäyttäen eri tekniikoita pystytään magneettikuvausta nopeuttamaan



- Magneettikuvauslaitteella tuotetut signaalit tallennetaan niin sanottuun K-avaruuteen
- Fourierin muunnos on matemaattinen menetelmä, jolla hajotetaan signaalin eri taajuudet, faasit ja amplitudit siniaaltojen summaksi.
- Nopea 3D gradienttikaikukuvaus
  - Siemensin laitteissa VIBE
- Monikanavaisia keloja (esimerkiksi 12-kanavainen pääkela) jotka mahdollistavat rinnakkaiskuvaustekniikoiden (parallel imaging) käyttämisen.



# Hampaiden visualisoiminen I

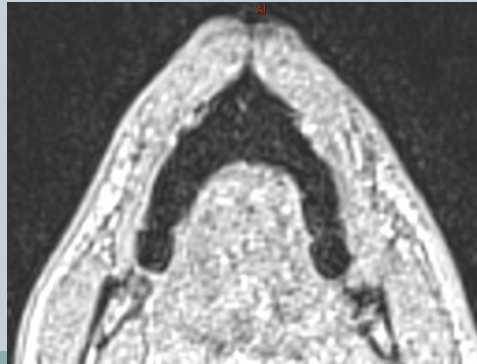
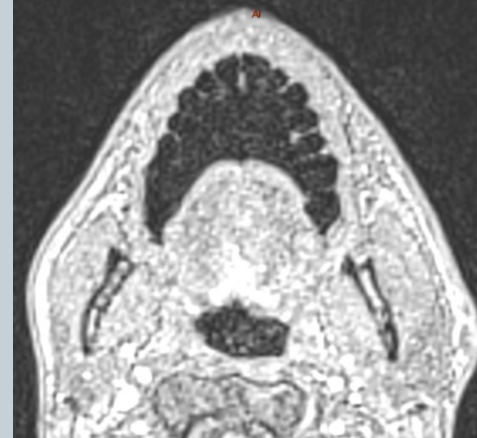


- Alussa hampaiden visualisoinnissa päädyttiin mustikkamehuun.
  - Perusteltu: mustikkamehun ja kudoksen välille saadaan parempi kontrasti kuin kudoksen ja veden välille.
  - Tulokset olivat hyvät, mutta menetelmä oli haastava potilaalle
  - Nesteen pitäminen suussa kuvauksen ajan on epämiellyttävää ja kuvausajat ovat aina suhteellisen pitkiä MRI:ssä.
  - Puhuminen mustikkamehun kanssa on mahdotonta

# Hampaiden visualisoiminen II



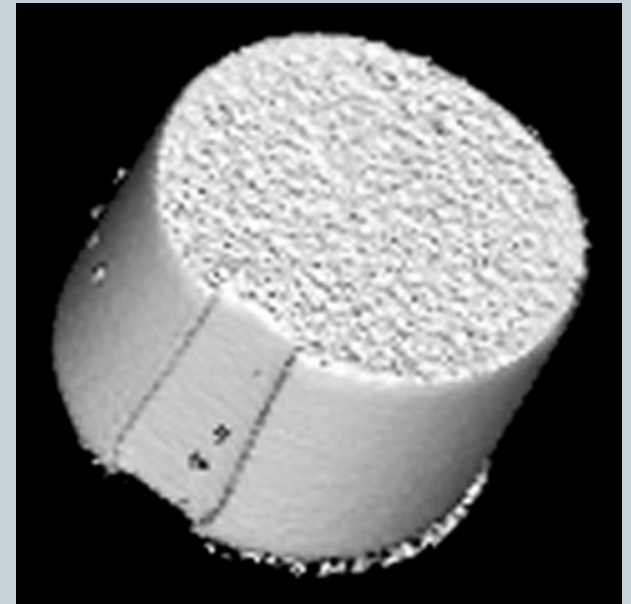
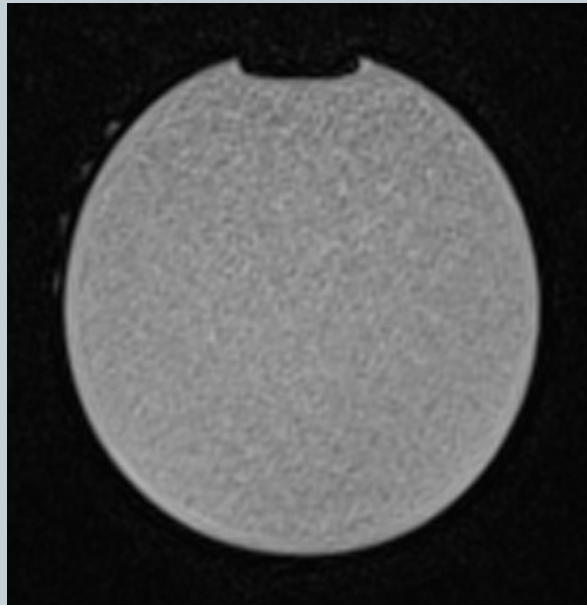
- Ensimmäiset markkerit syksyllä 2011
  - Suorakaiteen mallisia ruokaöljyllä kyllästettyjä mäntykappaleita hampaiden pinnoilla (kappaleet olivat dimensioiltaan noin 3x3x1mm).



# Hampaiden visualisoiminen III



- Toiset kuvaukset keväällä 2012
  - Vesikanisteriin teipillä kiinnitetyin, halkaisijoiltaan 2–5 mm ja paksuudeltaan 1mm markkerit. Mitat olivat ohjeellisia, koska tarkoituksena oli haarukoida kokeellisesti lopullisten markkereiden kokoa ja muotoa.

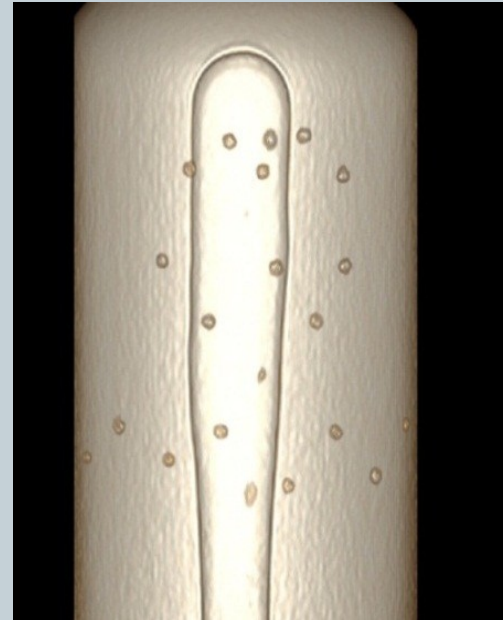




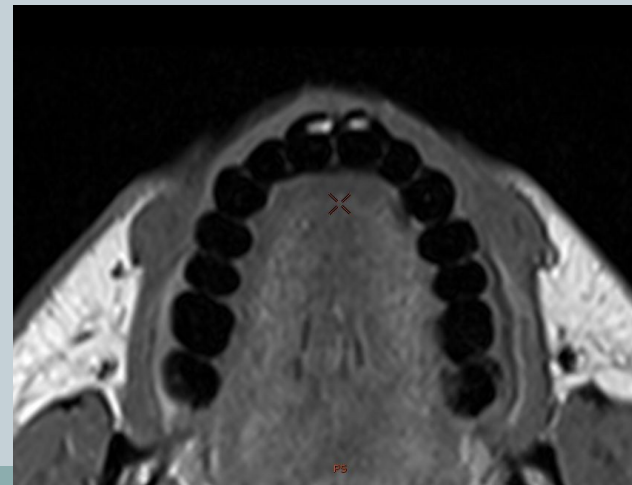
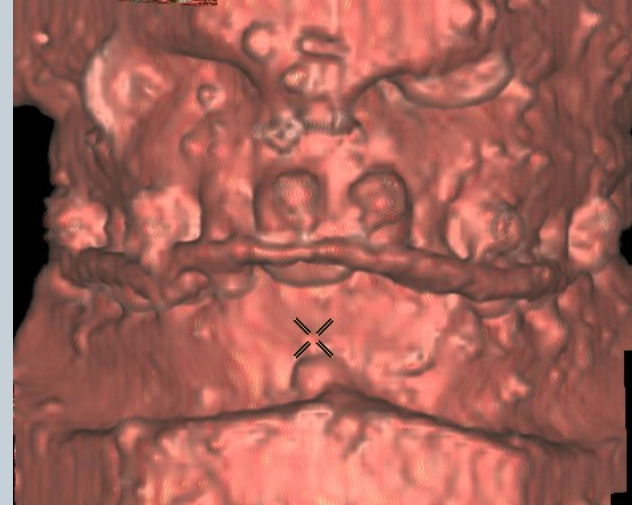
# Hampaiden visualisoiminen IVa



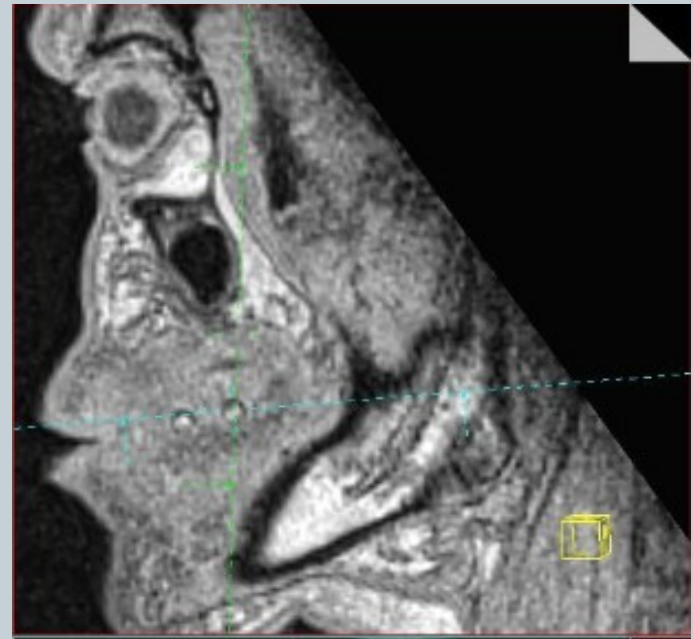
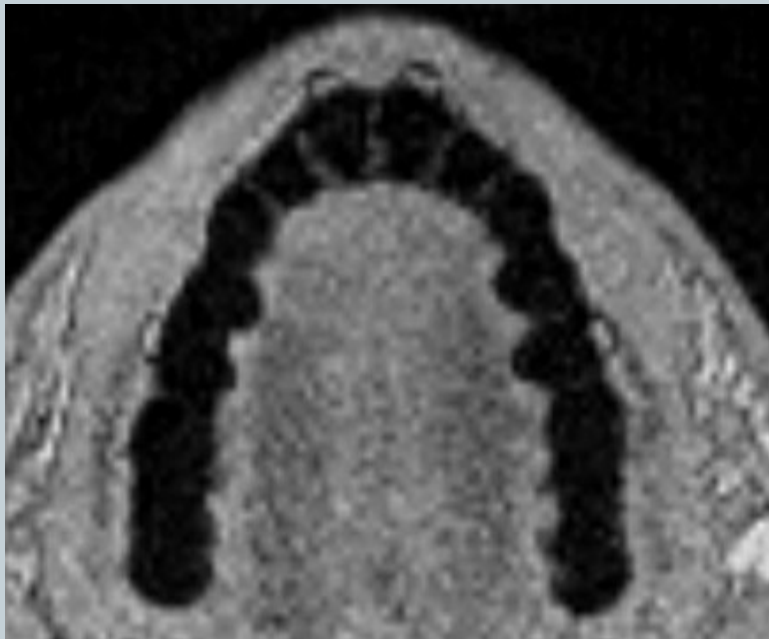
- Kolmannet kuvaukset keväällä 2013
  - Puolipallon muotoisia, halkaisijaltaan 3 mm ja korkeudeltaan 1,5 mm. Lisäksi ne oli pinnoitettu epoksilla. Kuvaukset suoritettiin vesikanisteriin teipillä kiinnitetyin markkereihin, mustikkamehuun upotetuin hampaista mallinnetuin kipsivaloksin ja potilaan suussa.



# Hampaiden visualisoiminen IVb



# Hampaiden visualisoiminen IVc



# Digitaalinen kuvantaminen



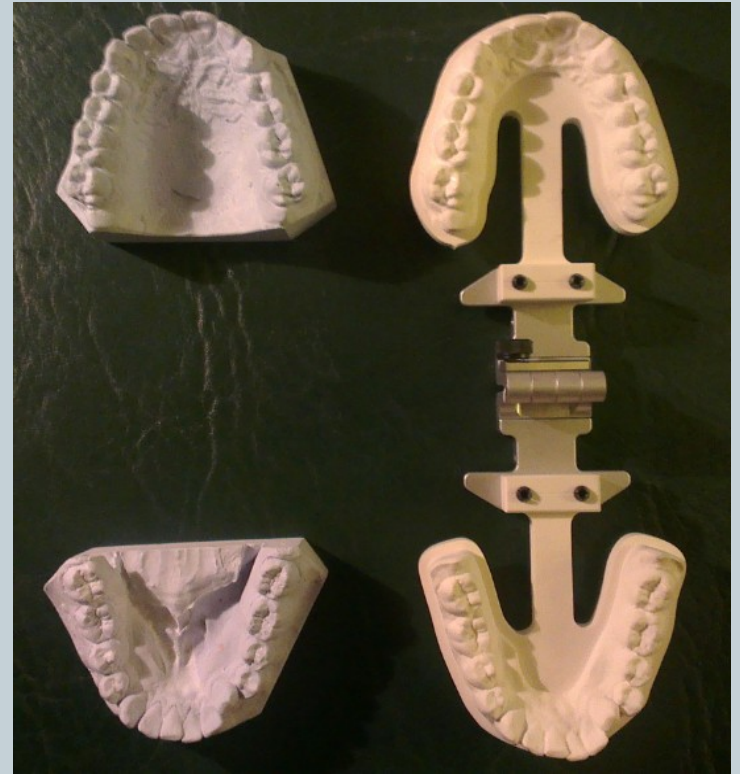
- Tähän mennessä olemme lähestyneet tätä mahdollisuutta tutustumalla Straumannin digitaalisin kuvantamismenetelmään, Cadent iTeroon.
- Laitetta käytetään hammaslääketieteessä hampaiden rekonstruktivisiin hoitoihin.
- Koska laite kuvaa hampaiden lisäksi myös alveoliharjanteen, ideana olisi ottaa harjanteelta jotkin kiintopisteet, jotka nähdään myös MRI kuvassa. Näin voidaan liittää hampaat MRI kuvaan.



## Kipsi vs iTero



- Olemme ottaneet iTerolla testihenkilöstä digitaaliset kuvat, joiden pohjalta Straumannilla Leipzigissä jyrrettiin akryylimallit. Jäljensimme testihenkilön hampaat myös alginaatilla, joista valoimme kipsimallit.
- Perinteisellä kipsijäljentämisellä ja iTeron avulla tehdyillä akryylimalleilla suoritettiin mittaus. Mittaustulokset osoittavat, että iTerolla syntyvä mahdollinen virhe on minimaalinen.



# Lopputulokset



- Markkereilla tehdyissä magneettikuvauksissa onnistuttiin visualisoimaan hampaat hyvin.
- Digitaalinen iTero jäljennös osoittautui tarkaksi. Tällä hetkellä digitaalisen kuvan liittäminen MRI kuvaan ei kuitenkaan ole mahdollista.
- Tulosten pohjalta havaittiin, että tämänhetkiset markkerit eivät voi olla lopullinen potilastyössä käytettävä hampaiden havainnointimenetelmä lähinnä niiden hankalan asemoinnin vuoksi.
- Potilastyössä hampaiden kuvantaminen tulee varmasti perustumaan digitaaliseen kuvantamiseen, kun kuvien yhteenliittämisen ongelmat saadaan ratkaistuiksi.

# Kiitos ohjaajille ja kaikille mukana olleille



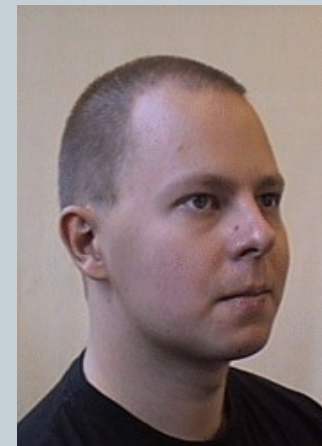
- Risto-Pekka Happonen, Ylilääkäri, Suu- ja leukasairauksien klinikka, TYKS, Suu- ja leukakirurgian professori, Turun yliopisto



- FT Jani Saunavaara, Sairaalfyysikko, Varsinais-Suomen kuvantamiskeskus



- Dosentti Jarmo Malinen on valmistanut kuvausten markkerit



- TkT Daniel Aalto on ollut päävastuussa ääntöväylän kuvauksista



# Lähteet



- [Aalto, D., Aaltonen, O., Happonen, R-P., Malinen, J., Palo, P., Parkkola, R., Saunavaara, J. ja Vainio, M.](#) Recording speech sound and articulation in mri. In: BIODEVICES 2011 : Proceedings of the International Conference on Biomedical Electronics and Devices. The International Conference on Biomedical Electronics and Devices, Rome, Italy, 26.01.01 - 29.01.11, s. 168-173. 2011.
- Aaltonen, O., Aulanko, R., Iivonen, A., Kilpi, A. & Vainio, M. Puhuva ihminen, puhetieteiden perusteet, I painos, Otava 2009.
- Airaksinen, E. Sanojen salat – Puheen ja kielen kehityksen neurologista taustaa. Suomen lääkärilehti 39/2002. <http://www.fimnet.fi>.
- Ambrosino, M., Krinsky, G., Laub, G., Lee, V., Pollack, M., Rofsky, N., Thomasson, D. ja Weinreb, J. Abdominal MR Imaging with a Volumetric Interpolated Breath-hold Examination. RSNA, 1999.
- Baert, A., Knauth, M. ja Sartor, K. Medical radiology, diagnostic imaging, parallel imaging in clinical MR applications. Springer 2007.
- Blink, E. Basic mri: Physics. 2004. <http://www.mri-physics.net>. Luettu: 30.12.2012.
- Brown, M. & Semelka, R. MRI principles and applications 4th edition. Wiley-Blackwell 2010.
- Collins M., Hiltunen J. ja Malinen A. MRI-laitetekniikka. TTK/SO. 28.11.2002. <http://www.medicine.oulu.fi>. Luettu 29.12.12.
- Dental Atlas. Medeco dental clinics. [www.medeco.de](http://www.medeco.de). Luettu 17.1.2012 klo 19:00.
- Hari, R. ja Joensuu, R. Magneettikuvia elävistä kudoksista ja elimistä. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2003;119(24):2420-2422. <http://www.duodecimlehti.fi>. Luettu 4.2.2011 klo 17:00.
- Hiltunen, E., Holmberg, P., ym. Galenos, Ihmiselimistö kohtaa ympäristön, VI painos, WSOY 2005.
- Hoa, D. Imaios 2009. [www.imaios.com](http://www.imaios.com). Luettu: 9.8.2012.
- Häkkinen, P. Magneettivuon tiheyden mittausten kehittämisen kolmen teslan magneettikuvauslaitteeseen. Otaniemi, 2004. <http://users.tkk.fi>. Luettu 27.12.2012.
- Iivonen, A., Horppila, M., ym. Fonetikan perussanasto 2000. <https://helda.helsinki.fi>. Luettu 26.1.2012.
- Lipton, M. Totally Accessible MRI: A User's Guide to Principles, Technology, and Applications. Springer 2008.
- Malinen, J. Muistio ja työohjeen luonnos. SVN-repository 2011. /id/mri/HammasMarkkeriSuunnitelma.tex. Luettu 7.1.2013.
- Moore, K ja Dalley, A. Clinically oriented anatomy, 4th edition, Lippincott Williams & Wilkins 1999.
- [Muhammed E. ja Azim Ç.](#) MRI Handbook. MR Physics, Patient Positioning, and Protocols. Springer US. 2012. <http://www.springerlink.com>. Luettu 22.7.2012.
- Pitkäranta, A. Ihmisen kuulo ja puheen evoluutio. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2009;125(18):2023-9 <http://www.duodecimlehti.fi>. Luettu 9.1.2012 klo 20:15.
- Sala, E. Ääni on tärkeä työvälin. Suomen lääkärilehti 35/2005. <http://www.fimnet.fi>. Luettu 2.1.2012 klo 15:00.
- The Structure and Operation of the Human Brain 2001. BioMag Laboratory. [www.biomag.hus.fi](http://www.biomag.hus.fi). Luettu 19.1.2012 klo 20:15.
- Westbrook, C. Handbook of MRI Technique - 2th edition. Blackwell Science, Inc. 1999.
- Westbrook, C. & Kaut C. MRI in practice, 2th edition. Blackwell Science Ltd. 1998.